


**Dokumen Kurikulum 2013-2018**  
**Program Studi : Teknik Metalurgi**  
**Lampiran I**

**Fakultas : Teknik Pertambangan dan Perminyakan**  
**Institut Teknologi Bandung**

	<b>Bidang Akademik dan Kemahasiswaan</b>  <b>Institut Teknologi Bandung</b>	<b>Kode Dokumen</b>		<b>Total Halaman</b>
		<b>Kur2013-S1-MG</b>		79
		<b>Versi 1</b>	Revisi 1	17-05-2013

**KURIKULUM ITB 2013-2018 – PROGRAM SARJANA**  
**Program Studi Teknik Metalurgi**  
**Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan**

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 2111	<b>Bobot sks:</b> 3 SKS	<b>Semester:</b> III	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib
<b>Nama Matakuliah</b>	Operasi Teknik Metalurgi Unit Operations in Metallurgy			
<b>Silabus Ringkas</b>	Kuliah ini dimaksudkan untuk memberikan cara-cara perhitungan dan konsep-konsep enjiniring unit-unit operasi yang biasanya digunakan dalam pengolahan mineral dan pabrik ekstraksi. This lecture is proposed to introduce calculations and engineering concepts of unit operations that are utilized in mineral processing and extraction plants.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Solid material handling: loading & unloading, storing, feeding, conveying; Slurry handling: basic definitions, mechanics, slurry pumps, hydraulic performance, best efficiency point, sizing; Dewatering: sedimentation, mechanical dewatering, thermal processing; Oxygen plant. Solid material handling: loading & unloading, storing, feeding, conveying; Slurry handling: basic definitions, mechanics, slurry pumps, hydraulic performance, best efficiency point, sizing; Dewatering: sedimentation, mechanical dewatering, thermal processing; Oxygen plant.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam bidang enjiniring yang diperlukan. Meningkatkan ketrampilan mahasiswa dalam melakukan perhitungan-perhitungan yang diperlukan dalam unit-unit operasi pengolahan mineral dan proses metalurgi.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	MG 2213 Pengolahan Mineral			
	MG 2215 Perhitungan Metalurgi Proses			
	MG 3212 Konsentrasi Flotasi			
	MG 3214 Hidro-elektrometalurgi			
	MG 41xx MK Pilihan Perancangan			
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Responsi, tugas, quiz			
<b>Pustaka</b>	1. Mineral Processing Plant Design, Practice, and Control – Proceedings, Mular, A.L., Halbe, D.N., dan Barratt, D.J. (Editors), SMME Inc., Colorado, 2002. 2. SME Mineral Processing Handbook, Weiss, N.L. (Editor), SME of AIMMPE Inc., Vol. I dan II, Kingsport, 1985. 3. Wills, B.A., Mineral Processing Technology, 5th ed., Pergamon Press, Oxford, 1992. 4. Metso Minerals, Basics in Mineral Processing. 5. "Bulk Material Handling", <a href="http://www.bateman-bulk.com">http://www.bateman-bulk.com</a>			
<b>Panduan Penilaian</b>	UTS : 35% UAS : 55% Tugas : 10%			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	- Pengenalan kuliah dan aturan kuliah - Pengenalan Bahan-bahan kuliah - Pengenalan industri pengolahan mineral dan ekstraksi metalurgi	Mengerti dan memahami peranan unit-unit operasi dalam industri, khususnya industrimetallurgi.	1,2,3,4
2	Solid Material Handling	- Pendahuluan tentang solid material handling - Loading and unloading	- Mengerti dan memahami aspek-aspek material handling. - Mengerti dan memahami loading and unloading material padat.	1,2,3,4,5
3	Solid Material Handling	- Storing - Feeding	- Mengerti dan memahami storing dan feeding material padat.	1,2,3,4,5
4	Solid Material Handling	- Conveying	- Mengerti dan memahami transportasi material padat dengan conveyor.	1,2,3,4,5
5	Solid Material Handling	- Conveying(lanjutan)	- Mengerti dan memahami perhitungan-perhitungan kebutuhan conveyor untuk transportasi material padat.	1,2,3,4,5
6	Slurry Handling	- Pendahuluan tentang slurry handling - Basic definitions - Mechanics	- Mengerti dan memahami konsep slurry handling. - Mengerti dan memahami definisi-definisi dasar slurry handling. - Mengerti dan memahami mekanika pompa slurry.	1,2,3,4,5
7	Slurry Handling	- Slurry pumps components - Wear protection	- Mengerti dan memahami komponen-komponen penting pompa slurry dan proteksi keausan pompa.	1,2,3,4,5
8	UTS			
9	Slurry Handling	- Seals - Shaft and bearing - Drives for slurry pumps	- Mengerti dan memahami seals, shaft & bearing, dan drives untuk pompa slurry.	1,2,3,4,5

10	Slurry Handling	- Hydraulic performance - Best efficiency point	- Mengerti dan memahami perhitungan-perhitungan kebutuhan pompa slurry untuk transportasi slurry.	1,2,3,4,5
11	Slurry Handling	- Technical description of slurry pump	- Mengerti dan memahami deskripsi teknis pompa slurry.	1,2,3,4,5
12	Slurry Handling	- Sizing	- Mengerti dan memahami langkah-langkah pemilihan pompa slurry.	1,2,3,4,5
13	Dewatering	- Pendahuluan tentang Dewatering - Sedimentation	- Mengerti dan memahami konsep dewatering. - Mengerti dan memahami teknik sedimentasi untuk dewatering.	1,2,3,4
14	Dewatering	- Mechanical dewatering - Thermal processing	- Mengerti dan memahami teknik-teknik mechanical dewatering dan thermal processing.	1,2,3,4
15	Oxygen Plant	- Pengenalan oxygen plant - Komponen-komponen oxygen plant	- Mengerti dan memahami konsep oxygen plant untuk menunjang operasi pabrik industri metalurgi.	1,2,3,4
16	UAS			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 2112	<b>Bobot sks:</b> 3 SKS	<b>Semester:</b> III	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib Prodi
<b>Nama Matakuliah</b>	Termodinamika Metalurgi			
	Metallurgical Thermodynamics			
<b>Silabus Ringkas</b>	Kuliah ini dimaksudkan untuk mendiskusikan konsep-konsep termodinamika makro yang digunakan dalam engineering metalurgi			
	This lecture is proposed to discuss macro thermodynamic concepts which are applied in metallurgical engineering.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Penggunaan hukum-hukum dan konsep-konsep termodinamika makro untuk menjelaskan keadaan kesetimbangan dan kondisi-kondisi padamana dapat terjadi perubahan fasa, proses kimia atau proses elektrokimia. Penjelasan rinci mengenai termodinamika larutan logam dan larutan aqueous serta konsep aktivitas termasuk konsep keadaan standar alternatif dan parameter interaksi untuk larutan encer multi komponen. Evaluasi data eksperimental dan termodinamika diagram fasa.			
	Applications of macro thermodynamics laws and concepts for explaining the equilibrium state and conditions at which phase transformation, chemical or electrochemical process might occur. Detail explanation of thermodynamics of metal and aqueous solutions, and concept of activity including concept of alternative standard state and interaction parameter for multicomponent dilute solutions. Evaluation of experimental data and thermodynamics of phase diagrams.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa metalurgi dapat menjelaskan penggunaan sifat-sifat termodinamika makro zat-zat untuk memprediksi kemungkinan berlangsungnya proses-proses metalurgi termasuk perubahan fasa dan dapat menjelaskan kondisi-kondisi pada mana suatu spesi dapat stabil.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	KI 1101 Kimia Dasar IA	Prasyarat		
	KI 1201 Kimia Dasar IIA	Prasyarat		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Responsi, tugas, quiz, praktikum			
<b>Pustaka</b>	1. Ragone D.V., Thermodynamics of Materials, Vol. I, MIT, 1995.			
	2. Gaskell D.R., Introduction to The Thermodynamics of Materials, 3rd edition, McGraw-Hill, 1995.			
	3. Bodsworth C. & Appleton A.S., Problems in Applied Thermodynamics, 1965			
	4. Kubaschewski, O., Alcock, C.K. Spencer, P.J., 1993, Materials Thermochemistry, Pergamon Press			
<b>Panduan Penilaian</b>	Penilaian didasarkan pada 3 (tiga) jenis assessment, yaitu Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS), dan tugas.			
<b>Catatan Tambahan</b>	Melihat kembali materi yang diberikan di kimia fisika.			

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan, istilah-istilah dan notasi	Penjelasan komprehensif tentang kegunaan termodinamika. Sistem terbuka dan tertutup, energi, kerja, sifat-sifat intensif dan ekstensif	Menjelaskan secara komprehensif mengapa termodinamika penting untuk dipelajari. Memperkenalkan istilah-istilah, besaran-besaran dan unit-unit yang akan digunakan dalam mempelajari termodinamika	1,2,3
2	Hukum I Termodinamika	- Hk. I Termodinamika: kekekalan energi. - Panas (Q), kerja (W) dan energi dalam (U) serta hubungannya untuk sistem terbuka dan tertutup. - Kapasitas panas dan entalpi - Perhitungan temperatur adiabatik - Neraca panas	Memberikan ulasan mengenai cara menentukan entalpi suatu zat dari data kapasitas panas dan menggunakan persamaan entalpi dalam menentukan reaksi eksotermik/ endotermik serta dalam mengkonstruksi neraca panas	1,2,3,4
3	Hukum II Termodinamika	- Hk. II Termodinamika - Proses reversibel dan irreversibel - Proses spontan dan tidak spontan - Kesetimbangan - Konversi kerja / energi mekanik menjadi panas (reversibel dan irreversibel) - Entropi sebagai fungsi keadaan - Perubahan entropi dalam suatu proses termodinamika dan Hk. III termodinamika	Memberikan ulasan entropy sebagai fungsi keadaan, irreversibilitas dan memberikan latihan perhitungan perubahan entropy reaksi kimia	1,2,3,4
4	Hubungan besaran-besaran termodinamika	- Energi bebas Gibbs dan Helmholtz - Potensial kimia - Besaran molar parsial - Relasi U, H, F dan G - Sifat gas ideal - Entropi pencampuran gas	Menjelaskan variasi U dan H akibat perubahan suhu dan tekanan. Menurunkan persamaan energi bebas Helmholtz dan Gibbs Memberikan pengertian yang dimaksud dengan potensial kimia Mengintroduksi penggunaan relasi Maxwell untuk menghitung perubahan entropy dan variasi kapasitas panas	1,2,4
5	Kesetimbangan	- Kondisi kesetimbangan - Transisi orde I dan ke II - Persamaan Clapeyron - Diagram fasa air	Menjelaskan konsep kesetimbangan termodinamika Menjelaskan penggunaan pers. Clapeyron untuk membuat diagram fasa.	1,2
6	Kesetimbangan kimia dan diagram Ellingham	- Aktivitas termodinamika - Kesetimbangan kimia - Kesetimbangan gas - Kesetimbangan padat - uap - Diagram Ellingham	Menjelaskan penggunaan konsep aktivitas dan kesetimbangan kimia dalam menentukan afinitas pembentukan oksida, cara mereduksi oksida, mengkonstruksi diagram	1,2

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konstanta kesetimbangan sebagai fungsi temperatur (persamaan van't Hoff)</li> <li>- Kelarutan gas dalam logam (Hk. Sievert)</li> </ul>	Ellingham	
7	Proses elektrodik dan diagram potensial-pH (Pourbaix)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sel elektrokimia</li> <li>- Penentuan potensial sel</li> <li>- Arah reaksi dan reaksi setengah sel</li> <li>- Sel daniel</li> <li>- Persamaan Nernst</li> <li>- Kesetimbangan reaksi elektrodik</li> <li>- Diagram potensial-pH</li> <li>- Contoh pembuatan diagram potensial - pH untuk aluminium</li> </ul>	Menjelaskan kesetimbangan reaksi elektrodik serta cara mengkonstruksi dan penggunaan diagram potensial-pH	2,1
8	UTS			
9	Aktivitas ion	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Persamaan Debye Huckell</li> <li>- Penentuan aktivitas zat terlarut</li> </ul>	Menjelaskan konsep aktivitas ion dan zat-zat terlarut dalam larutan aqueous.	2
10	Termodinamika larutan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktivitas termodinamika: larutan ideal.</li> <li>- Besaran-besaran parsial molar</li> <li>- Larutan ideal: entropi dan entalpi pencampuran.</li> <li>- Larutan tidak ideal</li> <li>- Larutan regular</li> </ul>	Mendiskusikan penggunaan GM, HM, SM, Ges, Hes, dan Ses dalam menjelaskan sifat-sifat larutan ideal, tidak ideal dan regular. Menjelaskan cara menentukan besaran molar parsial dari besaran larutannya	1,2,4
11	Penggunaan Persamaan Gibbs - Duhem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penurunan pers. Gibbs-Duhem dalam fungsi aktivitas, koefisien aktivitas dan alpha</li> <li>- Penggunaan pers. Gibbs Duhem</li> </ul>	Mendiskusikan penggunaan persamaan Gibbs- Duhem untuk menentukan aktivitas dan koefisien aktivitas suatu komponen larutan biner bila relasi koefisien aktivitas komponen lainnya sebagai fungsi komposisi larutan telah diperoleh dari hasil pengukuran	4,2,1
12	Penggunaan Metoda Elektrokimia untuk menentukan sifat-sifat /besaran-besaran termodinamika	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penurunan perubahan entropi dan entalpi reaksi elektrokimia</li> <li>- Penentuan besaran-besaran termodinamika larutan dengan metoda elektrokimia</li> </ul>	Menjelaskan penggunaan metoda elektrokimia untuk pengukuran besaran-besaran termodinamika larutan	4
13	Keadaan standar alternatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keadaan standar Raoult</li> <li>- Larutan encer</li> <li>- Konsep keadaan standard Henry</li> <li>- Keadaan Standard alternatif (1% berat)</li> </ul>	Mendiskusikan penggunaan keadaan standar alternatif untuk menentukan aktivitas komponen dalam larutan biner encer dan untuk menentukan koefisien aktivitas larutan encer multi komponen	4,2
14	Koefisien aktivitas dalam larutan encer multi komponen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Koefisien dan parameter interaksi</li> <li>- Penentuan koefisien aktivitas larutan encer multi komponen</li> </ul>	Menjelaskan penggunaan parameter interaksi dalam memprediksi koefisien aktivitas larutan encer multikomponen serta mengintroduksi penggunaannya dalam menentukan aktivitas komponen-komponen terlarut dalam lelehan baja	2,4
15	Diagram fasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hk. Raoult untuk solven</li> <li>- Penentuan aktivitas dari diagram fasa</li> <li>- Penurunan titik beku</li> <li>- Lever rule</li> <li>- Pembuatan diagram fasa biner larutan ideal dan terlarut sempurna</li> </ul>	Mendiskusikan perubahan keadaan standar Raoult padat murni menjadi keadaan standar Raoult leleh murni, serta cara menentukan aktivitas komponen lelehan dan padatan paduan biner dari diagram-diagram fasa	1,2
16	UAS			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 2113	<b>Bobot sks:</b> 3	<b>Semester:</b> III	<b>KK / Unit Penanggung jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib
<b>Nama Matakuliah</b>	Matematika Terapan			
	Applied Mathematics			
<b>Silabus Ringkas</b>	Pengantar permodelan matematika, persamaan diferensial biasa (PDB) orde pertama, persamaan diferensial biasa orde dua dan orde yang lebih tinggi linier, sistem PDB dan contoh-contoh aplikasi permodelan dengan PDB untuk penyelesaian permasalahan enjiniring, solusi deret PDB, Transformasi Laplace dan penggunaannya, aljabar linier, kalkulus diferensial vektor, grad, div, curl, penyelesaian persamaan diferensial parsial dan contoh-contoh aplikasinya.			
	Introduction of mathematical modeling, first order ordinary differential equation (ODE), second and higher order linear ODE, system of ODE and examples of modeling by ODE to solve engineering problem, series solution of ODE, Laplace Transform and its use, linear algebra, vector differential calculus, grad, div, curl, partial differential equation and its examples of application.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Pengantar permodelan matematika dan beberapa contoh kasus, penyelesaian PDB Orde Satu dengan Metode Pemisahan Peubah, PDB Orde Satu Eksak dan Tak Eksak, faktor integrasi, penyelesaian PDB Orde Satu Linier, penyelesaian PDB Orde 2 Linier Homogen dengan Koefisien Konstanta, Persamaan Euler-Cauchy, penyelesaian PDB Orde 2 Linier Non-Homogen, penyelesaian Sistem PDB Homogen dengan Metode Eliminasi dan Metode Matriks, penyelesaian Sistem PDB Non-Homogen, permodelan dengan sistem PDB, Metode Deret Kuasa, Persamaan Legendre, Persamaan Bessel, Transformasi Laplace, operasi matriks dan penyelesaian sistem persamaan linier, vektor dan operasi vektor, persamaan bidang, gradien suatu fungsi skalar dan turunan terarah, divergensi, curl, penyelesaian PD parsial satu dimensi, penyelesaian PD parsial dua dimensi, penguasaan PDP untuk permodelan perpindahan massa dan perpindahan panas.			
	Introduction of mathematical modeling and some examples, solution of first order ODE with variable separation method, exact and non-exact ODEs, integration factor, solution of linear first order ODE, solution of homogeneous linear second-order ODE with constant coefficients, Euler-Cauchy Equation, solution of non homogeneous linear second-order ODE, solution of Homogeneous ODE System with Elimination and Matrice Methods, solution of Non-Homogeneous ODE System, Power Series Method, Legendre Equation, Bessel Equation, Laplace Transform, matrice operation and solution of linear equation system, vector and vector operation, plane equation, gradient of scalar function and directional derivative, divergence, curl, solution of one-dimensional partial differential equation (PDE), solution of two-dimensional PDE, modeling of mass and heat transfer through semi-infinite wall			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	1. Mahasiswa mampu menentukan solusi persamaan diferensial biasa, sistem persamaan diferensial biasa dan persamaan diferensial parsial, melakukan transformasi Laplace, melakukan operasi matrik dan menyelesaikan sistem persamaan linier serta memahami operasi vektor dan kalkulus diferensial vektor. 2. Mahasiswa mampu menerapkan konsep-konsep yang dipelajari dalam kuliah untuk menyelesaikan contoh-contoh permasalahan-permasalahan enjiniring yang terkait.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	1. MA 1101 Kalkulus IA	Prasyarat		
	2. MA 1201 Kalkulus IIA	Prasyarat		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Responsi, Quiz			
<b>Pustaka</b>	1. Kreyszig, E., "Advanced Engineering Mathematics", Wiley, 10 <sup>th</sup> Edition, 2011 (Pustaka Utama)			
	2. Zill G. Dennis and Wright, W.S. "Advanced Engineering Mathematics", Jones & Bartlett Publishers, 4 <sup>th</sup> Edition, 2009 (Pustaka Utama)			
	3. Stroud, K., "Advanced Engineering Mathematics", Industrial Press, 5 <sup>th</sup> Edition, 2011 (Pustaka Penunjang)			
	4. Dr. M. Zaki Mubarak, "Hand Out Kuliah, Matematika Terapan, Program Studi Teknik Metalurgi, FTTM-ITB (Pustaka Utama)			
<b>Panduan Penilaian</b>	Pemberian nilai akhir untuk matakuliah ini dilakukan berdasarkan nilai Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS), quiz dan tugas. Kontribusi UTS, UAS, quiz dan tugas masing-masing adalah 40%, 45%, 10% dan 5%.			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pengantar	- Langkah-Langkah Penyelesaian Permasalahan Enjiniring dengan Permodelan Matematika - Contoh-Contoh Penyelesaian Permasalahan Enjiniring Menggunakan Permodelan dengan Persamaan Diferensial	- Memahami langkah-langkah penyelesaian permasalahan enjiniring dengan permodelan matematika - Mampu melakukan penyelesaian beberapa contoh permasalahan sederhana dalam enjiniring dengan permodelan menggunakan persamaan diferensial	1,2,3,4
2	Persamaan Diferensial Biasa (PDB) Orde Pertama	- Penyelesaian PDB Orde Satu dengan Metode Pemisahan Peubah - PDB Eksak	- Mampu menentukan solusi PDB Orde Satu dengan metode pemisahan peubah - Mampu menentukan solusi PDB Orde Satu Eksak	1,2,4
3.	Persamaan Diferensial Biasa (PDB) Orde Pertama	- Faktor Integrasi dan Penyelesaian PDB Tak Eksak - Penyelesaian PDB Orde Satu Linier	- Mampu menentukan faktor integrasi dan menggunakannya untuk menyelesaikan PDB Tak Eksak - Mampu menentukan solusi PDB Orde Satu Linier	1,2,4
4.	PDB Orde Dua Linier	- PDB Orde Dua Linier Homogen dengan Koefisien Konstanta - Persamaan Euler Cauchy	- Mampu menentukan solusi PDB Orde Dua Linier Homogen dengan Koefisien Konstanta, - Mampu menentukan solusi Persamaan Euler-Cauchy	1,2,4
5.	PDB Orde Dua Linier	- PDB Orde Dua Linier Non-Homogen - Contoh Permodelan dengan PDB Orde Dua Linier	- Mampu menentukan solusi PDB Orde Dua Linier Non-Homogen. - Memahami contoh penerapan PDB Orde Dua Linier dan mampu menentukan solusi dari permodelan yang dilakukan	1,2,4
6.	Sistem PDB	- Contoh permodelan dengan Sistem PDB Linier	- Mampu menunjukkan contoh-contoh permasalahan yang dapat dimodelkan	1,2,4

<b>Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB</b>	<b>Kur2013-Teknik Metalurgi</b>	<b>Halaman 6 dari 79</b>
Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB Dokumen ini adalah milik Program Studi Teknik Metalurgi - ITB. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan MG-ITB.		

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penyelesaian Sistem PDB dengan Metode Eliminasi</li> <li>- Penyelesaian Sistem PDB dengan Metode Matriks</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dengan sistem PDB Linier</li> <li>- Mampu menentukan solusi sistem PDB Linier dengan Metode Eliminasi</li> <li>- Mampu menentukan solusi sistem PDB Linier dengan Metode Matriks</li> </ul>	
7.	Solusi Deret Persamaan Diferensial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deret Kuasa (Power Series)</li> <li>- Penyelesaian PDB dengan Metode Deret Kuasa</li> <li>- Persamaan Legendre</li> <li>- Persamaan Bessel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami bentuk Deret Kuasa</li> <li>- Mampu menggunakan Metode Deret Kuasa untuk menentukan solusi PDB</li> <li>- Mampu menyelesaikan Persamaan Legendre dan Persamaan Bessel dan mengetahui contoh aplikasinya</li> </ul>	1,2,4
8.	Ujian Tengah Semester (UTS)			
9.	Transformasi Laplace	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian Transformasi Laplace, Bentuk-Bentuk Transformasi Laplace dari Beberapa Fungsi</li> <li>- Teorema Kelinearan dan Eksistensi</li> <li>- Transformasi Laplace bagi Fungsi Turunan dan Integral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami pengertian Transformasi Laplace, dapat menentukan Transformasi Laplace dari Beberapa Fungsi dan memahami Teorema Kelinearan dan Teorema Eksistensi bagi Transformasi Laplace</li> <li>- Dapat Menentukan Transformasi Laplace dan Invers Transformasi Laplace untuk fungsi turunan dan integral</li> </ul>	1,2,4
10.	Transformasi Laplace	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pergeseran pada sumbu-s, Pergeseran pada sumbu-t, Fungsi Tangga Satuan</li> <li>- Pendiferensialan dan Pengintegralan Transformasi Laplace</li> <li>- Penyelesaian Sistem PDB dengan Transformasi Laplace</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat menentukan Transformasi Laplace dan Invers-nya untuk fungsi yang bergeser pada sumbu s dan sumbu t</li> <li>- Dapat melakukan pendiferensialan dan pengintegralan Transformasi Laplace</li> <li>- Dapat melakukan penyelesaian sistem PDB dengan Transformasi Laplace</li> </ul>	1,2,4
11.	Matriks dan Aljabar Linier	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operasi Matriks</li> <li>- Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan Operasi Matriks</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat melakukan operasi-operasi matriks dan menggunakan operasi matriks tersebut untuk menyelesaikan persoalan aljabar linier</li> </ul>	1,3,4
12.	Matriks dan Aljabar Linier	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinan, Invers Matriks dan Aturan Kramer</li> <li>- Nilai Eigen dan Vektor Eigen dan Matriks Eigen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat menentukan determinan dan invers matriks serta menggunakan Aturan Kramer</li> <li>- Dapat menentukan nilai Eigen, Vektor Eigen dan Matriks Eigen serta dapat menggunakannya untuk penyelesaian aljabar linier</li> </ul>	1,3,4
13.	Kalkulus Diferensial Vektor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vektor dan Operasi Vektor,</li> <li>- Persamaan Bidang, Gradien Fungsi Skalar</li> <li>- Turunan Terarah, Divergensi, Curl,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami besaran vektor dan operasi-operasi vektor</li> <li>- Dapat menentukan persamaan bidang dan gradien suatu fungsi skalar</li> <li>- Dapat menentukan turunan terarah, divergensi dan curl dari suatu fungsi</li> </ul>	1,3,4
14.	Persamaan Diferensial Parsial (PDP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penyelesaian PDP Satu Dimensi</li> <li>- Penyelesaian PDP Dua Dimensi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat menyelesaikan PDP Satu Dimensi dengan solusi berupa Persamaan Deret Fourier</li> <li>- Dapat menyelesaikan PDP Dua Dimensi</li> </ul>	1,2,4
15.	Persamaan Diferensial Parsial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penggunaan PDP untuk Permodelan Perpindahan Massa dan Perpindahan Panas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat menentukan solusi dari model PDP untuk proses perpindahan massa dan perpindahan panas melalui dinding dengan tebal semi tak hingga yang berupa fungsi error (error function)</li> </ul>	1,2,4
16.	Ujian Akhir Semester (UAS)			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 2211	<b>Bobot sks:</b> 2	<b>Semester:</b> IV	<b>KK / Unit Penanggung jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib
<b>Nama Matakuliah</b>	Metode Numerik Numerical Method			
<b>Silabus Ringkas</b>	Pengantar metode numerik algoritma dan pemrograman, penyelesaian persamaan dengan satu peubah, penyelesaian persamaan simultan (serempak), penyelesaian sistem persamaan linier, interpolasi polinomial, integrasi numerik, penyelesaian numerik persamaan diferensial biasa dan penyelesaian numerik persamaan diferensial parsial. Introduction to numerical method, algorithm and programming, solution of equations of one variable (root of equation), solution of simultaneous equations, solution of linear equation system, polynomial interpolation, numerical integration, numerical solution of ordinary differential equation and numerical solution of partial differential equation.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Pengantar metode numerik, algoritma dan pemrograman, penyelesaian persamaan satu peubah dengan Metode Bisection (Interval Halving), Metode Regula Falsi, Metode Iterasi Titik Tetap, Metode Newton-Raphson dan Metode Secant, penyelesaian persamaan simultan dengan Metode Newton-Raphson dan Metode Penurunan Tercuram (Steepest Descend), penyelesaian sistem persamaan linier dengan Metode Eliminasi Gauss, Eliminasi Gauss-Jordan, Iterasi Gauss Seidel dan Metode Dekomposisi Matriks LU, Interpolasi Polinomial Linier, Kuadrat, Kubik dan Berderajat n, Polinomial Lagrange, Polinomial Deret Taylor dan Polinomial Cubic Spline, integrasi numerik dengan metode segmentasi dan Metode Newton-Cotes, penyelesaian numerik PDB dengan Metode Euler, Metode Heun, Metode Deret Taylor, Metode Runge-Kutta dan Metode Predictor-Corrector (Metode Multi-Step), penyelesaian numerik persamaan diferensial parsial dengan metode beda hingga implisit, eksplisit dan metode Crank-Nicholson. Introduction to numerical method, algorithm and programming, solution of equations of one variable (root determination) with Bisection, Regula False, Fixed Point Iteration, Newton-Raphson and Secant Methods, solution of simultaneous equations with Newton-Raphson and Steepest Descend Methods, solution of linear equation system with Gauss Elimination and Gauss-Jordan Elimination Methods, Gauss-Seidel Iteration and LU Matrice Decomposition Methods, Linear, Quadratic, Cubic and n <sup>th</sup> Degree Polinomial Interpolations, Lagrange, Taylor Series and Cubic Spline Polinomial Interpolations, numerical integration with Segmentation and Newton-Codes Methods, numerical solution of ordinary differential equation with Euler, Heun, Taylor Series, Runge-Kutta and Predictor-Corrector (Multi-Step) Methods, numerical solution of partial differential equation with explicit, implicit finite different and Crank-Nicholson Methods.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	1. Mahasiswa mampu menentukan solusi (akar) persamaan dengan satu peubah dan persamaan simultan, menentukan solusi suatu sistem persamaan linier, menentukan persamaan-persamaan interpolasi polinomial dari berbagai bentuk data dan fungsi, menentukan integrasi numerik, menentukan persamaan diferensial biasa dan persamaan diferensial parsial secara numerik 2. Mahasiswa mampu menyusun algoritma dan program untuk menyelesaikan topik-topik pada Luaran No. 1.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	1. MA 1101 Kalkulus IA	Prasyarat		
	2. MA 1201 Kalkulus IIA	Prasyarat		
	3. MG 2113 Matematika Terapan	Prasyarat		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Responsi, Quiz, Simulasi			
<b>Pustaka</b>	1. J. Douglas Fairies and Richard Burden, "Numerical Methods", Brooks Cole Publisher, Fourth Edition, 2012 (Pustaka Utama) 2. Steven C. Chapra and Raymond P. Canale, "Numerical Methods for Engineer " Sixth Edition , 2009 (Pustaka Utama) 3. Stroud, K., "Advanced Engineering Mathematics", Industrial Press; 5 <sup>th</sup> Edition, 2011 (Pustaka Penunjang) 4. Amos Gilat and Vish Subramaniam, "Numerical Methods with MATLAB", Wiley, Second Edition, 2010 (Pustaka Penunjang) 5. Dr. M. Zaki Mubarak, "Hand Out Kuliah, Metode Numerik, Program Studi Teknik Metalurgi, FTTM-ITB (Pustaka Utama)			
<b>Panduan Penilaian</b>	Pemberian nilai akhir untuk matakuliah ini dilakukan berdasarkan nilai Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS), tugas dan praktikum. Kontribusi UTS, UAS, tugas dan praktikum masing-masing adalah 40%, 40%, 10% dan 10%.			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pengantar Metode Numerik	- Pengertian Metode Numerik dan Langkah-Langkah Penyelesaian Permasalahan Enjiniiring dengan Metode Numerik - Algoritma dan Pemrograman - Solusi Numerik versus Solusi Analitik	- Memahami mengapa perlu metode numerik dan langkah-langkah penyelesaian permasalahan enjiniiring dengan metode numerik - Memahami peranan algoritma dan pemrograman dalam metode numerik - Memahami perbedaan-perbedaan solusi analitik dan solusi numerik	1,2,5
2	Penyelesaian Persamaan dengan Satu Peubah	- Penyelesaian Persamaan dengan Satu Peubah dengan Metode Bisection - Penyelesaian Persamaan dengan Satu Peubah dengan Metode Regula Falsi	- Mampu menentukan solusi persamaan dengan satu peubah dengan Metode Bisection dan Metode Regula Falsi	1,3,5
3.	Penyelesaian Persamaan dengan Satu Peubah	- Penyelesaian Persamaan dengan Satu Peubah dengan Metode Iterasi Titik Tetap - Penyelesaian Persamaan dengan Satu Peubah dengan Metode Newton Raphson - Penyelesaian Persamaan dengan Satu Peubah dengan Metode	- Mampu menentukan solusi (akar) persamaan dengan satu peubah dengan Metode Iterasi Titik Tetap, Metode Newton-Raphson dan Metode Secant	1,3,5



Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
		Secant		
4.	Penyelesaian Persamaan Simultan	- Penyelesaian Persamaan Simultan dengan Metode Newton-Raphson	- Mampu menentukan solusi (akar) persamaan simultan dengan Metode Newton-Raphson	1,2,3,5
5.	Penyelesaian Persamaan Simultan	- Penyelesaian Persamaan Simultan dengan Metode Penurunan Tercuram (Steepest Descent)	- Mampu menentukan solusi (akar) persamaan simultan dengan Metode Penurunan Tercuram	1,2,3,5
6.	Penyelesaian Sistem Persamaan Linier	- Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan Metode Eliminasi Gauss - Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan Metode Eliminasi Gauss-Jordan	- Mampu menentukan solusi sistem persamaan linier dengan Metode Eliminasi Gauss dan Metode Eliminasi Gauss-Jordan	1,2,3,4,5
7.	Penyelesaian Sistem Persamaan Linier	- Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan Metode Iterasi Gauss-Seidel - Penyelesaian Sistem Persamaan Linier dengan Metode Dekomposisi Matriks	- Mampu menentukan solusi sistem persamaan linier dengan Metode Iterasi Gauss-Seidel dan Metode Dekomposisi Matriks LU	1,2,3,4,5
8.	UJIAN TENGAH SEMESTER (UTS)			
9.	Interpolasi Polinomial	- Interpolasi Polinomial Linier - Interpolasi Polinomial Kuadrat - Interpolasi Polinomial Kubik - Interpolasi Polinomial Berderajat n - Interpolasi Polinomial Lagrange	- Mampu menentukan persamaan interpolasi polinomial linier, kuadrat, kubik, polinomial berderajat n dan Polinomial Lagrange dari titik-titik data yang diberikan	1,5
10.	Interpolasi Polinomial	- Interpolasi Polinomial Deret Taylor - Interpolasi Polinomial Cubic Spline	- Mampu menentukan persamaan interpolasi polinomial Deret Taylor dan Polinomial Cubic Spline Syarat Batas Bebas dan Syarat Batas Terjepit dari fungsi dan data-data yang diberikan	1,5
11.	Integrasi Numerik	- Penyelesaian Integral Tertentu dengan Metode Segmentasi (Metode Segiempat, Metode Trapesium dan Metode Titik Tengah) - Penyelesaian Integral Tertentu dengan Metode Newton- Cotes (Metode Trapesium, Metode 1/3 Simpson dan Metode 3/8 Simpson)	- Dapat menyelesaikan integral tertentu dengan Metode Segmentasi (Metode Segiempat, Metode Trapesium dan Metode Titik Tengah) - Dapat menyelesaikan integral tertentu dengan Metode Newton- Cotes (Metode Trapesium, Metode 1/3 Simpson dan Metode 3/8 Simpson)	1,2,5
12.	Penyelesaian Numerik Persamaan Diferensial Biasa (PDB)	- Metode Euler - Metode Heun - Metode Deret Taylor	- Dapat menentukan solusi numerik PDB dengan Metode Euler, Metode Heun dan Metode Deret Taylor	1,2,5
13.	Penyelesaian Numerik Persamaan Diferensial Biasa (PDB)	- Metode Runge-Kutta - Metode Predictor-Corrector (Metode Muti-Step) - Penyelesaian Numerik Sistem PDB	- Dapat menentukan solusi numerik PDB dengan Metode Runge Kutta - Dapat menentukan solusi numerik PDB dengan Metode Predictor-Corrector (Metode Muti-Step) - Dapat menentukan solusi numerik dari suatu sistem PDB	1,2,5
14.	Solusi Numerik Persamaan Diferensial Parsial (PDP)	- Penyelesaian Numerik PDP dengan Metode Beda Hingga Eksplisit - Penyelesaian Numerik PDP dengan Metode Beda Hingga Implisit	- Dapat menentukan solusi PDP Dengan Metode Beda Hingga (Finite Difference) Eksplisit dan Implisit	1,2,5
15.	Solusi Numerik Persamaan Diferensial Parsial (PDP)	- Penyelesaian Numerik PDP dengan Metode Crank-Nicholson - Solusi Numerik Permasalahan Perpindahan Massa dan Perpindahan Panas dengan Metode Beda Hingga	- Dapat menentukan solusi PDP dengan Metode Crank-Nicholson - Dapat menentukan solusi numerik permasalahan perpindahan massa dan perpindahan panas dengan Metode Beda Hingga	1,2,5
16.	Ujian Akhir Semester (UAS)			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 2212	<b>Bobot sks:</b> 3 SKS	<b>Semester:</b> IV	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib
<b>Nama Matakuliah</b>	Fenomena Transport Metalurgi			
	Metallurgical Transport Phenomena			
<b>Silabus Ringkas</b>	Pembahasan teori perpindahan panas massa dan momentum dengan contoh-contoh perhitungan			
	Theoretical description of heat, mass, and momentum transport with some exercises			
<b>Silabus Lengkap</b>	Peristiwa perpindahan momentum, panas, dan massa. Hukum - hukum dasar peristiwa perpindahan, formulasi persamaan neraca sel dengan faktor geometri, dan solusi matematikanya. Sifat-sifat perpindahan : sistim tunak/tak-tunak, sistim dengan generasi, dan perpindahan gabungan. Beberapa contoh aplikasi dalam teknologi proses.			
	Phenomena transport of momentum, heat and mass. The principle laws of phenomena transport, cell balance equation with geometry factors, and its mathematical solution. Transport characteristics: steady-state or unsteady-state condition, system with generation, and mixed control. A few example of application in process engineering.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa dapat menerapkan konsep-konsep perpindahan panas, massa, dan momentum dalam persoalan proses-proses metalurgi.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	MG 2113 Matematika Terapan	[Prasyarat, bersamaan]		
	KI 2142 Kimia-Fisika	[Prasyarat, bersamaan]		
	MG 2112 Termodinamika Metalurgi	[Prasyarat, bersamaan]		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Latihan-latihan solusi dan kuis.			
<b>Pustaka</b>	1. D.R. Gaskel, An Introduction to Transport Phenomena in Materials Engineering, Macmillan Publishing Co., 1992.			
	2. Bird, Stewart, and Lightfoot, Transport Phenomena, John Wiley & Sons, 2nd. Ed. 2003..			
	3. Geiger and Poirier, Transport Phenomena in Metalurgy, McGraw-Hill, 1973.			
	4. S. Soepriyanto, Fenomena Transport dengan Faktor Geometri, Diktat Kuliah ITB, 2010.			
<b>Panduan Penilaian</b>	Tugas (15%) , UTS (40%) ; UAS (45%)			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	Silabus, pokok bahasan dan penilaian	Memahami ruang lingkup kuliah	1,4
2	Perpindahan panas (1)	Hukum-2 konduksi, konveksi, dan radiasi	Memahami moda dan persamaan dasar perpindahan panas.	1,3,4
3	Perpindahan panas (2)	Konduksi panas dalam pelat datar, silinder, dan dinding komposit	Memahami efek geometri dan sistem berlapis dalam perpindahan panas dan aplikasinya dalam metalurgi.	1,3,4
4	Perpindahan panas (3)	Distribusi temperatur pada aliran dalam pipa. Konduksi tak-tunak.	Memahami profil fluks panas dan distribusi temperatur.	1,3,4
5	Perpindahan panas (4)	Perpindahan panas dengan generasi. Konveksi dan radiasi.	Memahami efek adanya generasi panas, serta adanya konveksi dan radiasi.	1,3,4
6	Perpindahan massa (1)	Hukum Fick's I & II. Difusi & konveksi massa	Memahami penurunan Hukum Fick's dan arti fisiknya.	1,3,4
7	Perpindahan massa (2)	Difusi melalui kapiler. Difusi gas melalui lapisan film Difusi disertai reaksi kimia	Memahami perpindahan massa.melalui kapiler dan lapisan tipis, serta adanya reaksi kimia.	1,3,4
8	UJIAN TENGAH SEMESTER			
9	Perpindahan massa (3)	Difusi dalam padatan tak-tunak.	Memahami difusi tak tunak orde dua dan arti fisiknya.	1,3,4
10	Perpindahan massa (4)	Perpindahan massa disertai dengan reaksi heterogen. Efek faktor geometri dalam persamaan laju.	Memahami laju dan profil konsentrasi dalam reaksi heterogen. Efek geometri pada persamaan fluks dan aplikasi untuk kendali proses.	1,3,4
11	Perpindahan Momentum (1)	Hukum kekentalan Newton. Momentum viscous dan konvektif.	Memahami persamaan dasar perpindahan momentum, efek aliran viscous dan konvektif.	1,2,4
12	Perpindahan Momentum (2)	Aliran fluida diantara dua bidang parallel dan pada bidang miring.	Memahami fluks dan distribusi kecepatan aliran fluida diatas bidang dengan berbagai sudut kemiringan.	1,2,4
13	Perpindahan Momentum (3)	Aliran laminar & turbulen. Aliran fluida dalam pipa silinder.	Memahami batasan dan efek kondisi aliran laminar vs. turbulen Distribusi kecepatan aliran dalam pipa.	1,2,4
14	Perpindahan Momentum (4)	Aliran fluida merayap melalui sebuah bola pejal. Sistim fluidisasi	Memahami fluks dan distribus kecepatan aliran fluida (2)	1,2,4
15	Ringkasan kuliah & materi UAS	Evaluasi contoh soal bid. metalurgi dan kisi uas.	Menguasai penyelesaian soal-soal perpindahan momentum	1,2,4
16	UJIAN AKHIR SEMESTER			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 2213	<b>Bobot sks:</b> 4	<b>Semester:</b> IV	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib Prodi
<b>Nama Matakuliah</b>	Pengolahan Mineral			
	Mineral Processing			
<b>Silabus Ringkas</b>	Pengetahuan dan pemahaman mengenai crushing, grinding, sizing serta cara-cara pemisahan mineral-mineral berharga dari mineral pengotornya yang didasarkan atas perbedaan sifat-sifat fisik mineral agar diperoleh produkta yang memenuhi persyaratan pemakai.			
	Knowledge and understanding about crushing, grinding, sizing and separation techniques of valuable mineral from its gangue based on the difference of their physical characteristics to produce product that accomplish the requirements of consumer demand.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Pentingnya pengolahan mineral dalam industri khususnya industri pertambangan; Aspek-aspek penting pengolahan mineral; Material balances dan metallurgical balances; Mineralogi bahan galian; Crushing; Grinding; Sizing dan screening; Classifying; Konsentrasi Gravitasi; Jigging; Tabling; Spiral; Multi Gravity Separator; Heavy medium separator; High tension separator; Magnetic separator; Flotasi; Dewatering; Materials Handling.			
	The importance of mineral processing in industry especially in mining industry; Important aspects of mineral processing; Material and metallurgical balances; Mineralogy of mineral; Crushing; Grinding; Sizing and screening; Classifying; Gravity Concentration; Jigging; Tabling; Spiral; Multi Gravity Separator; High tension separator; Magnetic separator; Flotation; Dewatering; Materials Handling.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa memahami cara-cara proses pengolahan terhadap suatu mineral (bahan galian) agar dihasilkan produkta yang memenuhi persyaratan.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	TA 2101 Kristal dan Mineral			
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Praktikum			
<b>Pustaka</b>	1. Wills, B.A., Mineral Processing Technology, 5th ed., Pergamon Press, Oxford, 1992.			
	2. Kelly, E.G., dan Spottiswood, D.J., Introduction to Mineral Processing, John Wiley and Sons, New York, 1982.			
	3. Burt, R.O., Gravity Concentration Technology, Elsevier, Amsterdam, 1984.			
	4. SME Mineral Processing Handbook, Weiss, N.L. (Editor), SME of AIME Inc., Vol. I dan II, Kingsport, 1985.			
	5. Currie, J.M., Unit Operations in Mineral Processing, Burnaby-British Columbia, 1973.			
	6. Osborne, D.G., Coal Preparation Technology, Vol I & II, Graham and Trotman Ltd., London, 1988.			
	7. Gaudin, A.M., Principles of Mineral Processing, McGraw Hill Book Co., New York, 1975.			
	8. Mineral Processing Plant Design, Practice, and Control – Proceedings, Mular, A.L., Halbe, D.N., dan Barratt, D.J. (Editors), SMME Inc., Colorado, 2002.			
<b>Panduan Penilaian</b>	UTS : 30% UAS : 40% Tugas : 10% Praktikum : 20%			
<b>Catatan Tambahan</b>	Kelulusan praktikum merupakan syarat untuk kelulusan mata kuliah			

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1a	Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan tujuan PBG</li> <li>- Kaitan PBG dgn aspek eksplorasi dan penambangan</li> <li>- Penggolongan bahan galian</li> </ul>	Mengerti dan memahami peranan PBG dalam industri, khususnya industri pertambangan	1,2,4,5,7
1b	Pokok-pokok PBG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Istilah-istilah penting dalam PBG</li> <li>- Manfaat atau keuntungan PBG baik secara teknis maupun ekonomis</li> <li>- Sifat-sifat fisik bahan galian, khususnya bijih</li> <li>- Persyaratan kualitas bahan galian untuk industri</li> </ul>	Mengerti dan memahami aspek-aspek penting dalam PBG.	1,2,4,5,7
2	Material balances dan metallurgical balances	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Material balances</li> <li>- Water balances</li> <li>- Metallurgical balances</li> <li>- Flowsheet dalam pengolahan mineral</li> </ul>	Memahami dan mampu menyelesaikan perhitungan berbasis material & metallurgical balances.	1,2,4,5,7
3	Kajian Mineralogi Bahan Galian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bentuk dan distribusi partikel mineral dlm bahan galian</li> <li>- Liberasi dan derajat liberasi</li> <li>- Kadar dan perhitungannya</li> <li>- Kaitan antara derajat liberasi dan kadar dengan pengolahan mineral</li> </ul>	Mengerti dan memahami tentang dapat atau tidaknya dilakukan pengolahan mineral pada suatu bahan galian berdasarkan kajian mineralogi	1,2,4,5,7
4	Crushing (Peremukan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian peremukan</li> <li>- Istilah-istilah dalam peremukan</li> <li>- Tahapan proses peremukan</li> <li>- Jenis-jenis proses peremukan</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses peremukan bahan galian menjadi ukuran yang diinginkan	1,2,4,5,7
5	Crushing (Peremukan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mekanisme peremukan</li> <li>- Peralatan-peralatan peremukan</li> <li>- Faktor-faktor yg mempengaruhi keberhasilan proses peremukan</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses peremukan bahan galian menjadi ukuran yang diinginkan	1,2,4,5,6,7
6	Grinding (Penggerusan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian proses penggerusan</li> <li>- Istilah-istilah dalam proses penggerusan</li> <li>- Jenis-jenis proses penggerusan</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses penggerusan sebagai kelanjutan dari proses peremukan.	1,2,4,5,6,7
7	Grinding (Penggerusan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mekanisme penggerusan</li> <li>- Peralatan-peralatan proses penggerusan</li> <li>- Faktor-faktor yg mempengaruhi operasi proses penggerusan.</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses penggerusan sebagai kelanjutan dari proses peremukan.	1,2,4,5,6,7

8	UTS			
9a	Sizing dan Screening	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan tujuan pengayakan</li> <li>- Analisis ayak</li> <li>- Macam-macam standar ayakan</li> <li>- Jenis-jenis pengayakan</li> <li>- Tahap-tahap pengayakan</li> <li>- Istilah-istilah dalam proses pengayakan</li> <li>- Efisiensi pengayakan</li> <li>- Faktor-faktor yang mempengaruhi operasi pengayakan</li> <li>- Peralatan-peralatan proses pengayakan</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses pengayakan baik untuk skala laboratorium (sizing) maupun skala industri (screening), mampu membuat laporan hasil analisis ayak dengan berbagai metode.	1,2,4,5,6,7
9b	Classifying	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan tujuan classifying</li> <li>- Mekanisme classifying</li> <li>- Jenis-jenis classifier</li> <li>- Faktor-faktor yang berpengaruh pada classifying</li> <li>- Efisiensi classifier</li> <li>- Hubungan terbuka dan hubungan tertutup</li> <li>- Circulating load dan circulating load ratio</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses pemisahan berdasarkan ukuran partikel dalam media fluida	1,2,4,5,6,7
10	Konsentrasi Gravitasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan tujuan proses konsentrasi gravitasi</li> <li>- Jenis-jenis proses konsentrasi gravitasi</li> <li>- Jigging</li> <li>- Sluicing</li> <li>- Tabling</li> <li>- Spiral</li> <li>- Multi Gravity Separator</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses pengkayaan (peningkatan kadar) bahan galian dengan memanfaatkan perbedaan berat jenis	1,2,3,4,5,6,7
11	Heavy Medium Separation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan pemisahan dgn cairan berat</li> <li>- Jenis-jenis cairan berat</li> <li>- Mekanisme pemisahan dgn cairan berat</li> <li>- Uji endap-apung</li> <li>- Uji ketercucian batubara (washability test)</li> <li>- Peralatan pemisahan dgn cairan berat</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses pemisahan (konsentrasi) dengan menggunakan media berat, mampu melakukan, membuat dan menganalisis uji ketercucian batubara.	1,2,4,5,7
12a	Konsentrasi Magnetik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan tujuan proses konsentrasi magnetik</li> <li>- Klasifikasi konsentrasi magnetik</li> <li>- Sifat kemagnetan dari mineral</li> <li>- Tipe-tipe magnetic separator</li> <li>- Mekanisme konsentrasi magnetik</li> <li>- Faktor-faktor yg berpengaruh pada konsentrasi magnetik</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses konsentrasi dengan memanfaatkan perbedaan sifat kemagnetan dari mineral.	1,2,4,5,7
12b	Konsentrasi Elektrostatik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan tujuan proses konsentrasi elektrostatik</li> <li>- Klasifikasi konsentrasi elektrostatik</li> <li>- Sifat daya hantar listrik dari mineral</li> <li>- Tipe-tipe electrostatic separator</li> <li>- Mekanisme konsentrasi elektrostatik</li> <li>- Faktor-faktor yg berpengaruh pada konsentrasi elektrostatik</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses konsentrasi dengan memanfaatkan perbedaan sifat kelistrikan dari mineral.	1,2,4,5,7
13	Flotasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan tujuan flotasi</li> <li>- Teori flotasi</li> <li>- Mekanisme flotasi</li> <li>- Sifat permukaan mineral terhadap gelembung udara.</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses konsentrasi dengan memanfaatkan perbedaan sifat kesukaan partikel terhadap gelembung udara.	1,2,4,5,7
14	Flotasi (lanjutan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jenis-jenis flotasi</li> <li>- Reagen-reagen flotasi</li> <li>- Prosedur proses flotasi</li> <li>- Jenis-jenis peralatan flotasi</li> <li>- Faktor-faktor yg berpengaruh pada proses flotasi</li> <li>- Sirkuit flotasi</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses konsentrasi dengan memanfaatkan perbedaan sifat kesukaan partikel terhadap gelembung udara.	1,2,4,5,7
15a	Dewatering (pengurangan kadar air)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thickening</li> <li>- Filtering</li> <li>- Drying</li> </ul>	Mengerti dan memahami cara-cara mengurangi kadar air suatu material hasil proses konsentrasi.	1,2,4,5,7,8
15b	Materials Handling	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dry solid handling</li> <li>- Slurry handling</li> <li>- Tailing disposal</li> </ul>	Mengerti dan memahami cara penanganan material hasil proses konsentrasi.	1,2,4,5,7,8
16	UAS			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 2214	<b>Bobot sks:</b> 3	<b>Semester:</b> IV	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> <b>Teknik Metalurgi</b>	<b>Sifat:</b> Wajib Prodi
<b>Nama Matakuliah</b>	Kinetika Metalurgi Metallurgical Kinetics			
<b>Silabus Ringkas</b>	Matakuliah ini tentamannya berkaitan dengan diskripsi urutan proses dalam reaksi-reaksi heterogen, konsep langkah pengendali laju, formulasi persamaan-persamaan laju reaksi dan interpretasi data kinetika. The course deals mainly with the description of the process sequence in heterogeneous reactions, the concept of rate controlling step, the formulation of rate equations and the interpretation of kinetics data.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Definisi dari reaksi-reaksi homogen dan heterogen dan pemahaman persamaan-persamaan laju reaksi yang berkesesuaian; teori konstanta laju reaksi dan katalisis; penentuan orde reaksi dari data batch reactor dan metoda integral untuk analisis data. Reaktor-reaktor ideal untuk reaksi homogen termasuk reaktor-reaktor batch, mixed dan plug flow tunak. Deskripsi tahapan proses dalam reaksi reaksi heterogen; konsep langkah pengendali laju. Formulasi persamaan-persamaan kinetika untuk proses-proses elektrodik dan proses-proses metalurgi lainnya yang dapat diterapkan untuk geometri-geometri bidang datar dan bola; interpretasi data kinetika; dan formulasi proses difusi tidak tunak dalam padatan. Formulasi laju perpindahan massa tunak dan tidak tunak serta perpindahan massa dengan boundary yang bergerak. Definition of homogeneous and heterogeneous reactions and understanding their corresponding rate expression; theory of rate constant and catalysis; determination of reaction order from batch reactor data; and integral method of analysis of data. Ideal reactor for a single homogeneous reaction which includes ideal batch reactor, steady state mixed flow and plug flow reactor. Description of process sequence in heterogeneous reactions; concept of rate controlling step; formulation of rate equations for electrodic processes and other metallurgical processes that can be applied for flat and spherical geometries; interpretation of kinetics data; and formulation of rate of steady state and unsteady state mass transfer, and mass transfer in the process of moving boundary.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa yang mempunyai dasar pengetahuan tentang konsep-konsep kinetika yang dapat digunakan untuk memformulasi persamaan-persamaan kinetika dan mengimplementasikannya untuk mengkaji proses-proses metalurgi.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	MG 2112 Termodinamika Metalurgi	Prasyarat		
	MG 2212 Fenomena Transport Metalurgi	Bersamaan		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Tugas			
<b>Pustaka</b>	1. Huang, H.H., Fundamentals of Mass Transfer and Reaction Kinetics, Unit Process in Extractive Metallurgy (Hydrometallurgy, A modular tutorial course designed for self-practised learning, University of Utah, 1980 (Pustaka Pendukung) 2. Levenspiel, O., Chemical reaction Engineering, 3rd Ed. John Wiley and Sons, New York, 1999 (Pustaka Utama) 3. Bockris, J. O'M. and Reddy, Modern Electrochemistry, Vol. 2, A Plenum/Rosseta Ed., 1970. (Pustaka Utama) 4. Szekeley, J. and Themelis, N. J., Rate Phenomena in Process Metallurgy, Wiley Interscience, 1971.			
<b>Panduan Penilaian</b>	UTS : 50% UAS : 50% assay Tugas : diselesaikan di kelas selama tutorial			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	- Termodinamika vs Kinetika - Klasifikasi reaksi - Definisi laju reaksi - Hukum aksi massa dan kaitannya dengan laju reaksi	Memberikan pemahaman apa saja yang dipelajari dalam termodinamika dan kinetika; reaksi homogen dan heterogen; ekspresi laju reaksi dan relasi laju konsumsi /pembentukan dngan laju konsumsi/pembentukan satu komponen dengan komponen lainnya berdasarkan stoikiometri.	No1: Modul 2 (Hal : 2.1.1-2.15)
	Teori Konstanta Laju Reaksi	- Ekspresi Arrhenius dan konsep energi aktivasi - Katalisis	Memberikan pemahaman tentang teori konstanta laju reaksi, kaitannya dengan suhu, konsep energi aktivasi dan fungsi katalis.	No1: Modul 2 (Hal: 2.1.5-2.2.1)
2	Kinetika Reaksi Homogen I	Penentuan orde reaksi dari data Batch Reactor	Memberikan pemahaman cara menentukan orde reaksi dari data pengukuran dalam suatu Batch Reactor dengan metoda deferensial, waktu paruh dan metoda integral	No1 : Modul 2 (hal: 2.2.1-2.2.15)
3	Kinetika Reaksi Homogen II	-Reaksi paralel irreversibel -Reaksi katalis homogen -Reaksi serie irreversible	Menjelaskan cara menurunkan persamaan kinetika untuk reaksi paralel dan seri serta reaksi katalisis.	No 2 : Bab 3 (Hal: 54-60)
4	Kinetika reaksi homogen III	-Reaksi reversible orde 1 -Reaksi reversible orde 2 -Reaksi-reaksi dengan perubahan orde reaksi	Memberikan pemahaman cara menurunkan persamaan-persamaan kinetika reaksi reversible.	No 2 : Bab 3 (Hal: 62-66)
5	Reaksi heterogen I	-Langkah-langkah reaksi dan langkah pengendali reaksi -Proses perpindahan massa	Memberikan introduksi, langkah-langkah reaksi dan langkah pengendaliannya serta memberikan pemahaman persamaan dasar proses perpindahan massa untuk geometri bidang datar.	No 1: Modul 2 (Hal:2.3.1-2.3.11)
6	Reaksi Heterogen II & III	- Reaksi elektrodik - Penurunan persamaan Butler Volmer untuk proses yang terkendali oleh laju reaksi antarmuka dan persamaan Ficks untuk proses yang terkendali oleh	Mahasiswa dapat menjelaskan apa yang dimaksud dengan reaksi elektrodik dan dapat menurunkan persamaan Butler- Volmer dan persamaan perpindahan massa serta menggunakannya dalam proses elektrodeposisi dan pelarutan logam.	No 3 : Bab 8 & 9 (Hal: 862 - 1079)

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
		<i>laju perpindahan massa.</i>		
7	Reaksi Heterogen III	<i>Proses elektrodik yang berlangsung lebih dari satu langkah dan penentuan koefisien perpindahan muatan RDS.</i>	<i>Memberikan pemahaman cara menggunakan persamaan Butler Volmer dalam selang overpotensial rendah dan dalam selang overpotensial potensial tinggi serta kinetika reaksi elektrodik yang terkendali oleh perpindahan massa.</i>	<i>No 2 : Bab 8 (Hal : 883-892) dan Bab 9 (Hal: 1036-1079)</i>
8	UTS			
9	Reaksi Heterogen IV	<i>Persamaan kinetika untuk reaksi heterogen yang rreversibel. (geometri bidang datar)</i>	<i>Memberikan pemahaman cara menurunkan persamaan kinetika reaksi heterogen yang irreversible dengan geometri bidang datar.</i>	<i>No 1 : modul 2 (Hal : 2.5.1-2.5.7)</i>
10	Reaksi Heterogen V	<i>Persamaan kinetika untuk reaksi heterogen yang irreversible. (i) Shrinking core model (koordinat bola)</i>	<i>Memberikan pemahaman cara menurunkan persamaan kinetika reaksi heterogen yang irreversible yang terkendali oleh laju difusi melalui lapis difusi dalam fluida, melalui ash dan terkendali oleh laju reaksi.</i>	<i>No 1 : Modul 2 (Hal: 2.6.1-2.6.8)</i>
11	Reaksi Heterogen VI	<i>Persamaan kinetika untuk reaksi heterogen yang irreversible. (ii) Shrinking particle model.</i>	<i>Memberikan pemahaman cara menurunkan persamaan kinetika reaksi heterogen dengan model shrinking spherical particles.</i>	<i>No 1 : Modul 2 (Hal: 2.6.1-2.6.8)</i>
12	Introduksi Perancangan Reaktor I	<i>Introduksi rancangan reaktor reaksi homogen.</i>	<i>Memberikan pemahaman persamaan-persamaan untuk batch flow system yang densitynya konstan dan berubah pada T dan P konstan.</i>	<i>No 2 : Bab 4 (Hal: 83 – 89)</i>
13	Introduksi Perancangan Reaktor II	<i>Reaktor-reaktor ideal untuk reaksi homogen tunggal.</i>	<i>Memberikan pemahaman cara merancang reaktor-reaktor batch, steady-state mixed flow dan plug flow.</i>	<i>No 2 : Bab 5 (Hal: 90 – 110)</i>
14	Perpindahan Massa Lanjutan I	<i>Perpindahan massa akibat konveksi paksa dan konveksi natural melalui boundary layer laminar serta konsep koefisien perpindahan massa.</i>	<i>Memberikan pemahaman proses perpindahan massa akibat konveksi paksa dan konveksi natural melalui boundary layer.</i>	<i>No 4 : Bab 12 (Hal : 415-423)</i>
15	Perpindahan Massa Lanjutan II	<i>Film model untuk perpindahan massa. Surface renewal model untuk perpindahan massa.</i>	<i>Memberikan pemahaman penurunan persamaan film model untuk perpindahan massa dan surface renewal model untuk gelembung yang berpindah dalam liquid.</i>	<i>No 4 : Bab 12 (Hal : 425-431)</i>
16	UAS			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 2215	<b>Bobot sks:</b> 4 SKS	<b>Semester:</b> IV	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> <b>Teknik Metalurgi</b>	<b>Sifat:</b> <b>Wajib Prodi</b>
<b>Nama Matakuliah</b>	Perhitungan Metalurgi Proses			
	Calculation in Metallurgical Process			
<b>Silabus Ringkas</b>	Penggunaan termodinamika untuk mengkonstruksi neraca-neraca massa dan panas, diagram-diagram kestabilan dan diagram-diagram fasa biner; penentuan distribusi komponen kesetimbangan antara lelehan logam dan slag; teori dasar dari diagram terner.			
	Application of thermodynamics for constructing mass and energy balances, stability and binary phase diagrams; determining the equilibrium distribution of components between molten metal and slag; and fundamental theory of ternary diagrams.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Kuliah ini berkaitan dengan penggunaan persamaan-persamaan termodinamika dalam mengkaji kespontanan dan keterbatasan unit-unit proses dalam metalurgi ekstraksi; konstruksi neraca-neraca massa dan panas unit-unit proses metalurgi ekstraksi, diagram-diagram kestabilan fasa dan diagram-diagram fasa biner sederhana; pembahasan secara komprehensif prosedur aplikasi diagram-diagram fasa terner, aplikasi pendekatan Criss-Cobble untuk mengkonstruksi diagram potensial-pH pada suhu > 25°C. Dikuti dengan introduksi proses-proses elektrodik dalam metalurgi ekstraksi, sifat-sifat fisika dan kimia dari slag termasuk penggunaan teori-teori ionik dan molekular dalam penentuan aktivitas komponen-komponen dalam lelehan slag dan penggunaan parameter interaksi dalam penentuan koefisien aktivitas solut-solut dalam lelehan logam. Yang dilanjutkan dengan penentuan distribusi kesetimbangan komponen-komponen dalam lelehan logam dan slag.			
	The course deals with the application of thermodynamics equations in assessing the spontaneity and the limitation of unit processes in extractive metallurgy; construction of mass and energy balances of unit processes in extractive metallurgy; stability phase diagrams and simple binary phase diagrams; comprehensive discussion of the application procedure of ternary phase diagrams, the application of Criss-Cobble estimation for constructing potential-pH diagrams at temperature > 25°C. Followed by introducing the electrodic processes in extractive metallurgy; the physical and chemical properties of the slag including the application of ionic and molecular theories to determine the activity components in molten slags and the application of parameter interaction in determining the activity coefficients of solutes in molten metals which is followed by determination of equilibrium distribution of components in molten metal and slag.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa-mahasiswa yang mempunyai dasar pengetahuan untuk melakukan perhitungan-perhitungan dalam pirometalurgi, hidrometalurgi dan elektrometalurgi serta proses metalurgi lainnya.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	MG 2112 Termodinamika Metalurgi	Prasyarat		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Tugas			
<b>Pustaka</b>	1. Rosenqvist T., Principles of Extractive Metallurgy, 2nd Ed, Taper academic press, 2004. (Pustaka Utama).			
	2. Coudurier, L., Hopkins D.W., Wilkomirsky I., Fundamental of Metallurgical Process 2nd Ed, Pergamon Press, 1985. (Pustaka Utama).			
	3. Bamer, H.E. and Scheuerman, R.V., Handbook of Thermochemical Data for Compounds and Aqueous Species, John Wiley and Sons ,1978. (Pustaka Utama).			
	4. West, D.R.F., Ternary Equilibrium Diagram, 2nd Ed., Chapman and Hall, 1982. (Pustaka Utama).			
	5. Gaskell, D.R., Introduction to The Thermodynamics of Materials, 3rd Ed. Taylor & Francis, 1995. (Pustaka Utama).			
<b>Panduan Penilaian</b>	UTS : 50% UAS : 50% assay Tugas : diselesaikan di kelas selama tutorial			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Neraca Massa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pendahuluan</li> <li>- Neraca massa</li> <li>- Contoh-contoh perhitungan neraca massa sederhana</li> </ul>	Memberikan ulasan singkat unit-unit proses metalurgi ekstraksi. Menjelaskan cara menentukan neraca massa	No 1: Bab 1 (Hal : 1-17)
2	Neraca panas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Neraca panas</li> <li>- Contoh Perhitungan neraca panas pada proses kalsinasi dan pemanggangan</li> </ul>	Membahas Menjelaskan cara membuat neraca panas. Mengulas proses kalsinasi dan pemanggangan. Melatih pembuatan neraca panas pada proses kalsinasi dan pemanggangan	No 1: Bab 2 dan Bab 8 (Hal :28-38)
3	Penggunaan diagram Ellingham-Richardson	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengulasan kembali cara mengkonstruksi diagram Ellingham-Richardson untuk pembentukan oksida sulfida karbida.</li> <li>- Penggunaan diagram-diagram Ellingham dan</li> </ul>	Melatih penggunaan diagram Ellingham Richardson untuk pembentukan oksida dan karbida.	No 2: Bab 2 (Hal: 73-80); Bab 5 (Hal 138-146); No : 5 Bab 12 (Hal 356-374)

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
	Diagram Boudouard dan Chaudron  Contoh perhitungan neraca massa dan panas dalam tanur tiup	Richardson - Pengulangan kembali cara mengkonstruksi diagram Boudouard dan Chaudron untuk reduksi besi oksida dan oksida lainnya dengan CO dan H <sub>2</sub> - Penggunaan diagram Boudouard dan Chaudron	Menjelaskan cara membuat dan menggunakan diagram Boudouard dan Chaudron  Melatih pembuatan neraca massa dan panas dalam pembuatan besi	No 2: Bab 5 (Hal : 156-161)  No 1: Bab 9 (Hal: 247-250)
4	Konstruksi diagram fasa biner kesetimbangan	- Diagram fasa biner yang membentuk larutan padat sempurna. - Diagram fasa biner yang membentuk sistem eutektik sederhana	Melatih cara mengkonstruksi diagram fasa biner dari data termodinamika	No 5: Bab (Hal: 281-307)
5	Penentuan aktivitas komponen dari diagram fasa	- Penentuan aktivitas komponen dalam lelehan. - Penentuan aktivitas komponen dalam solid solution. - Prediksi penurunan titik beku lelehan logam	Melatih cara menggunakan diagram fasa untuk memprediksi aktivitas dalam lelehan dan dalam paduan. Melatih cara menggunakan data termodinamika dalam menentukan penurunan titik beku	No 5 :Bab (Hal: 281-307)
6	Diagram Terner I	- Pendahuluan - Diagram terner yang membentuk satu sistem eutektik - Studi isoplethal - Pembuatan pseudo binary diagram dan potongan isothermal	Memberikan introduksi cara menentukan komposisi dan garis alkemade dalam diagram terner. Melatih cara melakukan studi isoplethal, pembuatan pseudo binary diagram dan potongan isothermal	No 4: Bab 1 (Hal: 1-10) dan Bab 4 (Hal: 42-50)
7	Diagram Terner II	- Diagram terner yang membentuk dua dan tiga sistem eutektik - Diagram terner yang membentuk satu sistem peritektik dan satu sistem eutektik - Studi isoplethal - Pembuatan diagram pseudo binary dan potongan isothermal - Introduksi diagram terner beberapa sistem oksida	Mengintroduksi kan cara menggunakan diagram terner yang membentuk dua sistem eutektik serta satu sistem peritektik dan satu sistem eutektik	No 4: Bab 5 (Hal: 66-82)
8	Diagram Terner III  UTS	- Diagram terner yang dengan lelehan 2 fasa. - Diagram terner yang membentuk larutan padat - Implementasi dalam sistem oksida terner	Mengintroduksi kan cara menggunakan diagram terner yang dengan lelehan dua fasa dan diagram terner yang membentuk larutan padat. Menjelaskan cara mengimplementasi dalam sistem oksida	Hand out
9	Teori Slag I	- Introduksi sifat – sifat fisika dan kimia slag. - Penentuan basisitas aktivitas dan komponen dalam slag berdasarkan teori ionik.	Memberikan introduksi tentang perilaku slag dan melatih cara menghitung basisitas slag; dan aktivitas komponen dalam slag berdasarkan teori Temkin dan Flood	No 2: Bab 6 (Hal: 212-225)
10	Teori slag II  Larutan encer multi komponen  Keseimbangan slag dengan logam	- Penentuan basisitas aktivitas dan komponen dalam slag berdasarkan teori molekular. - Penentuan koefisien aktivitas solut dalam larutan encer multi komponen dengan menggunakan parameter interaksi  Distribusi komponen dalam lelehan slag dan logam	Melatih cara menghitung aktivitas komponen dalam slag berdasarkan teori molekular.  Mengintroduksi cara memprediksi koefisien aktivitas solut larutan encer multi komponen  Menjelaskan cara memprediksi distribusi komponen dalam slag dan logam yang berkesetimbangan	No 2: Bab 6 (Hal: 225-232)  No 1: Bab 13 (Hal: 351-353)  No 2: Bab 8 (Hal: 366-371)
11	Proses Elektrodik I	- Pendahuluan - Keseimbangan dalam proses elektrodik. - Konsep aktivitas komponen dalam larutan aqueous - Prdiksi koefisien aktivitas ion dalam larutan aqueous encer dengan metoda Debye-Huckell	Mengulas kembali proses-proses elektrodik dalam metalurgi ekstraksi , persamaan kesetimbangan dan cara menentukan aktivitas dan koefisen aktivitas ion dalam larutan aqueous encer.	No 5: Bab 14 (Hal: 493-500)+ Handout
12	Proses Elektrodik II	- Konstruksi diagram potensial –pH pada suhu 298 K - Introduksi penggunaan	Mengulas kembali cara mengkonstruksi diagram potensial –pH pada suhu 298K. Mengintroduksi cara menggunakan diagram potensial-pH	No 5: Bab 14 (Hal: 525-535) dan handout



<i>Mg#</i>	<i>Topik</i>	<i>Sub Topik</i>	<i>Capaian Belajar Mahasiswa</i>	<i>Sumber Materi</i>
		<i>diagram potensial-pH dalam hidro-elektrometalurgi</i>	<i>dalam hidro-elektrometalurgi.</i>	
13	<i>Proses Elektrodik III</i>	<i>-Konstruksi diagram potensial –pH pada suhu &gt; 298 K</i>	<i>Menjelaskan cara mengkonstruksi diagram potensial –pH pada suhu &gt; 298K dengan pendekatan Criss dan Cobble</i>	<i>No 3: Bab 2 (Hal: 15-26) dan handout</i>
14	<i>Potensial Sel</i>	<i>Perhitungan potensial sel dalam proses elektrometalurgi</i>	<i>Memberikan pemahaman perbedaan proses spontan dan dipaksakan, beda elektrowining dan elektrorefining, cara menghitung potensial sel, efisiensi dan kebutuhan listrik.</i>	<i>No 1: Bab 16 (Hal 242–451)</i>
15	<i>Penentuan neraca panas pada proses elektrowinning</i>	<i>- Introduksi proses elektrolisis lelehan garam. - Introduksi cara membuat neraca panas dalam peleburan aluminium</i>	<i>Mengintroduksi cara menentukan neraca panas dalam suatu proses elektrowining</i>	<i>Handout</i>
16	<i>UAS</i>			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 2114	<b>Bobot sks: 3 SKS</b>	<b>Semester: III</b>	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> <b>Teknik Metalurgi</b>	<b>Sifat :</b> <b>Wajib</b>
<b>Nama Mata Kuliah</b>	Kekuatan Material Strength of Material			
<b>Silabus Ringkas</b>	Mata kuliah ini mempelajari tentang metoda statik dalam analisis struktur dan desain melalui pengenalan reaksi bahan terhadap beban mekanik dan perubahan suhu This lecture is study of methods of static in structural and design analysis by understanding materials response due to mechanical loading dan temperature change.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Mata kuliah ini mempelajari pembebanan aksial, tegangan geser, tegangan pada sudut miring, pertimbangan tegangan pada desain, tegangan dan regangan akibat pembebanan aksial, sifat-sifat mekanik logam, pengujian tarik, pengujian kekerasan dan pengujian fatik, pembebanan puntir, pembebanan tekuk atau lentur, analisis dan desain batang untuk pembebanan bending, tegangan geser pada batang, tegangan pada bejana berdinding tipis (pressure vessel, pipe, tank), transformasi tegangan dan regangan dan teori kegagalan elastic. In this lecture, axial loading, shear stress, stress on an oblique plane under axial loading, design considerations, stress and strain under axial loading, mechanical properties of materials, tensile testing, hardness testing, fatigue testing, torsion loading, bending loading, analysis and design for bending, shear stress in beams, stress and strain in thin-walled members (pressure vessel, pipe, tank), transformation of stress and strain, and elastic theory of failure.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Melalui pemahaman mengenai metoda static diharapkan mahasiswa mampu untuk memahami berbagai tegangan dan regangan yang akan dialami oleh material akibat beban mekanik dan dapat mengaitkannya dengan berbagai hal terkait yang akan ditemui pada kuliah-kuliah lanjutan			
<b>Mata Kuliah Terkait</b>	1. FI 1101 Fisika Dasar IA	Prerequisit		
	1. FI 1201 Fisika Dasar IIA	Prerequisit		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Responsi, Quiz			
<b>Pustaka</b>	1. William A. Nash, Strength of Materials, Theory and Problems (Schaum's Outline), McGraw-Hill, 4th ed, 1998. 2. Alexander, J.M., Strength of Materials Vol. 1: Fundamentals, Ellis Horwood Ltd, 1981. 3. Durka, Morgan and Williams, Structural Mechanics, 5th ed., Longman, 1996. 4. Heam, E. J., Mechanics of Materials, 2nd Ed., Vol.1, Pergamon Press, 1985. 5. Ugural, A. C. and Fenster, S. K., Advanced Strength and Applied Elasticity, Edward Arnold, 1984. 6. Timoshenko, S., Strength of Materials, D. Van Nostrand Company, NY. 7. Dieter, George E., Mechanical Metallurgy, SI Metric Ed., McGraw-Hill, NY, 1988.			
<b>Panduan Penilaian</b>	Penilaian didasarkan pada hasil ujian tengah semester (UTS), ujian akhir semester (UAS), quiz, dan tugas mandiri. Masing-masing dengan bobot 40%, 40%, 10%, dan 10%.			
<b>Catatan Tambahan</b>	Pemahaman mahasiswa terhadap kuliah ini dapat ditingkatkan melalui latihan soal dan perlu dimonitor selalu melalui quiz lalu dibahas.			

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Pustaka yang Relevan
1	Pendahuluan dan Konsep Kekuatan Material	Pendahuluan sifat mekanik sifat logam, metoda pembebanan, frekwensi pembebanan, contoh pentingnya sifat dan aplikasinya, review singkat metoda static dalam analisis struktur dan desain	Memahami sifat-sifat mekanik logam, metoda dan frekuensi pembebanan dan aplikasinya.	1-2
2	Keseimbangan Sistem Gaya Statik	Jenis sistem gaya, gaya colliner, concurrent, concurrent-coplanar, nonconcurrent-coplanar, concurrent-noncoplanar, resultan gaya-gaya, gaya aksi dan reaksi, segitiga gaya, solusi grafis dan aljabar, free-body, struktur sederhana, resultan dan keseimbangan gaya pada bidang, contoh-contoh kasus	Memahami jenis-jenis sistem gaya dan contoh-contoh kasus.	1-6
3	Reaksi-reaksi Pada Penumpu dan Momen	Reaksi pada penumpu, sistem determinate dan non-determinate, penumpu engsel, penumpu rol, penumpu jepit, penumpu tali, kasus pada balok sederhana, momen, contoh-contoh kasus	Memahami reaksi-reaksi pada penumpu dan momen pada balok sederhana dan contoh-contoh kasus.	1-6
4	Gaya Nonconcurrent Coplanar dan Truss	Gaya nonconcurrent-coplanar, penggambaran dalam metoda grafis, tiang penyangga, diagram Cremona, beban kritis pada truss, contoh-contoh kasus	Memahami gaya-gaya nonconcurrent-coplanar dan penggambarannya pada contoh-contoh kasus	1-6
5	Gaya Concurrent-Noncoplanar	Gaya concurrent-noncoplanar, contoh-contoh kasus	Memahami gaya-gaya concurrent-noncoplanar dan penggambarannya pada contoh-contoh kasus	1-6
6	Tegangan Sederhana	Tegangan, tegangan sederhana atau langsung, tegangan tarik, tegangan tekan, tegangan geser, tegangan tak langsung: tegangan tekuk, tegangan puntir, tegangan kombinasi, contoh-contoh kasus	Memahami tegangan sederhana pada contoh-contoh kasus	1-6
7	Perilaku Bahan dalam Perancangan	Sifat bahan dan perancangan, tegangan dan regangan, kekuatan luluh, kekuatan tarik, kekuatan geser, pengujian tarik, bahan ulet dan getas, modulus elastisitas, keuletan, plastisitas, Poisson's ratio, tegangan yang diijinkan, faktor keamanan, ekspansi termal, tegangan akibat termal, tegangan dan beban pada bahan komposit, contoh-contoh kasus	Memahami perilaku/sifat bahan dalam perancangan dan aplikasinya	1-6
8	Titik Berat, Momen Inersia dan Tegangan pada Balok	Titik berat, titik berat area, titik berat area komposit, titik berat padatan sederhana, momen inersia, transfer formula, contoh-contoh kasus	Memahami titik berat, momen inersia dan tegangan pada balok pada contoh-contoh kasus	1-6
9		UTS		
10	Tegangan Pada Bejana Berdinding Tipis	Tegangan dan regangan pada bejana berbentuk silinder, berbentuk bola dan tangki, contoh-contoh kasus	Memahami tegangan pada bejana berdinding tipis pada contoh-contoh kasus	1-6
11	Pembebanan Torsi (Puntir)	Pendahuluan, diskusi awal tentang tegangan pada sebuah batang/poros, deformasi pada poros bulat (padat/pejal atau berlubang), tegangan-tegangan pada daerah elastis,	Memahami pembebanan torsi berserta pemakaiannya dalam contoh kasus	1-6

**Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB**      **Kur2013-Teknik Metalurgi**      **Halaman 18 dari 79**

Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB

Dokumen ini adalah milik Program Studi Teknik Metalurgi - ITB.

Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan MG-ITB.

<i>Mg#</i>	<i>Topik</i>	<i>Sub Topik</i>	<i>Capaian Belajar Mahasiswa</i>	<i>Pustaka yang Relevan</i>
		contoh-contoh kasus		
12	Pembebanan Tekuk (Bending)	Pendahuluan, pure bending, deformasi pada pure bending, tegangan dan deformasi elastis, deformasi pada penampang melintang, bending pada batang yang terbuat dari beberapa bahan, konsentrasi tegangan, pembebanan aksial eksentrik, contoh-contoh kasus	Memahami pembebanan tekuk beserta pemakaiannya dalam contoh kasus	1-6
13	Analisis dan Desain Batang untuk Bending	Pendahuluan, diagram momen shear dan bending, hubungan antara beban, geseran, momen tekuk dan defleksi, contoh-contoh kasus	Memahami analisis dan desain batang untuk bending beserta pemakaiannya dalam contoh kasus	1-6
14	Tegangan Kombinasi	Pendahuluan, transformasi plane stress, tegangan utama: maximum shearing stress, diagram Mohr's untuk plane stress, aplikasi lingkaran Mohr pada analisis tegangan tiga dimensi, contoh-contoh kasus	Memahami tegangan kombinasi beserta pemakaiannya dalam contoh kasus	1,7
15	Teori Kegagalan Elastik	Tegangan dan regangan maksimum, Energi distorsi, regangan geser Mohr untuk material getas	Memahami teori kegagalan elastik beserta pemakaiannya dalam contoh kasus	1,7
16	UAS			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 2216	<b>Bobot sks:</b> 4 SKS	<b>Semester :</b> IV	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib
<b>Nama Matakuliah</b>	Metalurgi Fisik Physical Metallurgy			
<b>Silabus ringkas</b>	Matakuliah ini mempelajari hubungan antara struktur mikro logam dan paduan logam dengan sifat mekanik, termasuk didalamnya struktur logam, deformasi, konsep kekuatan dan penguatan paduan logam, diagram fasa dan paduan logam. In this lecture, the relation between microstructure of metal and alloy and the mechanical properties of metal/alloy is studied. Metal structures, deformation, concept of strength and strengthening alloy, phase diagram, metal alloys are also discussed.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Secara umum matakuliah ini mempelajari hubungan antara struktur mikro logam/paduan dengan sifat mekanik. Didalamnya dipelajari mengenai struktur kristal logam, faktor tumpukan atom, kepadatan bidang dan garis, kristalografi, metalografi kualitatif dan kuantitatif, metoda analisis logam (difraksi sinar-X, scanning electron microscope, spectrometry, atomic force microscopy), ketidakefektifan pada logam (cacat titik, cacat garis, cacat permukaan), solidifikasi, butiran dan batas butiran, difusi, sifat-sifat mekanik logam dan pengujianya, deformasi plastis, pengerasan regangan dan pengaruh temperature, mekanisme-mekanisme penguatan logam, fasa dan larutan padat, diagram fasa paduan logam, dasar-dasar perlakuan panas, paduan besi-baja dan paduan nir-besi. In this lecture the relation between microstructure of metal and alloy and the mechanical properties of metal/alloy is studied. Structures of metal, atomic packing factor, line and plane density in crystal, crystallography, qualitative and quantitative metallography, metal/alloys analysis methods (X-ray diffraction, scanning electron microscope, spectrometry, atomic force microscopy), defect in metal structures (point defects, dislocations, surface defects), solidification, grain and grain boundary, diffusion, mechanical properties and testing, plastic deformation, strain hardening and temperature effect, strengthening mechanisms, phase and solid solution, phase diagram of metal alloys, fundamental of heat treatment, ferrous and non-ferrous alloys.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa diharapkan memahami dan menguasai pengetahuan mengenai pengaruh struktur paduan logam terhadap sifat-sifatnya yang aplikatif. Selain itu diharapkan mahasiswa mendapatkan keterampilan melakukan analisis dan karakterisasi paduan logam.			
<b>MataKuliah Terkait</b>	1. TA 2101 Kristal & Mineral	Prerequisite		
	2. MG 2114 Kekuatan Material	Prerequisite		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Responsi, quiz, praktikum			
<b>Pustaka</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reed-Hill, R.E., Abbaschian, R., Physical Metallurgy Principles, PWS-Kent Publishing Company, Boston, 1992.</li> <li>2. Verhoeven, J.D., Fundamentals of Physical Metallurgy, John Wiley&amp;Sons, 1975.</li> <li>3. Askeland, Donald R., The Science and Engineering of Materials, VNR International, 1988</li> <li>4. Callister, William D., Materials Science and Engineering an Introduction, John Wiley, 1997</li> <li>5. Avner, S.H., Introduction to Physical Metallurgy, McGraw-Hill, 1974.</li> <li>6. Smallman, R.E., Modern Physical Metallurgy, Butterworth, 1985.</li> <li>7. Dieter, G., Mechanical Metallurgy, McGraw-Hill, 1986</li> <li>8. Sinha, K., Ferrous Physical Metallurgy, Elsevier, 1990.</li> <li>9. Hertzberg, Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials,</li> <li>10. Van der Vort, Metallography</li> </ol>			

Mg #	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Pustaka yang Relevan
1	Struktur logam	Struktur kristal logam, faktor tumpukan atom, kepadatan bidang dan garis, kristalografi, proyeksi stereografi, jarak antar bidang dan XRD	Memahami susunan atom dalam struktur kristal logam, bidang, arah, proyeksi stereografinya dan metoda karakterisasinya.	1-9
2	Metalografi	Preparasi spesimen, metalografi kualitatif dan metalografi kuantitatif (persen fasa, grain size, particle size).	Memahami prinsip metalografi dan analisisnya.	10
3	Metoda analisis logam	Difraksi sinar-x (Bragg law, Scherrer analysis, retained austenite, residual stress) scanning electron microscope (SEM), EDS/EDAX dan transmission electron microscope (TEM), spectrometry, atomic force microscopy.	Memahami secara singkat dasar-dasar analisis terhadap struktur mikro dan komposisi mikro paduan logam.	1-10
4	Ketidakefektifan Pada Logam	Cacat titik (kekosongan, interstisi, substitusi, Schottky, Frenkel), cacat garis (dislokasi tepi, dislokasi ulir, vektor Burger), cacat permukaan (batas butiran, salah tumpuk, pengembaran).	Memahami pengetahuan mengenai adanya cacat-cacat dalam kristal, terutama dislokasi beserta pengaruhnya terhadap sifat logam.	1-9
5	Solidifikasi, Butiran dan batas butiran	Solidifikasi, tahap-tahap solidifikasi, cacat solidifikasi, energi permukaan, kesetimbangan antarmuka, penguatan batas butir.	Memahami proses solidifikasi, tahap-tahapnya dan cacat-cacat yang mungkin terbentuk setelah proses solidifikasi. Menguasai peranan batas butiran dalam menentukan energi dan sifat logam.	1-9
6	Difusi	Mekanisme difusi, difusi tunak (hukum Fick I) dan tak tunak (hukum Fick II), carburizing, nitriding, decarburizing, faktor-faktor yang mempengaruhi difusi, difusi pada proses manufaktur	Memahami difusi dan aplikasi-aplikasinya pada proses manufaktur	1-9
7	Sifat mekanik dan pengujianya	Kekuatan, elastisitas dan plastisitas, kekerasan, fatigue, toughness, creep	Memahami sifat-sifat mekanik dan pengujianya serta peranan struktur mikro didalamnya.	1-9
8	Deformasi plastis	Peran dislokasi dalam deformasi, sistem slip, critical resolved shear stress, kerapatan dan perpotongan dislokasi, cross-slip.	Memahami peranan dislokasi dalam peristiwa deformasi plastis logam.	1-9

<b>Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB</b>	<b>Kur2013-Teknik Metalurgi</b>	<b>Halaman 20 dari 79</b>
Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB Dokumen ini adalah milik Program Studi Teknik Metalurgi - ITB. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan MG-ITB.		

Mg #	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Pustaka yang Relevan
9	Pengerasan regangan dan pengaruh temperatur	Pengerasan regangan (strain hardening), pengerjaan dingin dan panas, pengaruh strain hardening terhadap struktur logam, anil (recovery, rekristalisasi, pertumbuhan butir)	Mengerti kejadian pengerasan kerja dan hasil reaksi dislokasi selama deformasi plastis logam. Memahami fenomena pengerasan regangan dan anil pada industri manufaktur.	1-9
10	Mekanisme penguatan logam	Strategi penguatan logam, grain refining (termasuk mengenai small/high angle grain boundary, grain anisotropy, Hall-Petch eq.), solid solution, precipitation hardening (coherent & incoherent), strain hardening.	Mengerti dan memahami strategi-strategi untuk memperkuat logam serta aplikasinya di industri manufaktur	1-9
UTS				
11	Fasa dan larutan padat	Jenis larutan padat, pengertian fasa, aturan fasa Gibbs, larutan padat, penguatan larutan padat (solid solution strengthening), aturan Home-Rothery	Memahami pengertian fasa dan larutan padat berbagai jenis paduan logam, baik paduan substitusi maupun interstisi.	1-9
12	Diagram fasa paduan logam	Penyusunan diagram fasa biner, diagram fasa biner, solidus, liquidus, interpretasi diagram fasa, Lever rule, perubahan struktur mikro, reaksi pada diagram fasa (monotectic, eutectic, eutectoid, peritectic, peritectoid), fasa intermediate, intermetallic compound, diagram fasa paduan umum, diagram fasa terner.	Memahami diagram fasa, perhitungan fasa berbagai paduan umum, reaksi-reaksi pada diagram fasa, serta perubahan-perubahan struktur mikronya.	1-9
13	Baja dan besi cor	Diagram Fe-C dan Fe-Fe <sub>3</sub> C, fasa-fasa pada baja karbon, perubahan struktur mikro dan perhitungannya, pengenalan berbagai jenis baja dan besi cor.	Menguasai diagram fasa Fe-C dan Fe-Fe <sub>3</sub> C serta memahami jenis-jenis baja dan besi cor komersial.	1-9
14	Perlakuan panas dasar	Dasar-dasar perlakuan panas	Mengerti dan memahami dasar-dasar dari proses perlakuan panas	
15	Paduan nir-besi	Paduan Al, paduan Cu dan paduan lainnya	Mengerti berbagai sistem paduan komersial nir besi serta diagram fasa yang tersedia.	1-9
Praktikum				
16	UAS			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 3111	<b>Bobot sks:</b> 3 SKS	<b>Semester:</b> V	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib Prodi
<b>Nama Matakuliah</b>	Pirometalurgi			
	Pyrometallurgy			
<b>Silabus Ringkas</b>	Proses-proses ekstraksi dan penurnian logam dasar nonferrous secara pirometalurgi, pendalaman dan aplikasi teori termodinamika dan kinetika dalam proses-proses ekstraksi dan penurnian logam dasar nonferrous.			
	Pyrometallurgical extraction and refining of nonferrous base metals processes, strengthening and applications of thermodynamics and kinetics concepts in the pyrometallurgical extraction and refining processes of nonferrous base metals.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Ciri-ciri dasar satuan proses (unit processes) pirometalurgi untuk ekstraksi dan penurnian logam-logam nir-besi. Teori termodinamika dan kinetika yang diterapkan untuk menjelaskan interaksi dan kesetimbangan antar fasa pada sistem-sistem yang terlibat, contoh-contoh perhitungan sebagai dasar analisis dan evaluasi proses. Beberapa contoh proses ekstraksi dan penurnian logam-logam yang penting, seperti tembaga, nikel, seng, timah, timbal dan ferroalloy.			
	Basic principles of pyrometallurgical unit processes for extraction and refining of non-ferrous metals. Thermodynamic and kinetic theories applied for explaining the interaction and phase equilibrium in the system, calculation examples as basic analysis and process evaluation. Extraction and refining process of base metals such as copper, nickel, zinc, tin, lead and ferroalloys.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Pengetahuan dan pemahaman tentang proses-proses ekstraksi dan penurnian logam-logam dasar nir-besi secara pirometalurgi Kemampuan melakukan perhitungan-perhitungan yang terkait dengan termodinamika, neraca bahan dan neraca kalor proses-proses ekstraksi dan penurnian logam-logam nir-besi secara pirometalurgi.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	MG 2112 Termodinamika Metalurgi	Prasyarat		
	MG 2214 Kinetika Metalurgi	Prasyarat		
	MG 2215 Perhitungan Metalurgi Proses	Prasyarat		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Praktikum			
<b>Pustaka</b>	1. Alcock, C.B., Principles of Pyrometallurgy, Academic Press, 1976.			
	2. Coudourier, Fundamental of Metallurgical Process, Pergamon Press, 1978.			
	3. Schacht, C.A., Refractories Handbook, Marcel Dekker, 2004			
	4. Verein Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh), Slag Atlas, 2nd edition, Verlag Stahleisen, Düsseldorf, 1995			
	5. Rosenqvist, T., Principles of Extractive Metallurgy, Tapir Academic Press, 2004.			
	6. Hayes, P., Process Principles in Minerals and Materials Production, third edition, Hayes Publishing Co, 2003.			
	7. Davenport, W.G., et. al., Extractive Metallurgy of Copper, Pergamon, 2002.			
	8. Wright, P.A., Extractive Metallurgy of tin, Elsevier, 1982.			
	9. Sverre E. Olsen, Merete Tangstad, Tor Lindstad: Production of Manganese Ferroalloys, Tapir Akademisk Forlag, Trondheim, 2007.			
	10. Ednerel, F.P., Electrometallurgy of Steel and Ferro-Alloys, MIR Publishers, 1979.			
	11. Relating papers			
<b>Panduan Penilaian</b>	Penilaian didasarkan pada 4 (empat) jenis assessment, yaitu Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS), tugas mandiri dan tugas kelompok (praktikum).			
<b>Catatan Tambahan</b>	Topik presentasi dari paper journal. Topik dari studi kasus di Indonesia (FeNi plant).			

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pengantar	- Pendahuluan - Prinsip dasar pirometalurgi	Memberikan gambaran umum mengenai ciri-ciri proses pirometalurgi	1,2
2	Bata tahan api	- Bata tahan api untuk tanur-tanur proses peleburan, flash furnace, mitsubishi furnace, Ausmelt, tanur induksi, electric arc, reverberatory furnace, ladle, konverter - Mengulang jenis-jenis bata tahan api, aplikasi, keunggulan dan kelemahan - Pemilihan refraktori bergantung pada proses - Reaksi bata tahan api dengan terak - Pengeringan, pre-heating dan heating dari refraktori - copper cooling	Pemahaman aplikasi bata tahan api untuk proses pirometalurgi	3,11
3	Terak	- Teori terak molekular dan ionik - Struktur terak - Basisitas optik - Sifat-sifat terak: viskositas (model Riboud, Urbain, KTH), tegangan permukaan, konduktivitas listrik, konduktivitas panas, densitas. - Penentuan koefisien aktivitas komponen-komponen dalam terak - Kapasitas sulfida dari terak.	Pemahaman teori dan aplikasi terak	2,4,5
4	Agglomerasi, pengeringan, kalsinasi, pemanggangan	- Preparasi umpan untuk proses pirometalurgi (pembuatan pellet, sinter, briket). - Proses-proses pengeringan - Proses-proses kalsinasi - Proses-proses pemanggangan	Pemahaman proses preparasi	1,3,5,11
5	Karbotermik dan metalotermik	- Reduksi oksida-oksida logam dengan karbon - Reduksi oksida-oksida logam dengan logam aluminium, silikon - Neraca panas dan perhitungan temperatur proses metalotermik	Pemahaman proses reduksi logam-logam oksida	2

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
		- Produksi logam dengan aluminotermik		
6	Peleburan dan pemurnian	- Prinsip peleburan dan teknologi untuk peleburan (tanur listrik, tanur reverberatory, blast furnace) - Prinsip pemurnian logam dan teknologi pemurnian logam (fire refining, klorinasi, liquation, vacuum refining, distilasi, electroslag refining, zone refining).	Pemahaman mengenai prinsip dan teknologi peleburan-pemurnian	1,2,5,6,11
7	Pirometalurgi tembaga I	- Prinsip dasar proses peleburan tembaga sulfida - Neraca massa dan neraca panas proses peleburan tembaga - Terak pada proses peleburan tembaga dalam sistem leleh - Teknologi peleburan tembaga dengan flash smelting (outokumpu, inco), noranda, teniente, Ausmelt	Pemahaman mengenai prinsip proses peleburan tembaga sulfida, serta teknologi-teknologi yang digunakan	7,11
8	Pirometalurgi tembaga II	- Proses konverting di Peirce-Smith converter dan flash converting - Proses peleburan tembaga kontinu (mitsubishi) - Fire refining - Pengcoran anoda tembaga	Pemahaman proses pemurnian tembaga di converter, proses peleburan tembaga kontinu dan proses fire-refining	7,11
9	UTS			
10	Pirometalurgi timah	- Prinsip peleburan timah (tahap I, tahap II) - neraca massa dan neraca panas proses peleburan timah - Teknologi peleburan timah (tanur reverberatori, ausmelt, fuming) - proses pemurnian timah	Pemahaman proses peleburan dan pemurnian timah	8,11
11	Pirometalurgi nikel	- Prinsip Ekstraksi logam dari bijih nikel sulfida dan oksida - teknologi reduksi bijih nikel oksida dengan RK-EF, blast furnace dan rotary kiln. - pemurnian ferronikel (desulfurisasi, dekarburisasi) - pemurnian nickel-matte	Pemahaman proses peleburan dan pemurnian nikel	11
12	Pirometalurgi seng dan timbal	- Prinsip ekstraksi logam (peleburan dan pemurnian) dari timbal sulfida dan oksida - Prinsip ekstraksi logam (peleburan dan pemurnian) dari seng sulfida dan oksida	Pemahaman proses peleburan dan pemurnian dari seng dan timbal	11
13	Proses produksi ferro alloy I (FeMn)	- Termodinamika peleburan ferromangan - Neraca massa dan neraca panas peleburan ferromangan - pemurnian ferromangan (HC-FeMn, LC-FeMn) - pembuatan silicomangan	Pemahaman proses produksi ferromangan, silicomangan	9,11
14	Proses produksi ferro alloy II (FeCr, FeSi)	- Peleburan dan pemurnian ferrosilikon dan ferrokromium - Neraca massa dan neraca panas proses peleburan ferrosilikon dan ferrokromium	Pemahaman proses peleburan ferrosilikon dan ferrokromium	10,11
15	Presentasi kelompok	- Pembuatan ferroniobium - Pembuatan ferromolibdenum - Pembuatan ferrotitanium - Pembuatan ferrovanadium - Pembuatan ferrotantalum - Pembuatan ferrotungsten - Pembuatan CaSi - Pembuatan CaC <sub>2</sub>	Mendapatkan gambaran mengenai pemahaman mahasiswa mengenai proses-proses pirometalurgi	10,11
16	UAS			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 3112	<b>Bobot sks: 2 SKS</b>	<b>Semester : V</b>	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> <b>Teknik Metalurgi</b>	<b>Sifat:</b> <b>Wajib</b>
<b>Nama Mata Kuliah</b>	Tanur dan Bahan Bakar Fuel and Furnaces			
<b>Silabus Ringkas</b>	Mata kuliah ini membahas bahan bakar, analisis stoikiometri pembakaran, temperature pembakaran, teknologi tanur dan bata tahan api. In this lecture, fuel, stoichiometric analysis of combustion, flame temperature, furnace technology and refractory are studied.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Matakuliah ini membahas mengenai bahan bakar berdasarkan sumber energinya, energi tak-terbarukan dan energi terbarukan, bahan bakar padat, bahan bakar cair, bahan bakar gas, energi menurut pemanfaatannya, konversi energi, karakteristik bahan bakar, pembangkit energi listrik, kaidah-kaidah proses pembakaran, stoikiometri pembakaran bahan bakar, panas pembakaran, klasifikasi-klasifikasi tanur, klasifikasi bata tahan api, rekonstruksi diagram fasa terner, analisis diagram fasa terner, perhitungan pendinginan pada diagram fasa terner, dan perpindahan panas melalui konduksi dan konveksi. Fuel and furnaces is study of source of fuel, renewable and unrenewable energy, solid fuel, liquid fuel, gas fuel, the use of fuel, energy conversion, fuel characteristics, electric generation, principle of combustion process, stoichiometric of combustion, flame temperature, classification of furnace, classification of refractory, reconstruction and analysis of ternary diagram, isoplethal study in ternary diagram and heat transport by conduction and convection.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa diharapkan memahami dan menguasai pengetahuan mengenai bahan bakar, tanur, bata tahan api dan perpindahan panas pada tanur.			
<b>Mata Kuliah Terkait</b>	1. MG 2112 Termodinamika Metalurgi	Prerequisit		
	2. MG 2212 Fenomena Transport	Prerequisit		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Responsi, tugas			
<b>Pustaka</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gilchrist, Fuel Furnaces and Refractories, McGraw-Hill, 1972.</li> <li>2. Clive Davies, Calculation in Furnaces Technology, Pergamon Press, 1972</li> <li>3. Trinks, W. and Mawhinney, Industrial Furnaces, John Wiley &amp; Sons, 1970</li> <li>4. Manon, L.Smith &amp; Karl, W. Stinson, Fuels and Combustion, McGraw-Hill, 1970</li> <li>5. Fine, H.A. and Geiger, G.H., Handbook on Material and Energy Balance Calculation, TMS-AIME, 1979.</li> <li>6. Norton, F.H., Refractories, McGraw-Hill.</li> <li>7. Chesters, J.H., Refractories – production and properties, The Metals Society, 1983.</li> <li>8. Kingery et al, Introduction to Ceramics, John Wiley, 1976.</li> <li>9. Levin, Robbins, and McMurdie, Phase Diagrams for Ceramists, ASM, Columbus, Ohio, 1964.</li> </ol>			
<b>Panduan Penilaian</b>	Penilaian didasarkan pada 3 (tiga) jenis assessment, yaitu Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS) dan tugas.			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg #	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Pustaka yang Relevan
1	Pendahuluan	Outline kuliah, tujuan kuliah, hubungan tanur dan bahan bakar dalam proses metalurgi,	Pemahaman outline kuliah, tujuan kuliah dan hubungan tanur dan bahan bakar dalam proses metalurgi	
2	BAHAN-BAKAR (FUELS) :	Berdasarkan Sumber Energinya 1. Energi tak-terbarukan/energi fosil (non-renewable) : minyak bumi, gas alam, batubara, uranium, geothermal 2. Energi terbarukan (renewable) : air, angin, matahari, nuklir, gelombang air laut, fuel-cell Berdasarkan Bentuk dan Fungsinya 1. Bahan bakar padat : kayu, batubara, uranium 2. Bahan bakar cair : minyak bumi 3. Bahan bakar gas : gas alam, gasifikasi batubara, gas bio Fungsi : sebagai sumber panas dan reduktor Berdasarkan Pemanfaatannya 1. Pemanfaatan langsung : tanpa diproses lebih dulu 2. Pemanfaatan tak-langsung : diproses lebih dulu Pengertian Konversi Energi 1. Energi panas 2. Energi kimia 3. Energi mekanik 4. Energi listrik Penggunaan Energi Secara Bijaksana Karakteristik Bahan Bakar 1. Komposisi : C, H, O, N, S 2. Nilai kalori : Kcal/Kg (Kj/Kg) , Kcal/m <sup>3</sup> (Btu/Cu-ft) Pembangkit Listrik 1. PLTA : air → listrik 2. PLTU : uap air → listrik 3. PLTG : gas → listrik 4. PLTN : reaksi nuklir → listrik	Memahami jenis dan karakteristik bahan bakar Memahami bentuk dan fungsi berbagai bahan bakar Memahami jalur pemanfaatan bahan bakar Memahami proses konversi energi. Memahami faktor-faktor kebijakan pemanfaatan energi Memahami karakteristik dan pengujian bahan bakar Memahami berbagai teknologi pembangkit listrik	1-4
3	PROSES PEMBAKARAN (COMBUSTION) : Kaidah-kaidah Proses Pembakaran	1. Kekekalan massa 2. kekekalan energi 3. hukum penggabungan berat 4. hukum gas ideal 5. hukum Avogadro 6. hukum Dalton 7. hukum Amagat	Memahami dan mengetahui kaidah-kaidah yang berlaku pada proses pembakaran	1-5

**Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB**      **Kur2013-Teknik Metalurgi**      **Halaman 24 dari 79**

Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB  
 Dokumen ini adalah milik Program Studi Teknik Metalurgi - ITB.  
 Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan MG-ITB.



Mg #	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Pustaka yang Relevan
4	Stoikiometri Proses Pembakaran	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Complete combustion, good combustion, incomplete combustion</li> <li>2. pembakaran bahan bakar cair</li> <li>3. pembakaran bahan bakar gas</li> <li>4. pembakaran batubara</li> <li>5. pembakaran dengan udara yang tidak cukup</li> <li>6. analisis pembakaran dari Orsat</li> <li>7. analisis bahan bakar dari komposisi hasil pembakaran</li> </ol>	Memahami dan mampu melakukan analisis stoikiometri terhadap berbagai proses pembakaran	1-5
5	Panas Pembakaran	Kaidah umum termodinamika, perhitungan panas menggunakan specific heat, pengaruh tekanan dan temperatur terhadap kapasitas panas, temperatur nyala teoritis, perhitungan panas campuran gas	Memahami dan mampu menghitung panas dari proses pembakaran	1-5
6	Perpindahan Panas pada Refractory	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatur operasi dari industri pengguna</li> <li>• Pengertian perpindahan panas</li> <li>• Refractory dan perpindahan panas</li> <li>• Konduksi, konveksi dan radiasi</li> <li>• Hukum Fourier</li> <li>• Konduktivitas panas</li> <li>• Konveksi, hukum pendinginan Newton</li> <li>• Perpindahan panas melalui radiasi</li> <li>• Perpindahan panas melalui konveksi + radiasi</li> <li>• Perpindahan panas pada lapisan komposit refractory</li> <li>• Analogi rangkaian elektronik untuk penyelesaian perpindahan panas melalui refractory komposit (linier dan selinder)</li> </ul>	Memahami pengertian perpindahan panas, konduksi, konveksi dan radiasi dan mampu menghitung temperatur operasi tanur. Memahami proses-proses perpindahan panas melalui radiasi, konveksi+radiasi dan pada lapisan komposit refraktori serta mampu menganalogikan rangkaian elektronik untuk penyelesaian perpindahan panas melalui refractory komposit (linier dan selinder).	2
7	UTS			
8	<b>TANUR (FURNACES) :</b> Klasifikasi Tanur & Diagram Konstruksi; Istilah-Istilah	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tanur krusibel (crucible)</li> <li>2. Tanur duduk/lantai (hearth) : fixed, tilting, rotary, arc</li> <li>3. Tanur tegak (shaft) : blast-furnace, kupola; Tungku : oven; Tanur : furnace (arc, rotary, reverb, converter) ; Dapur : blast-furnace (dapur tinggi/tanur tiup)</li> <li>4. Tanur retort : gasifikasi</li> <li>5. Konverter</li> <li>6. Tanur sintering/firing : Keramik</li> <li>7. Ketel uap (boiler) : stoker, pulverized, fluidized-bed</li> <li>8. Lain-lain : suspension roasting, soaking pit, circulation furnace, salt bath, electrolytic cells.</li> </ol>	Memahami jenis-jenis, konstruksi dan operasi tungku/tanur	1-5
9	<b>REFRAKTORI / BATA TAHAN API (REFRACTORIES) :</b> Klasifikasi Bahan Refraktori	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definisi refractory</li> <li>• Refractory pada berbagai industri dan berbagai operasi temperatur</li> <li>• Pembagian refractory</li> <li>• Brick, precast shape, monolithic</li> <li>• Jenis refractory (refractory asam, basa, netral, oksida, non oksida)</li> <li>• Fireclay, high alumina refractory, silica refractory, magnesite refractory, chromite refractory, zirconia refractory,</li> <li>• Sifat kimia dan fisika refraktori</li> <li>• Pyrometric cones (guide cone, fire cone, guard cone)</li> <li>• Creep test</li> <li>• Standar pengujian refraktori</li> <li>• Titik lebur refractory, kekuatan pada temperatur tinggi, ketahanan terhadap perubahan temperatur, ketahanan terhadap serangan terak, terhadap suasana oksidasi reduksi, kestabilan selama penyimpanan dan harga</li> <li>• Pembuatan refractory (material, crushing, mixing, molding, drying, burning, inspection, shipping)</li> <li>• Refractory untuk bermacam-macam tanur dan industri metalurgi</li> <li>• Terak dan pemilihan tanur</li> <li>• Konsumsi refractory dunia</li> </ul>	Memahami jenis, karakteristik, dan fungsi berbagai refraktori	1, 6, 7
10	Rekonstruksi Diagram Fasa Terner dan Analisis Diagram Fasa Terner	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diagram ruang</li> <li>2. Rebahan biner dan proyeksi bidang</li> <li>3. Topografi liquidus dan proyeksi isothermal temperatur</li> <li>4. Jalur rekristalisasi</li> <li>5. Penentuan komposisi fasa terner</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bidang kristalisasi primer (KP)</li> <li>2. Titik eutektik (titik invarian <math>f=0</math>) : perpotongan 3-bid. KP</li> <li>3. Titik distribusi</li> <li>4. Titik anak sungai (tributary point)</li> <li>5. Boundary line = perpotongan 2-bid kp</li> <li>6. Tanda garis :</li> </ol>	Memahami dasar-dasar dan arti proyeksi diagram fasa terner Menginterpretasi proses transformasi fasa melalui proyeksi diagram terner	7, 8, 9

Mg #	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Pustaka yang Relevan
		7. Garis alkameda : Senyawa antara ( <i>intermediate compound</i> )		
11	Perhitungan Pendinginan Lelehan (Isoplethal Study)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alur pendinginan (cooling path)</li> <li>2. Penentuan <i>tie-line</i> dan <i>lever-rule</i></li> <li>3. Lembar perhitungan sistim terner</li> <li>4. Contoh dan aplikasi diagram fasa terner riil</li> </ol>	Memahami perhitungan perubahan komposisi dalam transformasi fasa	7, 8, 9
12	Special Refractory	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Silicon carbide</li> <li>• Zircon refractory</li> <li>• Mullite Super Refractory</li> <li>• High Alumina Super Refractory</li> <li>• Beryllia</li> <li>• Thoria</li> <li>• Zirconia</li> </ul>	Memahami jenis dan penggunaan special refractory yang banyak digunakan di industri.	Handout
13	Instalasi Refractory	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refractory dan instalasi</li> <li>• Pemilihan refractory menurut kondisi operasi</li> <li>• Pemilihan brick, precast shape dan monolithic</li> <li>• Teknik penyusunan brick</li> <li>• Instalasi precast shape</li> <li>• Instalasi castable (material, mixing, placing, pressure, surface preparation, water content, gunning, curing, firing)</li> <li>• Uji "ball-in-hand"</li> <li>• Pengadukan castable</li> <li>• Teknik mixing dan penggunaan mixer</li> <li>• Gunning castable (water pressure, surface preparation, gunning method, curing, firing)</li> <li>• Sistem anchor (jenis anchor, sistem pemasangan anchor)</li> </ul>	Memahami instalasi refractory mulai dari pemilihan material, penyusunan brick, instalasi castable serta pengujiannya.	Handout
14	Kegagalan Refractory	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mekanisme kerusakan pada refractory</li> <li>• Erosion (keterkaitan bahan dan erosi, pengaruh dampak partikel dan laju aliran fluida, pengaruh pori pada erosi, pengaruh injection, bubbling dan stirring terhadap erosi)</li> <li>• Corrosion (faktor yang mempengaruhi korosi refractory, korosi melalui penetrasi dan pelarutan, faktor yang mempengaruhi penetrasi dan pelarutan, wetting resistance, persamaan kedalaman penetrasi, asam dan basa dalam korosi refractory)</li> <li>• Thermomechanical effect (distribusi panas pada refractory, siklus pemanasan, thermal shock, penjarangan retak, pengaruh pori terhadap thermomechanical failure, pengaruh sifat konduktivitas dan ekspansi termal, pengaruh kondisi permukaan, pengaruh sudut-sudut tajam)</li> <li>• Spalling (jenis spalling, pertumbuhan spalling, karakteristik spalling pada berbagai brick)</li> <li>• Contoh studi kasus</li> </ul>	Memahami jenis dan penyebab kegagalan yang sering terjadi di refractory.	Handout
15	UAS			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 3113	<b>Bobot sks:</b> 4 SKS	<b>Semester :</b> V	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib
<b>Nama Mata Kuliah</b>	Transformasi Fasa dan Perlakuan Panas Phase Transformation and Heat Treatment			
<b>Silabus Ringkas</b>	Difusi dalam padatan logam, transformasi fasa melalui difusi, pengintian partikel endapan, pertumbuhan fasa baru, pengkasaran (coarsening) partikel endapan, age-hardening, aniling baja, recovery, rekristalisasi dan grain-growth. Transformasi tanpa difusi, quench hardening baja, tempering. Pengerasan permukaan, carburizing, nitriding, nitrocarburizing, carbonitriding. Perlakuan panas pasca carburizing. Thermomechanical treatment baja. Diffusion, diffusion induced phase transformation, nucleation of new phase particles, precipitate growth and coarsening, age-hardening. Annealing, recrystallization and grain growth. Diffusionless phase transformation, quench hardening, tempering. Surface hardening treatment, carburizing, nitriding, nitrocarburizing, carbonitriding. Heat treatment after carburizing. Thermomechanical treatment of steels.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Penjelasan antara transformasi fasa dan perlakuan panas serta sifat-sifat paduan logam seperti baja, paduan nikel (superalloy) untuk pemakaian pada temperature tinggi, paduan aluminium untuk badan pesawat terbang dan paduan emas untuk elektronik. Difusi dalam padatan logam, termodinamika dan kinetika transformasi fasa dalam padatan yang dikontrol oleh difusi, pengintian dan pertumbuhan fasa baru serta dan pengkasaran (coarsening) partikel endapan, age-hardening paduan Al, paduan Ni, paduan Cu, aniling baja, recovery, rekristalisasi dan grain-growth. Transformasi tanpa difusi, quench hardening baja, tempering. Pengerasan permukaan, carburizing, nitriding, nitrocarburizing, carbonitriding. Perlakuan panas setelah carburizing. Thermomechanical treatment baja HSLA. Diffusion in solid state, diffusion induced solid state phase transformation, nucleation, precipitate growth and coarsening of precipitate particles, age-hardening of Al alloys, Ni alloys and Cu alloys. Annealing, recrystallization and grain growth. Diffusionless phase transformation, quench hardening, tempering. Surface hardening treatment, carburizing, nitriding, nitrocarburizing, carbonitriding. Heat treatment after carburizing. Thermomechanical treatment of steels (HSLA).			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa mendapatkan pengetahuan yang memadai dalam hal perlakuan panas paduan logam seperti baja, paduan aluminium dan paduan nikel, serta pengetahuan yang melandasi berlangsungnya transformasi fasa selama praktek perlakuan panas paduan logam, serta dengan bekal pengetahuan tersebut mahasiswa dapat bekerja di industri logam, pusat penelitian dan mengikuti pendidikan lanjutan ke jenjang magister..			
<b>Mata Kuliah Terkait</b>	1. MG 2216 Metalurgi Fisik		Prerequisit	
<b>Kegiatan Penunjang</b>				
<b>Pustaka</b>	1. Porter, D.A., and Easterling, K.E., Phase Transformation in Metals and Alloys, Chapman & Hall, Second Edition, 1992. 2. Brooks, C.R., Heat Treatment, Structure and Properties of nonferrous Alloys, American Society for Metals, 1982. 3. Martin, J.W., and Doherty, R.D., Stability of Microstructure in Metallic Systems, Cambridge University Press, 1976. 4. Cahn, R.W., Haasen, P., and Kramer, E.J., Phase Transformations in Materials, in Materials Science and Technology, A Comprehensive Treatment, VCH Publishers Inc., 1991. 5. Polmear, I.J., Light Alloys, Metallurgy of The Light Alloys, Edward Arnold. 1989. 6. Glicksman, M.E., Diffusion in Solids, John Wiley and Sons, 2000. 7. Basuki. E.A., Buku Ajar Transformasi Fasa dan Perlakuan Panas, Dept. Tek. Pertambangan, ITB, 2003.			
<b>Panduan Penilaian</b>	Penilaian didasarkan pada 4 (empat) jenis assessment, yaitu ujian tengah semester (UTS), ujian akhir (UAS), tugas mandiri dan tugas kelompok (praktikum). Bobot dari masing-masing assessment ini adalah 37,5%, 37,5%, 7,5% dan 17,5%.			
<b>Catatan Tambahan</b>	Praktikum dilakukan berdasarkan kelompok yang terdiri dari 4 orang/kelompok. Namun demikian, tugas penulisan praktikum dilakukan oleh masing-masing mahasiswa menggunakan data dari kelompoknya masing-masing. Dusahakan untuk melakukan diseminasi hasil praktikum untuk dibahas di dalam kelas.			

Mg #	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Pustaka yang Relevan
1	Pendahuluan	Penjelasan kuliah dan praktikum. Hubungan antara perlakuan panas dan transformasi fasa. Contoh-contoh transformasi fasa yang disebabkan karena difusi: paduan Al, paduan Ni, paduan Au dan baja.	Mengetahui cakupan kuliah dan peran difusi dalam transformasi fasa dan perlakuan panas logam.	1,7
2	Difusi	Up-hill dan down-hill diffusion. Difusi interstisi dan substitusi. Difusi tunak dan tidak tunak. Beberapa solusi Hk. Fick II. Efek Kirkendall	Mahasiswa mengerti landasan teori difusi dalam padatan logam yang berguna dalam pembahasan mengenai transformasi fasa.	1,6,7
3	Difusi	Pencarian koefisien difusi dan interdifusi. Difusi multi fasa. Difusi terner, difusi jalur cepat.		
4	Peranan antarmuka	Energi permukaan, koherensi, bentuk partikel, pergerakan antarmuka, pertumbuhan butiran yang dikontrol difusi dan dikontrol antarmuka.	Mahasiswa mengerti peranan energi antarmuka dan efek lengkungan terhadap keseimbangan struktur mikro.	1,3,4
5	Transformasi fasa dikontrol difusi	Pengintian homogen dan heterogen, kecepatan pengintian. Kecepatan pertumbuhan partikel endapan	Mahasiswa mengerti proses pengintian dan pertumbuhan dalam transformasi fasa yang dikontrol oleh difusi.	1,3,4,7
6	Pengkasaran partikel endapan. Praktikum pengkasaran partikel	Mekanisme dan kinetika pengkasaran partikel endapan (coarsening). Praktikum pengkasaran partikel dalam paduan Nikel atau baja.	Mahasiswa mengerti teori yang melatarbelakangi terjadinya pengkasaran partikel dan kinetiknya serta pengaruhnya terhadap sifat mekanis..	1,3,4,7
7	Diagram transformasi fasa dan transformasi martensitik	Diagram TTT secara umum. Diagram TTT dan CCT untuk baja. Mekanisme transformasi martensitik secara umum. Pembentukan martensitik dalam baja.	Mahasiswa mengerti cara pembuatan diagram TTT dan CCT, terutama untuk baja. Mahasiswa mengerti terjadinya pembentukan martensitik di dalam paduan logam, terutama baja.	1,7
8	-	-	UTS	
9	Aniling baja	Pengaruh energi dalam, pemulihan (recovery), rekristalisasi dan pertumbuhan butiran. Homogenisasi, sferoidisasi, stress relief annealing, process annealing, full annealing untuk baja.	Mahasiswa mengerti proses aniling dalam baja kaitannya dengan pemulihan, rekristalisasi dan pertumbuhan butiran. Mahasiswa mengerti proses-proses aniling baja seperti homogenisasi, sferoidisasi, stress relief annealing, process annealing, full annealing dalam baja.	1,7
10	Pengerasan baja. Praktikum pengerasan baja	Quench hardening, metoda Grossman, metoda Jominy. Praktikum quench hardening baja.	Mahasiswa mengerti proses pengerasan baja melalui quench hardening serta mengukur hardenability baja dengan metoda Grossman dan metoda Jominy.	1,7
11	Tempering baja	Lima tahap tempering, perubahan struktur mikro selama tempering, secondary hardening.	Mahasiswa mengerti tujuan dan perubahan serta mekanisme tempering terhadap baja yang telah mengalami quench	1,7

Mg #	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Pustaka yang Relevan
			hardening.	
12	Carburizing dan nitriding	Aspek termodinamika dan kinetika proses carburizing dan nitriding baja. Praktek carburizing and nitriding di industri. Perlakuan panas pasca carburizing.	Mahasiswa mengerti aspek termodinamika dan kinetika proses carburizing dan nitriding baja. Praktek carburizing and nitriding di industri	2,3,5,7
13	Age Hardening. Praktikum age hardening	Perlakuan panas age hardening, terutama untuk paduan Al dan paduan Ni. Praktikum age hardening paduan Al.	Mahasiswa mengerti perlakuan panas age hardening yang penting untuk paduan-paduan nir besi, terutama paduan Al dan paduan Ni.	1,7
14	Thermomechanical Treatment	Evolusi baja HSLA untuk pipeline, fasilitas hot strip mill di industri baja, cara kerja control rolling. Pengaruh T dan t peran unsur kimia baja di reheating furnace, roughing mill, finishing mill, laminar / accelerated cooling , coiling.	Mahasiswa mengetahui peralatan dan prinsip kerja dalam TMCP di industri baja.	5,6,7
15	Thermomechanical Treatment (lanjutan)	Pengaruh unsur-unsur pepadu mikro: C, Ni, Cu, Mo, Nb, Ti, V, transformasi fasa, mekanisme penguatan, pengaruh parameter proses terhadap struktur mikro baja HSLA dan sifat mekanis	Mahasiswa mengerti aspek metalurgi (pengaruh parameter proses terhadap perubahan struktur mikro dan sifat mekanis) pada proses thermomechanical tretment untuk baja-baja paduan rendah kekuatan tinggi (HSLA) terutama untuk pipeline.	5,6,7
16	-	-	UAS	

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 3211	<b>Bobot sks:</b> 3 SKS	<b>Semester:</b> VI	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib
<b>Nama Matakuliah</b>	Karakterisasi Bahan			
	Materials Characterization			
<b>Silabus Ringkas</b>	Kuliah ini dimaksudkan untuk menyampaikan ilmu pengetahuan analisis dengan metode titrasi dan gravimetri, instrumental khususnya dengan menggunakan UV dan visibel sepectrofotometer, AAS, FTIR, XRD dan XRF serta pengolahan data hasil analisis.			
	The subject is intended to deliver knowledge of instrumental analysis especially using UV and visible spectrophotometer, AAS / titration, gravimetry, FTIR, XRD and XRF.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Matakuliah ini dimaksudkan untuk memberikan pemahaman metoda-metoda analisis kimia atau identifikasi fasa secara kualitatif atau kuantitatif dengan metode titrasi, gravimetri dan instrument-instrument termasuk UV dan visibel sepectrofotometer, AAS, FTIR, XRD dan XRF. Kuliah ini juga membahas cara menentukan parameter lattice, diagram fasa (khususnya garis-garis solvus dalam diagram fasa biner), orientasi kristalografi deposit dan metoda analisis kuantitatif dengan XRD.			
	This subject is intended to give understanding of chemical analysis or phase identification methods by qualitative or quantitative analysis using titration and gravimetric analysis, intruments which include UV and visible spectrophotometer, AAS, FTIR, XRD and XRF. The course also discusses methods for determination of lattice parameter, phase diagram (especially solvus lines in a binary phase diagram), crystallographic orientation of deposit and quantitative analysis method using XRD.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa-mahasiswa yang mempunyai pengetahuan analisis instrumental yang diperlukan untuk pengendalian kualitas produk di industri metalurgi dan kebutuhan-kebutuhan dalam suatu aktivitas penelitian.			
<b>Matakuliah Terkait</b>				
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Praktikum			
<b>Pustaka</b>	1. Christian, G. D., Analytical Chemistry, 2004. (Pustaka Utama)			
	2. Cullity, B.D., Elements of X-ray Diffraction, Addison Wesley. (Pustaka Utama)			
	3. Smith, B.C., Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spect4, CRC, 2000. (Pustaka Utama)			
<b>Panduan Penilaian</b>	UTS : 40% UAS : 40% assay Praktikum : 20%			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Introduksi	Tahapan-tahapan analisis. Classical vs instrumental analisis Data handling	Memberikan pengertian cara melakukan analisis dengan intrumen modern.	No 1: Bab 1 - 3
2	Analisis Basah I	Titrasi	Membeikan pemahaman analisis dengan metoda titrasi.	No 1: Bab 8 - 9
3	Analisis Basah II	Gravimetri	Membeikan pemahaman analisis dengan metoda gravimetri.	No 1: Bab 10
4	Visible and UV Spectrometry	Penggunaan visible dan UV spektrofotometer, prosedur analisis dan keterbatasannya.	Menjelaskan cara menentukan penggunaan visible dan UV spektrofotometer serta perhitungan-perhitungannya	No 1: Bab 16
5	Infra Red Spectrometry	Penggunaan spektrofotometer infra red dan FTIR, prosedur analisis dan keterbatasannya.	Menjelaskan penggunaan FTIR khususnya untuk menganalisis kuantitatif polimer	No 1: Bab 16
6	Atomic Absorption Spectrometry	Penggunaan AAS, prosedur analisis dan keterbatasannya.	Mendiskusikan keuntungan penggunaan flame dan graphite furnace AAS diban-dingan dengan Visible dan UV spektrofotometer.	No 1: Bab 17
7	XRD ( X-ray Diffraction ) I	Difraksi X-ray Analisis qualitative fasa dalam bahan dengan XRD.	Menjelaskan prinsip kerja XRD dan metoda-metoda penentuan fasa dengan XRD	No 2: Bab 14
8	UTS			
9	XRD ( X-ray Diffraction ) II	Penentuan lattice parameter dan penggunaannya untuk menentukan solvus line dalam diagram biner.	Mendiskusikan cara menentukan lattice parameter dengan akurasi yang tinggi serta menentukan solvus line diagram biner dengan XRD	No 2: Bab 11 - 12
10	XRD ( X-ray Diffraction ) III	Penentuan orientasi kristalografi endapan, dan kemungkinan analisis kuantitatif fasa dan ukuran butiran.	Mendiskusikan cara penentuan orientasi kristal dan penentuan ukuran butiran dengan XRD	No 2
11	XRD ( X-ray Diffraction ) IV	Analisis kuantitatif dengan XRD.	Memberikan pemahaman tentang analisis kuantitatif dengan XRD	No 2
12	X-ray Fluorescence I	XRF vs. XRD Teknik-teknik quantitative analysis XRF	Mendalami perbedaan cara kerja dari XRD dan XRF, apa yang dimaksud dengan semiquantitative dan quantitative analysis dengan XRF	Handout
13	X-ray Fluorescence II	Peralatan dan cara menggunakan standar.	Memberikan pemahaman tentang peralatan XRF dan cara menggunakan standar.	Handout

<i>Mg#</i>	<i>Topik</i>	<i>Sub Topik</i>	<i>Capaian Belajar Mahasiswa</i>	<i>Sumber Materi</i>
14	<i>Praktikum I Praktikum II</i>	<i>Praktikum Titrasi Praktikum AAS</i>	<i>Memberikan pemahaman cara menganalisis dengan titrasi dan AAS</i>	<i>Handout</i>
15	<i>Praktikum III</i>	<i>Praktikum XRD</i>	<i>Memberikan pemahaman cara analisis kuantitatif dengan XRD</i>	<i>Handout</i>
16	<i>UAS</i>			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 3212	<b>Bobot sks:</b> 3 SKS	<b>Semester:</b> VI	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib Prodi
<b>Nama Matakuliah</b>	Konsentrasi Flotasi Flotation Concentration			
<b>Silabus Ringkas</b>	Pemahaman lebih dalam mengenai proses flotasi dari semua jenis mineral baik mineral sulfida dan oksida serta batubara, termasuk mekanisme, termodinamika dan kinetika proses flotasi Advanced knowledge about flotation process of all minerals type both of sulfide and oxide minerals as well as coal, including mechanism, thermodynamic and kinetics of the flotation process			
<b>Silabus Lengkap</b>	Pemahaman proses flotasi diferensial mineral sulfida, flotasi mineral oksida dan flotasi batubara. Perbedaan flotasi kolom dan flotasi konvensional. Termodinamika flotasi; flotasi kationik mineral oksida dan silikat; flotasi anionik mineral oksida dan silikat; elektrokimia, flotasi mineral sulfida, perhitungan potensial zeta. Kinetika flotasi. Peralatan, parameter proses dan alur proses flotasi di industri termasuk permasalahan yang sering terjadi dan solusinya Understanding of differential flotation of sulfide minerals, flotation of oxide minerals, and coal flotation. Flotation thermodynamics; cationic flotation of oxide and silicate minerals; anionic flotation of oxide and silicate minerals, electrochemical flotation of sulfide minerals; Zeta potential calculation. Flotation kinetics. Instruments, process parameter and flow charts of flotation process in Industry including problems and solutions			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa menguasai semua metode proses flotasi dari semua jenis mineral dan batubara, serta aplikasinya di industri Mahasiswa mampu untuk mendesain dan melakukan eksperimen serta menganalisis dan menginterpretasikan data-data proses flotasi, Mahasiswa mampu untuk mendesain suatu sistem, komponen, proses atau paket program untuk proses flotasi, Mahasiswa mampu bekerja sama dalam suatu tim multi disiplin.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	MG2112 Termodinamika Metalurgi MG2213 Pengolahan Mineral			
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Praktikum			
<b>Pustaka</b>	1. Fuerstenau, M. C., "Flotation, A.M. Gaudin Memorial Volume", Volume 1, SME, 1976 (Pustaka Utama) 2. Lynch, A.J., et. al "Mineral and Coal Flotation Circuits", Elsevier, 1981 (Pustaka Utama) 3. Kelly, F.C., and Spothiswood, D.J., "Introduction to Mineral Processing", John Wiley & Sons, 1982 (Pustaka Utama) 4. Forssberg, K.S. "Flotation of Sulphida Minerals", Elsevier, Amsterdam, 1983 (Pustaka Pendukung) 5. Robert, J.H., "Zeta Potential In Colloid Science, Principles and Applications", Harcourt Javanovith Publisher, (Pustaka Pendukung)			
<b>Panduan Penilaian</b>	Penilaian didasarkan pada 4 (empat) jenis assessment, yaitu Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS), tugas mandiri dan tugas kelompok (praktikum). Bobot dari masing-masing assessment ini adalah 35%, 40%, 10% dan 15%.			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	Penjelasan umum materi kuliah, tugas-tugas, sistem penilaian dan memberikan daftar pustaka. Contoh-contoh proses flotasi di industri pengolahan mineral dan batubara	Mahasiswa memahami aplikasi flotasi di industri	1,2
2	Proses flotasi dan kimia flotasi	Mekanisme flotasi, peralatan flotasi, frother, kolektor dan depressan serta aktivator	Mahasiswa memahami mekanisme flotasi dan peralatannya. Mahasiswa memahami perbedaan dan manfaat dari jenis-jenis reagen	1,2,3
3	Flotasi diferensial mineral sulfida	Mekanisme dan conditioning flotasi untuk mendapatkan mineral tertentu	Mahasiswa mengerti bagaimana cara mendapatkan kondisi optimum dari flotasi diferensial mineral sulfida	1,2,3,4
4	Flotasi mineral oksida	Mekanisme dan conditioning flotasi untuk mineral oksida	Mahasiswa memahami mekanisme flotasi mineral oksida	1,2,3
5	Flotasi batubara	Tahapan/conditioning flotasi untuk batubara	Mahasiswa memahami perbedaan dari flotasi batubara dan flotasi mineral	1,2,3
6	Flotasi kolom	Tipe dan dimensi flotasi kolom	Mahasiswa memahami perbedaan dari flotasi kolom dengan flotasi ruah	3
7	Peralatan dan alur proses flotasi	Jenis-jenis peralatan flotasi, sirkuit flotasi serta alur proses flotasi di industri	Mahasiswa dapat memahami dan mendesain komponen dan alur proses flotasi	3,4
8	UTS	-	-	-
9	Termodinamika flotasi	Energi bebas adsorpsi reagen-reagen flotasi	Mahasiswa memahami adsorpsi dari kolektor, frother dan aktivator	1
10	Flotasi kationik mineral oksida dan silikat	Adsorpsi kationik pada Antarmuka solid-liquid	Mahasiswa memahami mekanisme adsorpsi kolektor kationik	3
11	Flotasi anionik mineral oksida dan silikat	Adsorpsi spesifik; adsorpsi anionik	Mahasiswa memahami mekanisme adsorpsi kolektor anionik	3
12	Potensial zeta	Elektro osmosis, elektro phorosis, streaming potensial	Mahasiswa memahami sifat permukaan partikel dengan metode potensial zeta	1,5
13	Elektrokimia flotasi mineral sulfida	Hubungan antara elektrokimia dengan hidrofobisitas	Mahasiswa mengerti mengenai tinjauan hidrofobisitas secara elektrokimia	1
14	Kinetika flotasi	Kinetika flotasi dalam industri	Mahasiswa memahami mengenai kinetika flotasi dalam industri	1,2
15	Perhitungan Neraca Material	Perhitungan neraca material dalam sirkuit flotasi serta perhitungan kinetika	Mahasiswa memahami perhitungan proses flotasi dalam industri	3,4

		<i>dan termodinamika dalam proses flotasi di industri</i>		
16	UAS	-	-	-



<b>Kode Matakuliah:</b> MG 3213	<b>Bobot sks:</b> 3 SKS	<b>Semester:</b> VI	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib Prodi
<b>Nama Matakuliah</b>	Metalurgi Besi dan Baja			
	Iron and Steel Making			
<b>Silabus Ringkas</b>	Teknologi pembuatan besi dan baja, aplikasi konsep-konsep termodinamika dan kinetika dalam proses-proses pembuatan besi-baja, aspek-aspek enjiniring dan teknologi yang berkaitan dengan pembuatan besi dan baja			
	Iron and steel making technology, application of thermodynamics and kinetics concepts in the iron and steel making, engineering and technology aspects of iron and steel making.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Deskripsi pembuatan besi dan baja secara umum beserta perlengkapan instalasinya. Penerangan prinsip-prinsip termodinamika dan kinetika proses pembuatan besi pada tanur tiup dan pembuatan baja. Proses-proses alternatif pembuatan besi, khususnya proses reduksi langsung (direct reduction) dan peleburan reduksi (smelting reduction). Proses-proses pembuatan baja oksigen basa (BOF), pembuatan baja dalam tanur listrik (EAF), proses pembuatan baja sekunder, baja tahan karat dan casting.			
	General overview of iron and steel making and its equipment installations. Explanation of thermodynamic and kinetic principles iron making process in blast furnace and steel makings. Alternative processes for iron making especially direct reduction and smelting reduction. Basic oxygen steel making processes (BOF), steel making in electric arc furnace (EAF), secondary steel making process, stainless steel and casting.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Diharapkan mahasiswa paham dan sadar dengan kesehatan dan keselamatan kerja dan dapat memahami mengenai pengelolaan lingkungan industri metalurgi berdasarkan peraturan pemerintah, klasifikasi limbah metalurgi dan pengelolannya			
<b>Matakuliah Terkait</b>	MG 2112 Termodinamika Metalurgi	Prasyarat		
	MG 2212 Fenomena Transport Metalurgi	Prasyarat		
	MG 2214 Kinetika Metalurgi	Prasyarat		
	MG 2215 Perhitungan Metalurgi Proses	Prasyarat		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Responsi, tugas.			
<b>Pustaka</b>	1. AISE, 1999, The Making, Shaping and Treating of Steel, Ironmaking Volume, The AISE Foundation, Pittsburgh			
	2. Biswas, A.K., 1980, Principles of Blast Furnace Ironmaking, Cootha Publ.			
	3. Deo, B. and Boom, R., 1993, Fundamentals of Steel Making Metallurgy, Prentice Hall			
	4. Turkdogan, E.T., 1996, Fundamentals of Steel Making, The Institute of Materials, London			
	5. AISE, 1998, The Making, Shaping and Treating of Steel, Steelmaking Volume, The AISE Foundation, Pittsburgh			
	6. Stolte, G., 2002, Secondary Metallurgy, Fundamentals, Processes, Application, Stahl und Eisen, Düsseldorf			
	7. AISE, 2003, The Making, Shaping and Treating of Steel, Casting Volume, The AISE Foundation, Pittsburgh			
	8. www.steeluniversity.org			
	9. Paper-paper yang berkaitan			
<b>Panduan Penilaian</b>	Penilaian didasarkan pada 3 (tiga) jenis assessment, yaitu Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS) dan tugas.			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Selayang-Pandang Pembuatan Besi dan Baja	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambaran umum.</li> <li>- Perkembangan teknologi pembuatan besi.</li> <li>- Konsumsi baja di Indonesia, regional dan dunia.</li> <li>- Rute-rute pembuatan besi dan baja</li> </ul>	Memberikan gambaran tentang perkembangan industri besi-baja	1,2
2	Bahan baku untuk pembuatan besi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bijih Besi</li> <li>- Pembuatan green pelet (rotating disc, rotating drum, rotating cone)</li> <li>- Pellet hardening (grate kiln, traveling grate, shaft furnace)</li> <li>- Pembuatan sinter</li> <li>- Pembuatan kokas</li> </ul>	Pemahaman tentang persyaratan dan pembuatan bahan baku	1,2
3	Proses pembuatan besi di tanur tiup	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaksi-reaksi di blast furnace (stack, bosh, hearth)</li> <li>- Cohesive zone, deadman zone</li> <li>- Reaksi pembentukan terak</li> <li>- Kesetimbangan terak – lelehan logam</li> </ul>	Pemahaman mengenai tahapan proses reduksi, reaksi pembentukan terak, fungsi kokas sebagai pembentuk cohesive zone.	1,2,8,9
4	Teknologi Pembuatan besi di Tanur Tiup	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipikal layout</li> <li>- Persiapan bahan baku untuk blast furnace (bin dan weighing bin)</li> <li>- Teknik charging material ke dalam blast furnace (skip car vs. Belt conveyor, double bells vs. Rotating chute)</li> <li>- Siove untuk pemanasan udara</li> <li>- Tuyere</li> <li>- Pulverized coal injection</li> <li>- Sistem tapping</li> <li>- Bata tahan api</li> <li>- Sistem kontrol di blast furnace</li> </ul>	Pemahaman teknologi aktual proses tanur tiup	2,8
5	Proses Pembuatan Besi Alternatif I: Proses Reduksi Peleburan (Smelting Reduction)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prinsip proses reduksi langsung</li> <li>- Teknologi proses reduksi langsung (COREX, FINEX, DIOS, HISMELT, AISI, AUSMELT, ROMELT, TECHNORED, OXYCUP)</li> <li>- Tantangan proses reduksi langsung</li> </ul>	Pemahaman proses pembuatan besi alternatif dengan proses peleburan reduksi	1,2,9

6	Pembuatan besi alternatif II: Proses Reduksi Langsung (Direct Reduction)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definisi metalisasi, persen reduksi, gangue.</li> <li>- Reformasi gas alam untuk menghasilkan gas reduktor CO dan H<sub>2</sub>.</li> <li>- Proses batch (HyL I)</li> <li>- Proses kontinue (Midrex, HyL III, SL/RN, Finmet, Circored, Circofer, FASTMET, Itmco, Itmk3)</li> <li>- Klasifikasi prosed berdasarkan reduktor dan sumber energi (Proses berbasis gas alam dan berbasis batu bara)</li> <li>- DRI, HBI, hotlynk, Hystemp</li> </ul>	pemahaman proses pembuatan besi alternatif dengan proses reduksi langsung	1,9
7	Perhitungan-perhitungan pada proses pembuatan besi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kestimbangan-kestimbangan proses reduksi bijih besi.</li> <li>- Kinetika reduksi bijih besi</li> <li>- Neraca masa dan panas di proses blast furnace.</li> <li>- Neraca masa dan panas di proses direct reduction</li> </ul>	Pendalaman mengenai perhitungan neraca masa dan panas di proses pembuatan besi alternatif	1
8	UTS			
9	Proses pembuatan baja berbasis hot metal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desulphurisasi besi wantah (hot metal), mechanical stirrer (KR-impeller), Powder injection</li> <li>- Perkembangan teknologi pembuatan baja: Bessemer, Thomas</li> <li>- LD-Konverter, BOF, OBM</li> <li>- Disain oxygen lance (laval nozzle)</li> <li>- Termodinamika dan kinetika proses pembuatan baja di konverter (dekarburisasi, desilikonisasi, dephosphorisasi, oksidasi mangan)</li> <li>- Slag foaming</li> <li>- Dimensi LD-Konverter</li> <li>- Pengoperasian LD-konverter (<a href="http://www.steeluniversity.org">www.steeluniversity.org</a>)</li> <li>- Bata tahan api</li> <li>- Pengendalian proses di LD-conveter</li> <li>- Heat report</li> </ul>	pemahaman pembuatan baja berbasis hot metal	3,4,5,8
10	Proses pembuatan baja berbasis besi tua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siemens Martin (open hearth furnace): perkembangan teknologi dan kelemahan proses</li> <li>- EAF (Tungku listrik)</li> <li>- Komponen-komponen EAF</li> <li>- Bata tahan api tipikal di EAF</li> <li>- DC-EAF vs AC-EAF</li> <li>- Bottom electrode untuk DC-EAF (refraktori konduktif, fin, pin, billet)</li> <li>- Sistem tapping (spout tapping, centric tapping, eccentric tapping)</li> <li>- Bahan baku (scrap, DRI, HBI, hot metal, pig iron)</li> <li>- Reaksi pemurnian baja di EAF dan tahap-tahap pembuatan baja</li> <li>- Pentingnya slag foaming di EAF</li> <li>- Pengoperasian EAF (<a href="http://www.steeluniversity.org">www.steeluniversity.org</a>)</li> </ul>	Pemahaman tentang pembuatan baja berbasis besi tua	3,4,5,8
11	Metalurgi Sekunder	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengenalan ladle, porous plug, slide gate, ladle drying dan preheatin, siklus ladle</li> <li>- Deoksidasi (FeMn, FeSi, Al), unkilld steel, semi killed steel dan fully killed steel.</li> <li>- Desulphurisasi dengan top slag (kapasitas sulfida slag, perhitungan kinetika desulfurisasi dan prediksi kandungan sulfur)</li> <li>- Penambahan Unsur-unsur paduan (FeSi, FeMn, C, FeMo, FeV, FeTi, FeNb, dsb.)</li> <li>- Injeksi kawat (wire injection)</li> <li>- Ladle stirring station</li> <li>- Pemanasan lelehan baja dengan ladle furnace (kebutuhan trafo, MW, pengoperasian ladle furnace)</li> <li>- Pemanasan dengan CAS-OB (AHF)</li> <li>- Injeksi CaSi/CaO untuk de-S</li> <li>- Soft bubbling, injeksi calcium, clean steel.</li> </ul>	Pemahaman mengenai prinsip serta teknologi metalurgi sekunder	3,4,5,6,8,9
12	Metalurgi vakuum	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perkembangan teknologi vakum (paten, DH, RH, VTD)</li> <li>- Termodinamika serta kinetika penghilangan gas-gas nitrogen dan hidrogen</li> <li>- Termodinamika serta kinetika proses dekarburisasi (natural dan forced decarburization) serta deoksidasi dengan VCD (vacuum carbon deoxidation)</li> <li>- Pompa vakuum (steam ejector, water ring pump, mechanical pump)</li> <li>- Teknologi RH serta pengoperasiannya</li> <li>- Teknologi VD serta pengoperasiannya</li> </ul>	Pemahaman mengenai metoda pengurangan kandungan gas-gas serta karbon dalam baja dengan menggunakan teknologi vakum	5,6,8,9
13	Teknologi pembuatan baja tahan karat	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kestimbangan karbon-kromium dan gas karbon monoksida.</li> <li>- Teknik-teknik dekarburisasi pembuatan baja tahan karat (kondisi atmosferik dengan AOD, kondisi vakum dengan VOD).</li> <li>- Perbandingan proses di AOD dan VOD</li> <li>- Teknik Pembuatan baja tahan karat di EAF, di AOD dan di VOD.</li> <li>- Rute-rute pembuatan baja tahan karat: dupleks (EAF-AOD), tripleks (EAF-AOD-VOD), Tanur induksi – VOD.</li> </ul>	Pemahaman teori dan teknologi pembuatan baja tahan karat	5,6

14	Pengecoran baja kontinue serta pembuatan baja ingot	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengecoran ingot</li> <li>- Teknologi pengecoran kontinyu: thick (conventional) slab, thin slab casting, twin roller casting (strip casting)</li> <li>- Pengenalan alat untuk pengecoran: ladle, slide gaste, ladle turret, ladle nozzle, tundish, SEN, cetakan, roll (segmen 0, 1, 2)</li> <li>- Dummy bar</li> <li>- Mould powder</li> <li>- Perhitungan casting time</li> <li>- Pengoperasian mesin continous casting di <a href="http://www.steeluniversity.org">www.steeluniversity.org</a></li> </ul>	Memberikan pemahaman mengenai proses pengecoran ingot dan pengecoran kontinyu.	7,8
15	Tugas Presentasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mahasiswa dalam tugaskelompok mempresentasikan proses pembuatan grade baja tertentu misal baja tulangan, ball bearing, spring steel, armour steel, IF steel, pipe steel (API 5L X100), silicon (electric) steel (GO/NGO), free cutting steel, tool steel, AISI 304 (L), AISI 316 (L), AISI 409L. Presentasi dimulai dari spesifikasi produk, kegunaan dari produk, prospek pasar dan harga (market), teknik produksi (bahan baku, blast furnace/smelting reduction/direct reduction, EAF/BOF/AOD, LF/RH/VD/VOD/CAS-OB, CCM (long product/flat product)).</li> </ul>	Menambah pemahaman mengenai proses serta meningkatkan softskill (kerjasama tim, presentasi)	
16	UAS			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 3214	<b>Bobot sks:</b> 3SKS	<b>Semester:</b> VI	<b>KK / Unit PenanggungJawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib
<b>Nama Matakuliah</b>	Hidro-elektrometalurgi			
	Hydro-electrometallurgy			
<b>Silabus Ringkas</b>	Teknik-teknik pelindian, pemurnian larutan dan <i>recovery</i> logam dan produk lainnya dari larutan hasil pelindian, aspek termodinamika, kinetika dan enjiniring proses hidro-elektrometalurgi, proses-proses hidro-elektrometalurgi di industri untuk dan perkembangannya.			
	Leaching, solution purification and recovery of metals and other products from pregnant-leach solution, thermodynamic, kinetic and engineering aspects of hydro-electrometallurgical processes, hydro-electrometallurgical metallurgical processes in industrial application and their recent developments.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Kelebihan dan kekurangan rute proses hidrometalurgi dibandingkan proses pirometalurgi, unit proses dalam hidrometalurgi, aspek termodinamika dan kinetika proses pelindian ( <i>leaching</i> ), aspek-aspek penting terkait dengan proses pelindian, teknik-teknik pelindian, pemurnian dan <i>recovery</i> logam dan produk lain dari larutan hasil pelindian dengan presipitasi kimia, kristalisasi, adsorpsi dengan karbon aktif dan dengan resin penukar ion, ekstraksi pelarut, sementasi dan reduksi dengan gas, proses-proses pelindian dan <i>recovery</i> logam dan oksida seperti emas, seng, tembaga, bauksit dan nikel laterit, pengolahan bijih sulfida dilanjutkan dengan pengantar proses elektrometalurgi, aspek-aspek termodinamika dan kinetika proses elektrometalurgi termasuk konsep-konsep efisiensi arus, efisiensi tegangan, overpotensial, efisiensi energi, kekuatan ionik, aktivitas dan koefisien aktivitas ionik, konduktivitas larutan elektrolit, bilangan transport, proses-proses <i>electrowinning</i> dan <i>electrorefining</i> dalam larutan aqueous dan lelehan garam yang dilakukan di industri.			
	Advantages and disadvantages of hydrometallurgical route in comparison to pyrometallurgy, unit processes of hydrometallurgy, thermodynamic and kinetic aspects of leaching, important aspects related with leaching, leaching techniques, solution purification and recovery of metals and other products from pregnant-leach solution by chemical precipitation, crystallization, adsorption with activated carbon and ion exchange resin, solvent extraction, cementation and reduction by gas, leaching and recovery processes of metal and oxide such as gold, zinc, copper, bauxite and nickel laterite, treatment of sulfide ore, followed by introduction to electrometallurgy, thermodynamic and kinetics aspects of electrometallurgical processes including the concepts of current efficiency, voltage efficiency, overpotential, energy efficiency, ionic strength, ionic activity and coefficient activity, electrolyte conductivity, transport number, industrial processes of <i>electrowinning</i> and <i>electrorefining</i> in aqueous solution and molten salt.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	1. Pengetahuan (knowledge) dan pemahaman proses-proses ekstraksi dan pemurnian logam dengan jalur hidro-elektrometalurgi. 2. Kemampuan melakukan perhitungan-perhitungan yang terkait dengan pabrik hidro-elektrometalurgi seperti penentuan jumlah dan ukuran reaktor, kebutuhan reagen dan energi dan parameter-parameter terkait lainnya.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	1. MG 2111 Operasi Teknik Metalurgi	Prasyarat		
	2. MG 2112 Termodinamika Metalurgi	Prasyarat		
	3. MG 2114 Kinetika Metalurgi	Prasyarat		
	4. MG 2113 Pengolahan Mineral	Prasyarat		
	5. MG 2215 Perhitungan Metalurgi Proses	Prasyarat		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Responsi, Praktikum			
<b>Pustaka</b>	1. Habashi, F., "Textbook of Hydrometallurgy", Metallurgie Extractive, Quebec, 2 <sup>nd</sup> Edition, 2007 (Pustaka utama)			
	2. Kenneth, N.H., "Fundamentals of Aqueous Metallurgy", SME Publisher, 2002 (Pustaka Penunjang)			
	3. Havlik, T., "Hydrometallurgy: Principles and Applications," Woodhead Publishing, 2008 (Pustaka Alternatif)			
	4. Marsden, J.O and House, C.L., "Chemistry of Gold Extraction", SME Publisher, 2 <sup>nd</sup> Edition, 2006 (Pustaka Penunjang)			
	5. Unit Processes in Extractive Metallurgy: "Hydrometallurgy", A modular tutorial course of Montana College of Mineral Science and Technology (Pustaka Penunjang, Koleksi Prodi)			
	6. Unit Processes in Extractive Metallurgy: "Electrometallurgy", A modular tutorial course of Montana College of Mineral Science and Technology (Pustaka Penunjang, Koleksi Prodi)			
	7. Dr. M. Zaki Mubarak, "Hand Out Kuliah, Hidro-elektrometalurgi, Program Studi Teknik Metalurgi, FTSM-ITB (Pustaka Utama)			
<b>Panduan Penilaian</b>	Pemberian nilai akhir untuk matakuliah ini dilakukan berdasarkan nilai Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS), praktikum dan tugas. Kontribusi UTS, UAS, praktikum dan tugas masing-masing adalah 40%, 45%, 10% dan 5%.			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pengantar Hidrometalurgi	- Hidrometalurgi versus pirometalurgi - Unit proses dalam hidrometalurgi - Aspek termodinamika dalam proses hidrometalurgi	- Memahami kelebihan dan kekurangan proses hidrometalurgi dibandingkan pirometalurgi dan unit-unit proses (flow sheet) secara umum dalam proses hidrometalurgi - Memahami kembali konsep kesetimbangan dalam larutan aqueous, penggunaan diagram Pourbaix untuk mempelajari termodinamika proses pelindian, pemurnian larutan dan <i>recovery</i> logam dari larutan hasil pelindian	1,2,3,5,7
2	Aspek Kinetika dalam Proses Hidrometalurgi	- Model-model kinetika pelindian - Pengendali laju proses pelindian - Faktor-faktor yang mempengaruhi laju	Memahami model-model kinetika pelindian yang meliputi pelarutan sempurna, pelarutan dengan pembentukan lapisan porous dan nonporous dilanjutkan dengan pengendali laju proses dan faktor-faktor yang mempengaruhi laju pelindian seperti ukuran partikel, konsentrasi <i>leaching</i>	1,2,3,5,7

<b>Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB</b>	<b>Kur2013-Teknik Metalurgi</b>	<b>Halaman 36 dari 79</b>
Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB Dokumen ini adalah milik Program Studi Teknik Metalurgi - ITB. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan MG-ITB.		

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
		pelindian	<i>agent</i> , temperatur, pengaruh agitasi.	
3.	Teknik-Teknik Pelindian dan Pemisahan Padat-Cair	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prinsip proses pelindian dan aspek-aspek yang berpengaruh</li> <li>- Pelindian setempat, pelindian tumpukan dan pelindian perkolasi</li> <li>- Pelindian agitasi dan pelindian pada temperatur dan tekanan tinggi</li> <li>- Pengentalan dan Filtrasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami prinsip proses pelindian dan aspek-aspek yang berpengaruh</li> <li>- Memahami teknik-teknik pelindian, karakteristik masing-masing teknik, kelebihan dan kekurangannya serta kondisi-kondisi dimana satu teknik lebih menguntungkan untuk digunakan dibandingkan teknik lainnya</li> <li>- Memahami kembali teknik-teknik pemisahan padat-cair dengan dalam proses hidrometalurgi</li> </ul>	1,5,7
4.	Pemurnian dan Recovery Logam dari Larutan Hasil Pelindian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presipitasi kimia, kristalisasi, presipitasi dengan logam (sementasi), presipitasi dengan gas</li> <li>- Adsorpsi dengan karbon aktif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami teknik-teknik pemurnian dan/atau recovery logam dari larutan hasil pelindian dengan cara presipitasi kimia, kristalisasi, presipitasi dengan logam (sementasi),</li> <li>- Memahami proses pemurnian larutan khususnya larutan hasil proses sianidasi emas dengan adsorpsi pada karbon aktif, teknik-teknik <i>carbon in leach</i>, <i>carbon in pulp</i> dan <i>carbon in column</i>.</li> </ul>	1,4,7
5.	Pemurnian dan Recovery Logam dari Larutan Hasil Pelindian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adsorpsi Logam pada Resin Penukar Ion</li> <li>- Ekstraksi Pelarut (solvent extraction)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami proses proses pemurnian dan recovery logam dengan resin penukar ion dan ekstraksi pelarut, parameter-parameter seperti koefisien distribusi dan selektivitas resin penukar ion, unit proses dalam ekstraksi pelarut dan parameter-parameter dalam ekstraksi pelarut yang meliputi koefisien distribusi loading dan stripping, ratio fasa, faktor pemisahan dan efisiensi ekstraksi.</li> </ul>	1,2,7
6.	Pelindian Logam dan Oksida serta Proses Recoverinya dari Larutan Hasil Pelindian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proses Ekstraksi Emas dan Perak</li> <li>- Proses Ekstraksi Zn dari Kalsin ZnO</li> <li>- Proses Pelindian dan Recovery Bijih Cu-oksida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami proses ekstraksi emas dan perak dengan proses sianidasi, amalgamasi, thioureasi dan thiosulfatasi, parameter-parameter yang berpengaruh dalam setiap proses, kelebihan dan kekurangan satu proses dibandingkan dengan proses lainnya</li> <li>- Memahami proses pelindian dan recovery Zn dari kalsin ZnO dan Cu dari bijih Cu-oksida.</li> </ul>	1,2,4,7
7.	Pelindian dan Recovery Logam dan Oksida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proses Pelindian dan Recovery Alumina dari Bijih Bauksit (Proses Bayer)</li> <li>- Proses Ekstraksi Nikel dari Bijih Nikel Laterit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami proses pelindian dan <i>recovery</i> alumina dari bijih bauksit (Proses Bayer)</li> <li>- Memahami proses ekstraksi nikel dari bijih nikel laterit yang meliputi Proses Caron, Proses Pressure/High Pressure Acid Leaching (PAL/HPAL), Proses Atmospheric Agitation Leaching (AL) dan Heap Leaching dan Perkembangan-Perkembangan Terbaru</li> </ul>	1,3,7
8.	Ujian Tengah Semester (UTS)			
9.	Pelindian dan Recovery Logam dari Bijih/Konsentrat Mineral Sulfida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pelindian Bijih/Konsentrat Cu-Sulfida</li> <li>- Pelindian Konsentrat Ni-Sulfida (Proses Sheritt Gordon)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami teknik-teknik pelindian bijih/konsentrat Cu-sulfida dan perkembangan-perkembangan terkini</li> <li>- Memahami proses pelindian dan recovery nikel dari konsentrat mineral sulfida (Proses Sheritt-Gordon)</li> </ul>	1, 7
10.	Ekstraksi Logam dari Sumber-Sumber Sekunder dan Proses Daur Ulang	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ekstraksi Logam Berharga (Au, Ag, Se, Pd, Pt) dari Lumpur Anoda Proses Electrowinning Cu dengan Jalur Hidrometalurgi</li> <li>- Recycling Logam dari Debu, Baterai Bekas dan Sumber Sekunder Lainnya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami proses ekstraksi Logam Berharga dari Lumpur Anoda Proses Electrowinning Cu (Au, Ag, Se, Pd, Pt)</li> <li>- Memahami teknik-teknik daur ulang logam Zn dari debu tanur listrik proses pembuatan baja, recycling Zn, Ni, Pb dari baterai dan sumber sekunder lainnya</li> </ul>	7
11.	Pengantar Elektrometalurgi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lingkup Proses Elektrometalurgi</li> <li>- Hukum Faraday, Efisiensi Arus, Tegangan Sel, Polarisasi, Efisiensi Energi</li> <li>- Komponen-Komponen Pabrik Elektrometalurgi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami lingkup proses elektrometalurgi yang meliputi proses electrowinning dan electrowinning</li> <li>- Mengulang kembali penggunaan Hukum Faraday untuk penentuan efisiensi arus dalam proses elektrometalurgi dan mengulas kembali konsep-konsep potensial elektroda, polarisasi elektroda tegangan sel dan konsumsi energi.</li> <li>- Mengetahui komponen-komponen pabrik elektrometalurgi seperti bak elektrolisa, elektroda, sistem sirkulasi elektrolit, <i>stripping machine</i>.</li> </ul>	6,7
12.	Aspek-Aspek Termodinamika dan Kinetika Proses Elektrometalurgi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potensial elektroda, Potensial Sel, Polarisasi</li> <li>- Konduktivitas Larutan Elektrolit, Bilangan Transport, Mobilitas Ion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami konsep-konsep potensial elektroda (1/2 sel), potensial sel dan polarisasi (polarisasi aktivasi, polarisasi aktivasi, polarisasi ohmik)</li> <li>- Memahami dan mampu melakukan perhitungan terkait konduktivitas larutan elektrolit, bilangan transport ion dan mobilitas ion</li> </ul>	2,6,7
13.	Produksi logam dengan Proses Elektrolisa dalam Larutan Aqueous	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Electrowinning Zn</li> <li>- Electrowinning dan Electrowinning Cu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami proses- proses electrowinning Zn dari larutan ZnSO<sub>4</sub> hasil pelindian, electrowinning Cu dari larutan hasil pelindian dan electrowinning anoda Cu dari proses <i>smelting</i> dan <i>pyrorefining</i></li> </ul>	6,7
14.	Produksi Logam dengan Proses Elektrolisa dalam Larutan Aqueous	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Electrowinning dan electrowinning Ni</li> <li>- Electrowinning dan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami proses electrowinning Ni dari larutan Ni-sulfat hasil pelindian matte dan bijih nikel laterit serta proses electrowinning Ni dari</li> </ul>	4,7

<i>Mg#</i>	<i>Topik</i>	<i>Sub Topik</i>	<i>Capaian Belajar Mahasiswa</i>	<i>Sumber Materi</i>
		Electrorefining Au-Ag	nikel matte. - Memahami proses electrowinning Au-Ag dari larutan eluate proses sianidasi - Memahami proses electrorefining Au-Ag dari dore bullion	
15.	Produksi Logam dengan Proses Elektrolisa dalam Lelehan Garam	- Produksi Aluminium dengan Proses Hall-Heroult - Produksi Logam-Logam Na, Li dan Mg melalui Proses Elektrolisa dalam Lelehan Garam	- Memahami proses produksi Al dari $Al_2O_3$ dengan proses Hall-Heroult, perancangan sel dan masalah-masalah yang timbul misalnya konsumsi energi, efek anoda, emisi gas beracun - Memahami proses produksi logam-logam ringan yaitu Na, Li dan Mg melalui proses elektrolisa dalam lelehan garam	6,7
16.	Ujian Akhir Semester (UAS)			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 3215	<b>Bobot sks:</b> 3sks	<b>Semester:</b> VI	<b>KK / Unit Penanggung jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib
<b>Nama Mata Kuliah</b>	Teknik Pengecoran Metal Casting			
<b>Silabus Ringkas</b>	Bahan baku cetakan, uji pasir cetak, pola cetak, fluiditas logam cair, mekanisme pembekuan logam, perancangan saluran tuang dan riser, teknologi pengecoran logam (casting technology), metode peleburan dan pemaduan logam, pembersihan dan pengecekan, desain produk cor dan analisis penyebab cacat tuang dan metode pencegahannya. Mould materials, sand testing, pattern, liquid metal fluidity, solidification mechanisms of metal and alloys; gating system and riser design, casting technology, smelting and alloying principles, cleaning and inspection, casting product design, analysis of casting-defects causes and its prevention.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Pengertian dasar pengecoran logam yang meliputi bahan baku cetakan, uji pasir cetak, pembuatan pola cetak, parameter terhadap fluiditas logam cair, mekanisme pembekuan logam; perancangan konstruksi cetakan, teknologi pengecoran logam (casting technology), metode peleburan dan pemaduan logam, pembersihan dan pengecekan, desain produk cor dan analisis cacat tuang dan metode pencegahannya. Basic principles of metal casting technology and history of metal casting development. Mould materials, sand testing, pattern making, fluidity of metals and alloys and the effects of operating parameters and composition on the fluidity and solidification mechanisms of metals and alloys, gating system and riser design, casting technology, melting and alloying principles and practices in metal foundries, cleaning and inspection, casting product design, casting-defect and prevention.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa mendapat pengetahuan yang dapat digunakan untuk pendidikan lanjutan, menjalankan pekerjaan dan penelitian yang berhubungan dengan proses pembentukan produk dari bahan paduan-paduan logam melalui proses pengecoran.			
<b>Mata Kuliah Terkait</b>	1. MG 2216 Metalurgi Fisik	Prerequisit		
	2. MG 3113 Transformasi Fasa dan Perlakuan Panas	Prerequisit		
	3. MG 2212 Fenomena Transport Metalurgi	Prerequisit		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Tugas mandiri, tugas kelompok, kunjungan industri			
<b>Pustaka</b>	1. Beeley, P.R., Foundry Technology, Newness-Butherworths, London, 1972. 2. Stefanescu, D.M. (eds.), Casting, Metals Handbook, American Society for Metals, ASM International, 1998. 3. Sylvia, J.G., Cast Metals Technology, Addison-Wesley Publishing Company, 1972. 4. Rowley, M.T., International Atlas of Casting Defect, American Foundrymen, s Society, Inc., 1993. 5. Eddy A. Basuki, Buku Ajar Teknik Pengecoran Logam, 2005			
<b>Panduan Penilaian</b>	Penilaian didasarkan pada 4 (empat) jenis assessment, yaitu ujian tengah semester (UTS), ujian akhir (UAS), tugas mandiri dan tugas kelompok (praktikum). Bobot dari masing-masing assessment ini adalah 35%, 35%, 10% dan 20%.			
<b>Catatan Tambahan</b>	Untuk menambah wawasan industri maka dalam kuliah ini akan dilakukan kunjungan industri ke 2 lokasi pabrik pengecoran logam. Mahasiswa akan diberi lembar pertanyaan yang harus dicari jawabannya selama melakukan kunjungan ke industri. Hasil rangkuman jawaban yang dikumpulkan dari industri akan didiskusikan di dalam kelas. Selain itu, mahasiswa juga akan melakukan praktikum di laboratorium pengecoran logam. Praktikum dilakukan berdasarkan kelompok yang terdiri dari 4 orang/kelompok. Namun demikian, tugas penulisan praktikum dilakukan oleh masing-masing mahasiswa menggunakan data dari kelompoknya masing-masing.			

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1.	Pendahuluan dan Konsep	Sejarah perkembangan pengecoran dari zaman pra sejarah hingga kini. Pengecoran sebagai bagian dari manufaktur	Membuka wawasan tentang seni/ilmu casting dan perannya dalam industry manufaktur.	1,2
2	Model (Pattern) dan Inti (Core)	Teknologi pembuatan model (pattern), persyaratan-persyaratan desain, teknis dan jenis. Teknik pembuatan, bahan baku dan persyaratan teknis untuk inti	Mahasiswa mengerti berbagai jenis, model dan bahan serta pemakaiannya. Mahasiswa mengerti fungsi penggunaan inti.	1,2,3,4,5
3	Bahan baku cetakan	Bahan baku pasir cetak, sand testing, sistem reklamasi pasir	Mahasiswa mengerti berbagai metode, teknik pengecoran logam dan peralatannya	1,2,3,4,5
4	Teknologi Pengecoran Logam	Green sand, dry sand, CO <sub>2</sub> -process, cement/ceramic mold, full-mold casting	Mahasiswa mengerti berbagai metode, teknik pengecoran logam dan peralatannya	1,2,3,4,5
5	Teknologi Pengecoran Logam. Praktikum ke 1.	Die casting, centrifugal casting, squeeze-casting, Shell mold casting, Investment mold casting, Chem. Molding. Praktikum pembuatan cetakan dari pasir menggunakan cope-drag.	Mahasiswa mengerti berbagai metode, teknik pengecoran logam dan peralatannya, serta memahami peran pola cope-drag dan bahan pasir sebagai bahan cetakan.	1,2,3,4,5
6	Teknologi Pengecoran Logam.	Conventional continuous casting, cara kerja, pengaruh parameter proses terhadap kualitas, cacat cor dan penanggulangannya. Metoda untuk produksi clean steels.	Mahasiswa memahami operasi continuous casting yang konvensional, terutama untuk baja.	1,2,3,4,5
7	Teknologi Pengecoran Logam	Thin slab casting dan strip casting, cara kerja, perbandingan, keunggulan dan kelemahan	Mahasiswa menegenetahui pengembangan teknologi continuous casting.	1,2,3,4,5
8	-	-	UTS	
9	Melting, alloying dan sifat logam cair. Praktikum ke 2	Jenis-jenis tanur lebur, seleksi, cara-cara pengontrolan komposisi paduan. Pemakaian teorema Bernoulli dan law of continuity untuk memperkirakan kecepatan aliran dan adanya aspirasi. Pengaruh komposisi kimia dan temperature terhadap fluiditas, cara pengukuran fluiditas. Praktikum peleburan paduan aluminium dan pembuatan ingot.	Mahasiswa mengerti untuk memilih tanur lebur yang tepat untuk pembuatan paduan logam serta cara-cara pemaduan. Mahasiswa memahami sifat logam cair kaitannya dengan aliran di dalam cetakan. Pemahaman struktur butiran dalam paduan aluminium hasil coran (dendritik, kolumnar).	1,2,3,4,5
10	Mekanisme Pembekuan Logam	Termodinamika transformasi cair-padat (pembekuan). Pengertian homogen/heterogen, pertumbuhan butira. Pembekuan paduan logam	Mahasiswa memahami proses pembekuan logam murni dan paduan logam	1,2,3,4,5
11	Mekanisme Pembekuan Logam	Pengaruh transport panas terhadap pembentukan struktur butiran. Pembentukan struktur kolumnar/planar, cellular, dendritik, equiaxed grain. Pengaruh temperatur liquidus dan gradien temperatur.	Mahasiswa mengerti struktur butiran hasil proses pengecoran. Mahasiswa mengerti struktur butiran hasil proses pengecoran	1,2,3,4,5

<i>Mg#</i>	<i>Topik</i>	<i>Sub Topik</i>	<i>Capaian Belajar Mahasiswa</i>	<i>Sumber Materi</i>
12	Gating Design. Praktikum ke 3.	Penentuan waktu tuang, perhitungan sistem saluran, saluran turun, runner, gate, sprue base, contoh perhitungan. Praktikum pembuatan benda tuang.	Mahasiswa dapat mendisain sistem saluran tuang dan membuat benda cor.	1,2,3,4,5
13	Riser Design	Pertimbangan ratio pembekuan, metoden Naval Research Laboratory, saluran penghubung, perhitungan riser, penempatan riser, jarak pasok, pengaruh chill, eksternal dan internal chill	Mahasiswa dapat menghitung dimensi, jumlah dan penempatan riser.	1,2,3,4,5
14	Gating & Riser Design	Contoh-contoh perhitungan dan aplikasinya	Mahasiswa mengerti metode perhitungan ukuran Riser dan Gating System	1,2,3,4,5
15	Casting dan Inspection	Optimasi desain, analisis cacat coran dan penanggulangannya	Mahasiswa mengerti bagaimana memperoleh bentuk benda cor yang ideal tanpa cacat	1,2,3,4,5
16	-	-	UAS	



<b>Kode Matakuliah:</b> MG 3216	<b>Bobot sks:</b> 3 SKS	<b>Semester:</b> VI	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib Prodi
<b>Nama Matakuliah</b>	Pengendalian Korosi Logam			
	Metal Corrosion Prevention			
<b>Silabus Ringkas</b>	Kuliah ini dimaksudkan untuk memberikan pengetahuan tentang korosi aqueous dan pengendaliannya kepada mahasiswa tahap sarjana tahun ke 3			
	The course is intended to introduce the knowledge of aqueous corrosion of metals and their prevention for 3th year students at the undergraduate level.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Penjelasan rinci mekanisme dan kinetika degradasi logam akibat serangan korosi aqueous, faktor-faktor yang mempengaruhi laju korosi, bentuk-bentuk korosi, mekanisme degradasi dan metoda pengendaliannya. Penjelasan pengukuran-pengukuran laju korosi dan pengujian-pengujian korosi, serta pengulasan karakteristik lingkungan-lingkungan korosif yang umum dijumpai. Korosi dalam lingkungan CO <sub>2</sub> dan CO <sub>2</sub> yang mengandung H <sub>2</sub> S. Proteksi korosi termasuk pemilihan material. Rancangan proteksi katodik dan proteksi anodik. Deskripsi material-material tahan korosi dan degradasi struktur beton.			
	Detail explanation of mechanism and kinetics of metal degradation due to aqueous corrosion attack, forms of corrosion, their degradation mechanism and prevention method. Understanding of aqueous corrosion rate measurement and corrosion test. Introducing of the typical corrosive environments characteristics. Discussion of corrosion protection including material selection. Corrosion in CO <sub>2</sub> and CO <sub>2</sub> containing H <sub>2</sub> S environment. Cathodic and anodic protection design. Description of corrosion resistant material and degradation of concrete structures.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa-mahasiswa yang dapat menangani masalah-masalah korosi di lapangan, melakukan pengukuran laju korosi dan merancang system proteksi korosi khususnya system proteksi katodik.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	MG 2112 Termodinamika Metalurgi	Prasyarat		
	MG 2214 Kinetika Metalurgi	Prasyarat		
	MG 3214 Hidro-Elektrometalurgi	Bersamaan		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Praktikum			
<b>Pustaka</b>	1. Pourbaix, M, Atlas of Electrochemical Equilibria in Aqueous Solution, NACE, 1974. (Pustaka Utama)			
	2. Jones, D.A., Principles and Prevention of Corrosion, Maxwell McMillan, 1995. (Pustaka Utama)			
	3. Roberge, P.R., Handbook of Corrosion Engineering, McGraw-Hill, 2000. (Pustaka Utama)			
	4. Shreir et al, Corrosion, Vol 1 & II, 3rd Edd., Butterworth-Heinemann, 1995. (Pustaka Pendukung)			
<b>Panduan Penilaian</b>	UTS : 40% UAS : 40% assay Praktikum : 20%			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	- Pendahuluan  - Penggunaan Diagram Potensial-pH untuk Korosi Aqueous  - Praktikum Modul 1 & 2	- Kerugian akibat korosi, contoh kasus-kasus korosi, korosi elektrokimia, sel-sel korosi elektrokimia - Penggunaan diagram potensial -pH untuk korosi aqueous Sel-sel korosi elektrokimia Penggunaan indikator dalam mengamati korosi elektrokimia	Memberikan pengertian pentingnya pemahaman mekanisme korosi elektrokimia dan cara-cara pengendaliannya Memberikan wawasan secara komprehensif penggunaan diagram potensial -pH untuk korosi aqueous	No 1: Section 4 (Hal: 70 – 83)
2	Kinetika Korosi Aqueous I	- Proses korosi yang terkendali oleh laju reaksi perpindahan muatan - Proses korosi yang terkendali oleh laju perpindahan massa	Memberikan pemahaman penggunaan kurva polarisasi (diagram Evans dan Stern -Geary) untuk studi kinetika korosi	No 2 : Bab 3 (Hal: 75 – 101)
3	Kinetika Korosi Aqueous II  Praktikum Modul 3	- Passivasi - Teori passive film breakdown - Faktor-faktor yang mempengaruhi laju korosi  Prilaku korosi baja dan aluminium dalam berbagai larutan	Memberikan wawasan yang dimaksudkan dengan passivasi, pemahaman teori pecahnya selaput pasif dan pemahaman faktor-faktor yang mempengaruhi laju korosi.  Untuk melatih cara pengukuran potensial korosi dan menggunakan diagram potensial-pH dalam mempelajari prilaku korosi logam.	No 2 : Bab 7 (Hal: 209 - 220) dan handout
4	Diagram Potensial -pH Eksperimental	- Diagram potensial - pH Fe untuk lingkungan yang tidak mengandung ion agresif - Diagram potensial-pH Fe untuk lingkungan yang mengandung ion agresif - Memasukkan data kinetika dalam diagram potensial - pH	Menjelaskan penyimpangan - penyimpangan daerah pasif pada diagram potensial - pH dari hasil pengukuran polarisasi anodic Menjelaskan cara menentukan hubungan potensial dan laju korosi dengan pH.	Handout
5	Bentuk - Bentuk Korosi I	- Korosi Merata - Korosi galvanik, korosi	Mendiskusikan penggunaan diagram Pot -pH dan kurva polarisasi dalam	No 2 : Bab 6 (Hal: 168-198) Bab 7 (Hal: 199 -234) dan Bab 9 (Hal:

**Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB**      **Kur2013-Teknik Metalurgi**      **Halaman 41 dari 79**

Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB  
Dokumen ini adalah milik Program Studi Teknik Metalurgi - ITB.  
Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan MG-ITB.

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
		crevice, korosi sumuran dan pelindian selektif	menjelaskan mekanisme setiap bentuk korosi dan kemungkinan pengendalian-nya	323 – 333)
6	Bentuk – Bentuk Korosi II	Korosi Intergranular, exfoliation, faktor-faktor yang mempengaruhi korosi las-lasan, korosi-erosi, SCC, CFC, HIC	Mendiskusikan keterkaitan sifat metalurgi logam, beban yang bekerja serta aksi erosi dan tumbukan dengan laju dan bentuk korosi, termasuk kemungkinan pengendalian-nya	No 2: Bab 8 (Hal: 235 – 290), Bab 9 (Hal 291 – 231) dan Bab 10 (Hal: 334 – 356)
7	Pengukuran Laju Korosi I  Praktikum Modul 4	- Pengukuran laju korosi dengan ekstrapolasi Tafel - Pengukuran laju korosi dengan metoda tahanan polarisasi linier Pengukuran Laju Korosi	Memberikan teknik-teknik cara pengukuran laju korosi dengan metoda elektrokimia khususnya polarisasi Melatih cara melakukan pengukuran laju korosi dengan metoda elektrokimia.	No 2: Bab 5 (Hal: 143-160)
8	Pengukuran Laju Korosi II  UTS	- Penggunaan teknik impedansi - Pengujian imersi dan pemaparan - Pengukuran laju korosi dengan menggunakan electrical resistance probe - Uji-uji korosi lainnya	Memberikan pemahaman teknik impedansi dan penggunaan rangkaian listrik ekuivalen, dan penggunaan metoda immersi untuk studi mekanisme korosi dan penentuan laju korosi.	Handout
9	Lingkungan Korosif	- Lingkungan atmosferik - Lingkungan laut dan tanah - Bacterial corrosion - Lingkungan spesifik	Menjelaskan sifat-sifat spesifik lingkungan atmosferik, laut dan tanah, serta lingkungan-lingkungan lainnya dan pengaruh bakteri pada korosi logam	No 2: Bab 11 ( Hal: 357 -394)
10	Pengendalian Korosi Logam  Inhibisi Korosi	- Teknik – teknik pengendalian korosi logam - Perancangan struktur - Sifat korosi beberapa material - Jenis- jenis inhibitor korosi - Penggunaan kurva polarisasi dalam menjelaskan mekanisme inhibisi - Inhibitor organik dan organic coating	Memberikan wawasan tentang pentingnya pengendalian korosi sejak tahap perancangan dari pemilihan material  Memberikan wawasan tentang jenis-jenis dan penggunaan inhibitor untuk mengendalikan korosi	Handout  No 3: Bab 10 (Hal:833 – 860) Kinetika Korosi Aqueous I
11	Proteksi Katodik I  Praktikum Modul 5	- Proteksi katodik dengan anoda sacrificial  Kriteria proteksi dan inspeksi system proteksi katodik	Melatih perancangan proteksi katodik struktur baja dengan anoda sacrificial.  Melatih cara menggunakan kriteria proteksi untuk inspeksi sistem proteksi katodik	No4: Bab 10 (Hal: 10.1 – 10.55)
12	Proteksi Katodik II	- Proteksi katodik dengan ICCP - Stray current corrosion	Melatih perancangan proteksi katodik struktur baja dengan ICCP Memberikan penjelasan tentang interfrensi dan stray current	No 4: Bab 10 (Hal: 10.56 – 10.135)
13	Proteksi Anodik  Metallic coating	Proteksi Anodik. Perhitungan-perhitungan proteksi anodik. HDG dan metallic coating lainnya	Memberikan pemahaman proteksi anodik dan pengulasan cara memproteksi dengan metallic coating.	No 4: Bab 10(Hal: 10.155 – 10.168) dan No 5: Bab 5 (Hal: 419 – 436, 459 – 462)
14	Korosi dalam Lingkungan CO <sub>2</sub>	Korosi dalam Lingkungan CO <sub>2</sub> dan CO <sub>2</sub> yang mengandung H <sub>2</sub> S	Memberikan pemahaman penentuan laju korosi baja dalam lingkungan CO <sub>2</sub> dan CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> S sehingga dapat menentukan kondisi yang paling beresiko.	Handout
15	Degradasi Struktur Beton Bertulang	- Mekanisme degradasi struktur beton yang berkaitan dengan korosi baja tulangan - Peningkatan durabilitas struktur beton	Memberikan wawasan bagaimana cara mengendalikan korosi baja tulangan untuk meningkatkan durabilitas struktur beton	Handout
16	UAS			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 3114	<b>Bobot sks:</b> 2 SKS	<b>Semester:</b> V	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib Prodi
<b>Nama Matakuliah</b>	<i>Pemanfaatan Mineral Industri</i> <i>Beneficiation of Industrial Mineral</i>			
<b>Silabus Ringkas</b>	<i>Pengenalan dan pengelolaan potensi mineral industri di Indonesia (pohon industri), pemanfaatan bagi industri dan peningkatan kualitas serta pengenalan peran mineral industri di negara berkembang. Perijinan untuk pengusahaan mineral industri di Indonesia</i> <i>Introduction and management of potential industrial mineral in Indonesia (industrial tree), beneficiation for industry and quality enhancement with introduction of industrial mineral in development country. Licensing for industrial minerals in Indonesia.</i>			
<b>Silabus Lengkap</b>	<i>Pengenalan macam-macam mineral industri yang potensial untuk dimanfaatkan dalam industry (pohon industri). Pengenalan sifat-sifat mineral industri sebagai bahan baku dan cara-cara pengolahannya serta persyaratan-persyaratan yang diperlukan oleh suatu industri. Pengenalan dan analisis proses pembuatan semen, proses elektrolitik mangan dioksida, keramik, mineral zirkonia, refractory serta proses-proses lainnya dalam industri lainnya baik sebagai bahan baku ataupun bahan setengah jadi. Pengenalan fase-fase diagram terutama untuk oksida-oksida dalam rangka menjaga kualitas bahan jadi. Siklus mineral industri.</i> <i>Introduction of various potential industrial mineral that can be used in industry (industrial tree). Introduction of industrial mineral characteristics as raw material units processing method and regulation that is required for an industry. Introduction and analysis of cement making processing, electrolytic manganese dioxide process, ceramics, zirconia mineral, refractories and other process in other industries either as raw or secondary materials. Introduction of phase diagrams particularly for oxides in order to control the quality of the finished product. Industrial minerals cycle.</i>			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	<i>Mahasiswa mampu mengelola mineral industri dari sektor hulu sampai hilir</i> <i>Mahasiswa mampu untuk mendesain dan melakukan eksperimen serta menganalisis dan menginterpretasikan data-data proses pengolahan mineral-mineral industri</i> <i>Mahasiswa mampu bekerja sama dalam suatu tim multi disiplin.</i>			
<b>Matakuliah Terkait</b>	<i>MG 2213 Pengolahan Mineral</i> <i>MG 3112 Tanur dan Bahan Bakar</i>			
<b>Kegiatan Penunjang</b>	<i>Kerja lapangan</i>			
<b>Pustaka</b>	1. Lefond, S.J., "Industrial Mineral and Rocks", 1983. 2. Johnstone, "Minerals for the Chemicals and Allied Industries". 3. Norton, "Refractories", McGraw-Hill, 1977. 4. Kingery, Bower and Uhlman, "Introduction to Ceramics", John Wiley 1976. 5. Jan Bijen, "Blast Furnace Slag Cement". 6. Ghost, "Cement and Concrete Science & Technology", ABI Books, 1991. 7. Banerjee, "Technology of Portland Cement and Blended Cement", Wheeler Publishing, 1980. 8. Manning, DAC, "Introduction to Industrial Minerals", Chapman and Hall, 1995			
<b>Panduan Penilaian</b>	Penilaian didasarkan pada 4 (empat) jenis assessment, yaitu Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS), tugas mandiri dan tugas kelompok (kunjungan lapangan). Bobot dari masing-masing assessment ini adalah 35%, 40%, 10% dan 15%.			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	Penjelasan umum materi kuliah, tugas-tugas, sistem penilaian dan memberikan daftar pustaka. Contoh-contoh pengolahan dan pemanfaatan mineral industri dalam kehidupan manusia	Mahasiswa mengetahui PP untuk penggolongan mineral di Indonesia dan manfaat mineral industri dalam kehidupan manusia.	6,7,8
2	Pohon industri dari pemanfaatan mineral industri	Pohon industry untuk mineral-mineral industry yang prospek	Mahasiswa memahami manfaat dari mineral-mineral industry yang prospek	4,5,6,7,8
3	Mineral Industri untuk Konstruksi	Agregate, beton dan karakteristik bahan konstruksi	Mahasiswa memahami manfaat dari mineral untuk konstruksi dan karakteristik bahan konstruksi	6,8
4	Mineral Industri Klay	Kaolin, bentonit, ball clay, fullers earth	Mahasiswa memahami manfaat mineral industri clay dan metode pengolahannya	1,8
5	Mineral Industri untuk Pertanian dan bahan kimia	Zeolit, fosfat, sulfur dan Sodium karbonat, Halite & garam potassium clorida	Mahasiswa memahami manfaat mineral industri untuk pertanian dan bahan kimia dan metode pengolahannya	1,2,8
6	Diagram fasa dan proses pembakaran untuk mineral industri	Sistem fasa biner dan terner serta pengaruh pembakaran	Mahasiswa memahami sistem fasa biner dan terner serta dasar-dasar pembakaran	3,8
7	Mineral industry untuk bahan aneka industri	Bahan baku dan proses pengolahan keramik. Proses pemanfaatan dan pengolahan mineral zirkonia	Mahasiswa memahami bahan baku dan proses pembuatan keramik dan proses pemanfaatan dan pengolahan mineral zirkonia	4,8
8	UTS	-	-	-
9	Industri gelas	Pembuatan gelas, komposisi minor	Mahasiswa mengetahui dan memahami metode pembuatan gelas dan kaca	8
10	Industri semen	Preparasi bahan baku, pembakaran, kalsinasi dan	Mahasiswa mengetahui dan memahami metode pembuatan semen	5,6,7,8

**Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB**      **Kur2013-Teknik Metalurgi**      **Halaman 43 dari 79**

Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB  
Dokumen ini adalah milik Program Studi Teknik Metalurgi - ITB.  
Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan MG-ITB.

		<i>clinkering. Perhitungan neraca material dalam industri semen</i>	<i>dan Perhitungan neraca material dalam industri semen</i>	
11	<i>Bata tahan api</i>	<i>Bahan baku dan pembuatan bata tahan api</i>	<i>Mahasiswa mengetahui bahan baku bata tahan api dan memahami metode pembuatan bata tahan api</i>	3,8
12	<i>Batu mulia</i>	<i>Jenis bijih/mineral sebagai bahan baku batu mulia</i>	<i>Mahasiswa memahami manfaat dari mineral sebagai batu mulia</i>	1,8
13	<i>Elektrolitik Mangan Dioksida</i>	<i>Bahan baku dan proses pengolahan elektrolitik mangan dioksida</i>	<i>Mahasiswa memahami bahan baku dan proses pengolahan elektrolitik mangan dioksida</i>	Handout
14	<i>Siklus mineral industri</i>	<i>Perijinan perusahaan mineral industri</i>	<i>Mahasiswa memahami mengenai persyaratan perijinan setiap tahapan kegiatan perusahaan mineral industri</i>	-
15	<i>Ekskursion dan Presentasi Tugas Mahasiswa</i>	<i>Pengolahan data hasil ekskursion dan permodelan</i>	<i>Mahasiswa memahami aplikasi permodelan untuk data lapangan</i>	8
16	<i>UAS</i>	-	-	-

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 4111	<b>Bobot sks:</b> 3 SKS	<b>Semester:</b> VII	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib
<b>Nama Matakuliah</b>	Metalurgi Pembentukan Logam Metallurgy of Metal Shaping			
<b>Silabus Ringkas</b>	Pembahasan konsep perhitungan gaya dan daya dalam operasi pembentukan berbagai produk dari bahan logam Description and calculation of force and energy for various metal forming products			
<b>Silabus Lengkap</b>	Konsep mekanika kontinum, teori plastisitas, analisis tegangan-regangan, dan kriteria luluh. Klasifikasi metoda pembentukan logam dan contoh-2 produk pembentukan. Perhitungan gaya dan daya untuk berbagai pembentukan logam. Rekayasa metalurgi untuk memperoleh mampu bentuk yang baik serta standar penentuan batas-batas deformasi logam. Continuum mechanics concept, plasticity theory, stress-strain analysis, yielding criteria. Calculation of force and power for various metal forming. Metallurgical engineering to acquire good formability and standard determination of metal deformation limits.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa mampu melakukan pemilihan teknik pembentukan logam yang tepat < dengan perhitungan gaya dan daya yang diperlukan.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	MG 2114 Kekuatan Material			
	MG 2216 Metalurgi Fisik			
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Studi kasus industri dan presentasi			
<b>Pustaka</b>	1. Dieter, G.E., Mechanical Metallurgy, SI-Metric, Ed., McGraw-Hill, 1988. 2. Lankford, D., Metal Forming Operation, John Wiley & Sons, 1998. 3. Kalpakjian, S., Manufacturing Processes for Engineering Materials, Addison Wasley, 1992. 4. ASM-International, Metals Handbook : Metal Forming, ASM Publication, 1999.			
<b>Panduan Penilaian</b>	Tugas (20%) ; UTS (40%) ; UAS (40%)			
<b>Catatan Tambahan</b>	Survey website ditugaskan untuk melihat perkembangan industri Metal-forming di dunia.			

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	Silabus, pokok bahasan dan penilaian	Memahami ruang lingkup kuliah	1,2
2	Mekanika kontinum & deformasi	Analisis tegangan titik dan bidang	Memahami distribusi dan analisis tegangan kerja	1,2
3	Mekanika kontinum & deformasi	Hubungan tegangan dan regangan	Memahami perilaku deformasi mekanik pada logam	1,2
4	Teori plastisitas	Tegangan alir, regangan, dan lingkaran Mohr. Kriteria luluh	Memahami pembebanan logam dan analisis sistim gaya beban kerja	1,2
5	Klasifikasi metoda pembentukan	Teknik dan peralatan pembentukan logam	Memahami teknik membentuk produk logam dan contoh produk	1,3,4
6	Teknik tempa (forging)	Analisis gaya & daya pada tempa.	Memahami perhitungan gaya dan daya pada tempa	1,3,4
7	Penarikan slab & kawat (slab & wire drawing)	Analisis gaya & daya pada penarikan slab & kawat	Memahami perhitungan gaya dan daya pada penarikan slab & kawat	1,3,4
8	<b>UJIAN TENGAH SEMESTER</b>			
9	Teknik pengerolan (Rolling)	Konfigurasi sistim dan peralatan pengerolan: <i>hot &amp; cold rolling</i>	Memahami prinsip dan analisis dalam pengerolan	1,3,4
10	Analisis pengerolan	Perhitungan gaya & daya pada pengerolan	Memahami perhitungan gaya dan daya pada pengerolan	1,3,4
11	Ekstrusi (Extrusion)	Perhitungan gaya & daya pada ekstrusi	Memahami perhitungan gaya dan daya pada ekstrusi	1,3,4
12	Penarikan dalam (Deep-drawing)	Analisis gaya & daya pada penarikan dalam	Memahami perhitungan gaya dan daya pada penarikan-dalam.	1,3,4
13	Kriteria mampu bentuk	Penentuan metoda dan parameter mampu bentuk	Memahami rekayasa metalurgi untuk menghasilkan mampu bentuk yang baik	1,3,4
14	Tekstur dan parameter mampu bentuk	Uji formabilitas dan cacat produk	Memahami rekayasa metalurgi untuk menghasilkan mampu bentuk yang baik	1,3,4
15	Studi kasus industri metal-forming	Teknologi dan pabrik pembentukan logam	Memahami perkembangan mutakhir problema pabrik pembentukan	3,4
16	<b>UJIAN AKHIR SEMESTER</b>			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 4112	<b>Bobot sks:</b> 3 SKS	<b>Semester:</b> VII	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib Prodi
<b>Nama Matakuliah</b>	K3 dan Lingkungan Industri Metalurgi <i>Safety and Health in work &amp; Industrial Metallurgical Environments</i>			
<b>Silabus Ringkas</b>	Mata kuliah ini terdiri dari materi mengenai Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dan pengelolaan limbah industri metalurgi <i>The content of the course in cludes safety and Health in work &amp; industrial metallurgical management Waste treatment</i>			
<b>Silabus Lengkap</b>	Mata kuliah ini mempelajari mengenai Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pada Industri Metalurgi Di Indonesia, yaitu Dasar Hukum & Peraturan K3 dan Definsi Sistem Menejemen K3, Analisis Keselamatan Kerja (Job Safety Analysis), Risk Assessment, Inspeksi-SBO-Audit K3, Keadaan Darurat, Laporan Insiden, Pengantar Investigasi Kecelakaan, Kinerja K3. Pemahaman dan pembahasan Undang-Undang dan Peraturan yang berkaitan dengan pencemaran udara dan pencemaran lingkungan air. Pengelolaan limbah cair, limbah padat dari proses metalurgi. Proses sedimentasi dan proses filtrasi. Pengelolaan gas buang proses metalurgi. Dispersi atmosferik. Pencegahan timbulnya hujan asam. Proses desulfurisasi gas buang. Penangkapan partikulat dari gas buang. Presipitasi elektro-statik. <i>The content of this course about Health &amp; Safety in Indonesian industrial metallurgical . The HSE includes problems of HSE, basic law and regulation on HSE, HSE system management, Job Safety Analysis etc. Knowledge and discussion about air pollution and water waste environment regulation. . Management of water waste, solid and gas waste of metallurgical process,, dispersion of asmospheric. To prevent acid rain. Flue gas desulfurization, flue gas filtering . Precipitator Electrostatic</i>			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Diharapkan mahasiswa paham dan sadar dengan kesehatan dan keselamatan kerja dan dapat memahami mengenai pengelolaan lingkungan industri metalurgi berdasarkan peraturan pemerintah , klasifikasi limbah metalurgi dan pengelolannya			
<b>Matakuliah Terkait</b>	MG2213 Pengolahan Mineral			
	MG2215 Perhitungan Metalurgi Proses			
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Kerja Lapangan			
<b>Pustaka</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi mengenai "Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Lingkungan Industri Metalurgi</li> <li>Undang-Undang Lingkungan Hidup.</li> <li>Keputusan Mengenai Pengelolaan Limbah Cair, Padat, dan Gas.</li> <li>Davis, M.L., dan Cornwell, D.A., Introduction to Environmental Engineering, 2nd edition, McGraw-Hill, 1991</li> <li>Health Safety Executive, Managing Health Safety, HSE Publication (<a href="http://www.hse.co.uk">www.hse.co.uk</a>), Inggris</li> <li>Karmis, M., "Mine Health &amp; Safety Management," Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc (SEM), Colorado, 2001 (Pustaka Utama)</li> <li>Hughes, P., Ferrett, E. International Health and Safety at Work, Routledge, 2010 (Pustaka Utama)</li> </ol>			
<b>Panduan Penilaian</b>	Penilaian didasarkan pada 4 (empat) jenis assessment, yaitu Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS), tugas mandiri dan tugas kelompok (kunjungan lapangan). Bobot dari masing-masing assessment ini adalah 35%, 40%, 10% dan 15%.			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	Penjelasan umum materi kuliah, tugas-tugas, sistem penilaian dan memberikan daftar pustaka . Pengenalan masalah K3 dan Peraturan Pemerintah mengenai pengelolaan limbah industri metalurgi	Mahasiswa mengenal mengenai K3 dan memahami peraturan Pemerintah mengenai pengelolaan limbah industri metalurgi	1,2,5
2	Undang-undang (UU) dan Peraturan Lingkungan	UU dan Peraturan Lingkungan Hidup; baku mutu lingkungan dan parameter kualitas	Mahasiswa mengetahui UU dan Peraturan Lingkungan Hidup dan implikasinya pada industri metalurgi dan mahasiswa paham baku mutu lingkungan dan parameter kualitas	2,3
3	Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL)	Prinsip-prinsip dasar dan pelaksanaan AMDAL	Mahasiswa memahami prinsip dasar dan pelaksanaan amdal industri	2,3
4	Kualitas Air dan Karakteristik Limbah dalam Air	Kualitas Air Standar Kekeruhan (Turbidity), Alkalinitas (Alkalinite), Hardness Limbah B3, Biochemical Oxygen Demand, Chemical Oxygen Demand, dan Oksigen Terlarut (DO)	Mahasiswa memahami Kualitas Air Standar, Kekeruhan (Turbidity), Alkalinitas (Alkalinite), Hardness dan memahami limbah B3, Biochemical Oxygen Demand, Oksidasi Nitrogen Chemical Oxygen Demand dan Oksigen Terlarut (DO)	2,3,4
5	Pengelolaan limbah cair dan Pengujian Laboratorium	Konsep Pengendapan Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi Dan Filtrasi Penentuan Kecepatan, Pengendapan Partikel Hidrolika Filtrasi Pasir	Mahasiswa memahami Konsep Pengendapan, proses : Koagulasi, Flokulasi, Sedimentasi Dan Filtrasi serta mengerti cara Penentuan Kecepatan, Pengendapan Partikel, Hidrolika Filtrasi Pasir	2,3,4
6	Pengelolaan Limbah Proses Sianidasi	Siklus Sianida, Degradasi Alamiah, dan Oksidasi Sianida	Mahasiswa memahami arti siklus Sianida, Degradasi Alamiah dan Oksidasi Sianida	3,4

7	Polusi Udara dan Pengelolaannya	Sumber Polusi, Polutant Gas &Partikel, Kebisingan. Dispersi Atmosferik, dan Permodelan Dispersi Flue Gas Desulfurization, Filter, Liquid Scrubbing, dan Electrostatic Precipitation	Mahasiswa memahami Sumber Polusi, Polutant Gas &Partikel, Tingkat kebisingan. Dispersi Atmosferik, dan Permodelan Dispersi dan mengerti teknologi Flue Gas Desulfurization, Filter, Liquid Scrubbing, dan Electrostatic Precipitation	3,4
8	UTS	-	-	
9	Manajemen K3	Sistem manajemen K3	Mahasiswa mengerti system manajemen K3	5
10	Analisis Keselamatan Kerja (Job Safety Analysis)	Analisis Keselamatan Kerja di industri metalurgi	Mahasiswa memahami pengertian dan pentingnya Analisis Keselamatan Kerja di industri metalurgi	Handout
11	Keselamatan kerja di industri pengolahan mineral	Resiko-resiko berbahaya di industri pengolahan mineral dan cara-cara pencegahannya	Mahasiswa memahami resiko-resiko berbahaya yang terjadi di industri pengolahan mineral dan mengerti cara pengendaliannya	5
12	Keselamatan kerja di industri ekstraksi logam	Resiko-resiko berbahaya di industri ekstraksi logam dan cara-cara pencegahannya	Mahasiswa memahami resiko-resiko berbahaya yang terjadi di industri ekstraksi logam dan mengerti mengerti cara pengendaliannya	5
13	Keselamatan kerja di industri pemrosesan logam dan manufaktur	Resiko-resiko berbahaya di pemrosesan logam & manufaktur dan cara-cara pencegahannya	Mahasiswa memahami resiko-resiko berbahaya yang terjadi di industri pemrosesan logam & manufaktur dan mengerti mengerti cara pengendaliannya	Handout
14	Keberlanjutan sumber daya mineral	Pengendalian dampak lingkungan dan system manajemen K3 dengan konsep keberlanjutan (Sustainable Development)	Mahasiswa paham Pengendalian dampak lingkungan dan system manajemen K3 dengan konsep keberlanjutan (Sustainable Development)	Handout
15	Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL)-lanjutan	Presentasi mahasiswa tentang AMDAL untuk industri metalurgi	Mahasiswa mengerti prinsip dan pelaksanaan AMDAL di industri metalurgi	2,3
16	UAS	-	-	

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 4211	<b>Bobot sks:</b> 3 SKS	<b>Semester:</b> VIII	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Wajib Prodi
<b>Nama Matakuliah</b>	Pengolahan dan Pemanfaatan Batubara Coal Process and Beneficiation			
<b>Silabus Ringkas</b>	Pengenalan batubara dan parameter kualitas batubara. Peranan batubara sebagai sumber energi untuk industri. Preparasi batubara dan pencuciannya. Proses pyrolisis, gasifikasi, liquefaksi serta teknologi batubara bersih Introduction and quality parameters of coal. The role of coal as energy resources for industries. Coal preparation and coal washing. Pyrolysis process, gasification, liquefaction and clean coal technology.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Pemahaman mengenai asal mula batubara, perkembangan perbatubaraan di dunia, kualitas batubara, preparasi batubara serta evaluasi pencucian batubara dan peralatannya. Manfaat batubara sebagai bahan bakar Semen dan PLTU dll. Proses pembakaran batubara; proses karbonisasi dan pembuatan kokas. Proses pyrolisis, gasifikasi, liquefaksi serta teknologi batubara bersih Understanding of geology of coal, coal beneficiation development in the world, quality parameters of coal, coal preparation and coal washing plant. Coal utilization for cement and power plant. Coal combustion, carbonitiation and cooking coal. Pyrolysis, gasification, liquefaction and clean coal technology.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa memahami mengenai batubara baik kualitasnya, preparasi dan pengolahannya serta pemanfaatannya dalam industry, perkembangan teknologi pengolahan yang mutakhir			
<b>Matakuliah Terkait</b>	MG2213 Pengolahan Mineral	Prasyarat		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Praktikum			
<b>Pustaka</b>	1. Eliot, "Chemistry of Coal Utilisation", John Wiley & Sons, 1981. 2. Edgar, Coal Processing and Pollution Control, Gulf Publishing, 1983. 3. Meyers, Coal Handbook, Marchel Dkker, 1981. 4. Zimmerman, R.E. Evaluating and Testing The Coking Coal, Miller Freeman Publication, San Fransisco, 1978. 5. Osborne, D.G., Coal Preparation Technology, Vol. 1 & II 6. Speight, J.G., The Chemistry and Technology of Coal, Marcel Dekker, Inc., 1994. 7. Van Krevelen, Coal Science and Technology, Elsevier, 1981. 8. Ruiz, I.S. Crelling, J.C. Applied Coal Petrology: The Role Of Petrology in Coal Utilization, Elsevier, 2008.			
<b>Panduan Penilaian</b>	Penilaian didasarkan pada 4 (empat) jenis assessment, yaitu Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS), tugas mandiri dan tugas kelompok (kunjungan lapangan). Bobot dari masing-masing assessment ini adalah 35%, 40%, 10% dan 15%.			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	Penjelasan umum materi kuliah, tugas-tugas, sistem penilaian dan memberikan daftar pustaka Peran Batubara sumber energi bagi manusia	Mahasiswa memahami peran sumber energi terutama batubara bagi manusia	1,2,3
2	Batubara sebagai sumber energi	Peran batubara dalam industri di Indonesia dan di dunia sampai saat ini dan perkembangannya di masa yang akan datang	Mahasiswa memahami peran batubara dalam industri di Indonesia dan di dunia sampai saat ini dan perkembangannya di masa yang akan datang	6,7
3	Asalmula dan klasifikasi batubara	Proses pembentukan batubara serta maceralnya	Mahasiswa memahami proses pembentukan batubara serta maceralnya	5,8
4	Kualitas batubara, analisis proksimat, nilai kalori, HGI dll	Arti kualitas batubara, parameter kualitas batubara kaitannya dalam industri	Mahasiswa memahami analisis proksimat batubara kaitannya dengan industri	5,6
5	Kualitas batubara, analisis ultimat	Arti kualitas batubara, berdasarkan unsur-unsur yang terkandung kaitannya dalam industri	Mahasiswa memahami Arti kualitas batubara, berdasarkan unsur-unsur yang terkandung kaitannya dalam industry.	5,6
6	Pelaporan kualitas batubara	Cara-cara pelaporan parameter kualitas batubara	Mahasiswa memahami pelaporan parameter untuk batubara	5,6
7	Batubara sebagai bahan bakar PLTU dan penanganan batubara	Kualitas batubara sebagai bahan bakar PLTU dan metoda penanganan batubara	Mahasiswa memahami kualitas batubara sebagai bahan bakar PLTU dan mengerti mengenai metoda penanganan batubara	5,6
8	UTS			
9	Sampling dan Preparasi batubara	Metoda sampling dan preparasi batubara	Mahasiswa memahami metoda sampling dan preparasi batubara	5,6
10	Proses dan peralatan pencucian batubara	Metoda pencucian batubara dan peralatan pencuciannya	Mahasiswa memahami metoda pencucian batubara dan mengerti tentang peralatan pencuciannya	5,6
11	Evaluasi Proses Pencucian Batubara	Cara-cara evaluasi pencucian batubara serta evaluasi alat pencuciannya	Mahasiswa memahami cara-cara evaluasi pencucian batubara dan evaluasi alat pencucian	5,6
12	Proses pembakaran batubara (combustion)	Teori pembakaran, peralatan serta perkembangannya	Mahasiswa memahami teori pembakaran, peralatan serta perkembangannya	5,6,7
13	Proses upgrading batubara dan pembuatan kokas	Proses hydrothermal. Karbonisasi temperatur rendah dan temperatur tinggi. Pembuatan kokas	Mahasiswa memahami proses hydrothermal, karbonisasi temperatur rendah dan temperatur tinggi. Serta mengetahui teknologi Pembuatan kokas	5,6,7,8



14	<i>Proses gasifikasi dan Proses liquefaction</i>	<i>Proses gasifikasi dan liquefaction serta problemnya</i>	<i>Mahasiswa memahami proses gasifikasi dan liquefaction serta problemnya</i>	5,6,7
15	<i>Clean coal technology (CCT) dan technology baru</i>	<i>Teknologi batubara bersih dan proses konversi batubara</i>	<i>Mahasiswa memahami teknologi Batubara bersih dan proses konversi batubara</i>	5,6,7,8
16	<i>UAS</i>			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 3011	<b>Bobot sks:</b> 2 SKS	<b>Semester:</b> Ganjil / Genap	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Layanan Wajib untuk Program Studi Teknik Pertambangan
<b>Nama Mata Kuliah</b>	Metalurgi Umum General Metallurgy			
<b>SIllabus Ringkas</b>	Pengolahan hasil tambang di dunia, latar belakang, jenis dan pemakaian hasil pengolahan. Prinsip dan prospek pengolahan bahan tambang di Indonesia, pemakaian hasil olahan dan prospek pasar. Global processing of mining products, the background, types and utilization of the processing products. Principles and prospects of ore processing in Indonesia, the utilization of the products and markets.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Parameter yang berpengaruh terhadap pengembangan pengolahan hasil tambang seperti bijih, bahan galian industri, batubara di dunia, latar belakang dan pemakaiannya. Prinsip dan prospek pengolahan bahan galian industri, bijih, batubara di Indonesia, kebutuhan komoditi hasil olahan dan prospek pasar. Parameters influence to the development of processing of mining products (such as ores, industrial minerals, and coal) in the world, the background and the utilizations of the processing products. Principles and prospect of the processing of industrial minerals, ores, coal in Indonesia, and the demand and market of the final products.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa memahami pentingnya usaha peningkatan nilai tambah atau pengolahan bahan tambang di Indonesia.			
<b>Mata Kuliah Terkait</b>				
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Responsi, tugas			
<b>Pustaka</b>	Pustaka dari berbagai bahan paper dan presentasi (lebih dari 40 buah) yang dikumpulkan dari seminar dan internet. Bahan tersebut dirangkum dan dituliskan di dalam sebuah format handout power point (123 halaman). Pustaka-pustaka yang diacu juga ditampilkan di dalam handout tersebut.			
<b>Panduan Penilaian</b>	UTS : 40% UAS : 50% Tugas : 10%			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1.	Pendahuluan	Penjelasan mengenai isi mata kuliah dan aturan2nya.	Mahasiswa mengetahui cakupan materi dan tata aturan perkuliahan.	
2.	Sejarah	Sejarah pengembangan pengolahan hasil tambang di dunia, latar belakang dan pemakaiannya	Mahasiswa mengetahui sejarah pengembangan pengolahan hasil tambang di dunia, latar belakang dan pemakaiannya	Hal 1-8
3.	Kebutuhan logam dunia	Parameter-parameter yang mempengaruhi kebutuhan logam dunia	Mahasiswa mengerti parameter-parameter yang mempengaruhi kebutuhan logam dunia	Hal 9-15
4.	Kebutuhan mineral industri di dunia	Parameter-parameter yang mempengaruhi kebutuhan mineral industri dunia	Mahasiswa mengerti Parameter-parameter yang mempengaruhi kebutuhan mineral industri dunia	Hal 16-22
5.	Potensi Indonesia	Potensi Indonesia dalam penyediaan logam dan mineral industri	Mahasiswa mengerti potensi Indonesia dalam penyediaan logam dan mineral industri	Hal 23-31
6.	Peningkatan nilai tambah	Prinsip dasar proses pengolahan hasil tambang (bijih, mineral industri, batubara)	Mahasiswa mengerti prinsip dasar proses pengolahan hasil tambang (bijih, mineral industri, batubara)	Hal 32-44
7.	Pengolahan mineral industri	Beberapa jenis mineral industri, kegunaan untuk aplikasi, rute pengolahan dan prospek pasar kedepan.	Mahasiswa mengerti beberapa jenis mineral industri, kegunaan untuk aplikasi, rute pengolahan dan prospek pasar kedepan.	Hal 45-51
8.	-	-	UTS	
9.	Pengolahan bijih nikel laterit.	Beberapa jenis bijih nikel, parameter penting penambangan kaitannya dengan pengolahan, kegunaan nikel untuk aplikasi, rute pengolahan dan prospek pasar kedepan.	Mahasiswa mengerti beberapa jenis bijih nikel, parameter penting penambangan kaitannya dengan pengolahan, kegunaan nikel untuk aplikasi, rute pengolahan dan prospek pasar kedepan.	Hal 52-64
10.	Pengolahan bijih bauksit	Kondisi mineralogi bijih bauksit dan kaitannya dengan pengolahan, kegunaan aluminium dan produk lain seperti alumina untuk aplikasi, rute pengolahan dan prospek pasar kedepan.	Mahasiswa mengerti kondisi mineralogi bijih bauksit dan kaitannya dengan pengolahan, kegunaan aluminium dan produk lain seperti alumina untuk aplikasi, rute pengolahan dan prospek pasar kedepan.	Hal 65-71
11.	Pengolahan bijih tembaga	Kondisi mineralogi bijih tembaga dan kaitannya dengan pengolahan, kegunaan tembaga untuk aplikasi, rute pengolahan dan prospek pasar kedepan.	Mahasiswa mengerti kondisi mineralogi bijih tembaga dan kaitannya dengan pengolahan, kegunaan tembaga untuk aplikasi, rute pengolahan dan prospek pasar kedepan.	Hal 72-81
12.	Pengolahan bijih timah	Kondisi mineralogi bijih tembaga dan kaitannya dengan pengolahan, kegunaan tembaga untuk aplikasi, rute pengolahan dan prospek pasar kedepan, kemungkinan pengolahan mineral ikutan.	Mahasiswa mengerti kondisi mineralogi bijih tembaga dan kaitannya dengan pengolahan, kegunaan tembaga untuk aplikasi, rute pengolahan dan prospek pasar kedepan, kemungkinan pengolahan mineral ikutan.	Hal 82-90
13.	Pengolahan bijih besi	Kondisi mineralogi bijih besi dan kaitannya dengan pengolahan, kegunaan besi dan baja untuk aplikasi, rute pengolahan dan prospek pasar kedepan.	Mahasiswa mengerti kondisi mineralogi bijih besi dan kaitannya dengan pengolahan, kegunaan besi dan baja untuk aplikasi, rute pengolahan dan prospek pasar kedepan.	Hal 91-104
14.	Pengolahan bijih emas dan perak	Kondisi mineralogi bijih emas dan perak dan kaitannya dengan pengolahan, kegunaan emas dan perak untuk aplikasi, rute pengolahan dan prospek pasar kedepan.	Mahasiswa mengerti kondisi mineralogi bijih emas dan perak dan kaitannya dengan pengolahan, kegunaan emas dan perak untuk aplikasi, rute pengolahan dan prospek pasar kedepan.	Hal 105-113
15.	Pengolahan bijih non ferrous lainnya	Berbagai bijih dan mineral ikutan non ferrous lain yang penting untuk menghasilkan produk seperti seng, timah	Mahasiswa mengerti berbagai bijih dan mineral ikutan non ferrous lain yang penting untuk menghasilkan produk seperti seng,	114-123

**Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB | Kur2013-Teknik Metalurgi | Halaman 50 dari 79**

Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB

Dokumen ini adalah milik Program Studi Teknik Metalurgi - ITB.

Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan MG-ITB.

<i>Mg#</i>	<i>Topik</i>	<i>Sub Topik</i>	<i>Capaian Belajar Mahasiswa</i>	<i>Sumber Materi</i>
		hitam, chromium, titanium dan logam-logam jarang dan prinsip pengolahan dan aplikasinya.	timah hitam, chromium, titanium dan logam-logam jarang dan prinsip pengolahan dan aplikasinya.	
16.			UAS	

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 3017	<b>Bobot sks:</b> 3 SKS	<b>Semester:</b> Ganjil / Genap	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Layanan Wajib untuk Program Studi Teknik Pertambangan
<b>Nama Matakuliah</b>	Pengolahan Bahan Galian			
	Mineral Processing			
<b>Silabus Ringkas</b>	Pengetahuan dasar mengenai crushing, grinding, sizing serta cara-cara pemisahan mineral-mineral berharga dari mineral pengotomnya yang didasarkan atas perbedaan sifat-sifat fisik mineral agar diperoleh produkta yang memenuhi persyaratan pemakai.			
	Basic knowledge about crushing, grinding, sizing and separation techniques of valuable mineral from its gangue based on the difference of their physical characteristics to produce product that accomplish the requirements of consumer demand.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Pentingnya PBG dalam industri pertambangan; Aspek-aspek penting PBG; Mineralogi bahan galian; Crushing; Grinding; Sizing dan screening; Classifying; Proses konsentrasi bahan galian; Jigging; Tabling; Spiral; High tension separator; Magnetic separator; Flotasi			
	The importance of mineral processing in mining industry; Important aspects of mineral processing; Crushing; Grinding; Sizing and screening; Classifying; Concentration of minerals; Jigging; Tabling; Spiral; High tension separator; Magnetic separator; Flotation.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa memahami cara-cara proses pengolahan terhadap bahan galian agar dihasilkan produkta yang memenuhi persyaratan.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	TA 2101 Kristal dan Mineral			
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Praktikum			
<b>Pustaka</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wills, B.A., Mineral Processing Technology, 5th ed., Pergamon Press, Oxford, 1992.</li> <li>2. Kelly, E.G., dan Spottiswood, D.J., Introduction to Mineral Processing, John Wiley and Sons, New York, 1982.</li> <li>3. Burt, R.O., Gravity Concentration Technology, Elsevier, Amsterdam, 1984.</li> <li>4. SME Mineral Processing Handbook, Weiss, N.L. (Editor), SME of AIMMPE Inc., Vol. I dan II, Kingsport, 1985.</li> <li>5. Currie, J.M., Unit Operations in Mineral Processing, Bumaby-British Columbia, 1973.</li> <li>6. Osborne, D.G., Coal Preparation Technology, Vol I &amp; II, Graham and Trotman Ltd., London, 1988.</li> <li>7. Gaudin, A.M., Principles of Mineral Processing, McGraw Hill Book Co., New York, 1975.</li> </ol>			
<b>Panduan Penilaian</b>	UTS : 30% UAS : 40% Tugas : 10% Praktikum : 20%			
<b>Catatan Tambahan</b>	Kelulusan praktikum merupakan syarat untuk kelulusan mata kuliah			

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan tujuan PBG</li> <li>- Kaitan PBG dgn aspek eksplorasi dan penambangan</li> <li>- Penggolongan bahan galian</li> </ul>	Mengerti dan memahami peranan PBG dalam industri, khususnya industri pertambangan	1,2,4,5,7
2	Pokok-pokok PBG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Istilah-istilah penting dalam PBG</li> <li>- Manfaat atau keuntungan PBG baik secara teknis maupun ekonomis</li> <li>- Material &amp; metallurgical balances</li> <li>- Sifat-sifat fisik bahan galian, khususnya bijih</li> <li>- Persyaratan kualitas bahan galian untuk industri</li> <li>- Flowsheet umum PBG</li> </ul>	Mengerti dan memahami aspek-aspek penting dalam PBG.	1,2,4,5,7
3	Kajian Mineralogi Bahan Galian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bentuk dan distribusi partikel mineral dlm bahan galian</li> <li>- Liberasi dan derajat liberasi</li> <li>- Kadar dan perhitungannya</li> <li>- Kaitan antara derajat liberasi dan kadar dengan PBG</li> </ul>	Mengerti dan memahami tentang dapat atau tidaknya dilakukan PBG pada suatu bahan galian berdasarkan kajian mineralogi	1,2,4,5,7
4	Crushing (Peremukan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian peremukan</li> <li>- Istilah-istilah dalam peremukan</li> <li>- Tahapan proses peremukan</li> <li>- Jenis-jenis proses peremukan</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses peremukan bahan galian menjadi ukuran yang diinginkan	1,2,4,5,7
5	Crushing (Peremukan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mekanisme peremukan</li> <li>- Peralatan-peralatan peremukan</li> <li>- Faktor-faktor yg mempengaruhi keberhasilan proses peremukan</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses peremukan bahan galian menjadi ukuran yang diinginkan	1,2,4,5,6,7
6	Grinding (Penggerusan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian proses penggerusan</li> <li>- Istilah-istilah dalam proses penggerusan</li> <li>- Jenis-jenis proses penggerusan</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses penggerusan sebagai kelanjutan dari proses peremukan.	1,2,4,5,7
7	Grinding (Penggerusan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mekanisme penggerusan</li> <li>- Peralatan-peralatan proses penggerusan</li> <li>- Faktor-faktor yg mempengaruhi operasi proses penggerusan</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses penggerusan sebagai kelanjutan dari proses peremukan.	1,2,4,5,6,7
8	UTS			

9	Sizing dan Screening	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan tujuan pengayakan</li> <li>- Analisis ayak</li> <li>- Macam-macam standar ayakan</li> <li>- Jenis-jenis pengayakan</li> <li>- Tahap-tahap pengayakan</li> <li>- Istilah-istilah dalam proses pengayakan</li> <li>- Efisiensi pengayakan</li> <li>- Faktor-faktor yang mempengaruhi operasi pengayakan</li> <li>- Peralatan-peralatan proses pengayakan</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses pengayakan baik untuk skala laboratorium (sizing) maupun skala industri (screening).	1,2,4,5,6,7
10	Classifying	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan tujuan classifying</li> <li>- Mekanisme classifying</li> <li>- Jenis-jenis classifier</li> <li>- Faktor-faktor yang berpengaruh pada classifying</li> <li>- Efisiensi classifier</li> <li>- Hubungan terbuka dan hubungan tertutup</li> <li>- Circulating load dan circulating load ratio</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses pemisahan berdasarkan ukuran partikel dalam media fluida	1,2,4,5,6,7
11	Konsentrasi Gravitasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan tujuan proses konsentrasi gravitasi</li> <li>- Jenis-jenis proses konsentrasi gravitasi</li> <li>- Jigging</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses pengkayaan (peningkatan kadar) bahan galian dengan memanfaatkan perbedaan berat jenis	1,2,3,4,5,7
12	a. Konsentrasi Gravitasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sluicing</li> <li>- Tabling</li> <li>- Spiral</li> <li>- Multry Gravity Separator</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses pengkayaan (peningkatan kadar) bahan galian dengan memanfaatkan perbedaan berat jenis	1,2,3,4,5,7
	b. Heavy Medium Separation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan pemisahan dgn cairan berat</li> <li>- Jenis-jenis cairan berat</li> <li>- Mekanisme pemisahan dgn cairan berat</li> <li>- Uji endap-apung</li> <li>- Peralatan pemisahan dgn cairan berat</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses pemisahan (konsentrasi) dengan menggunakan media berat	1,2,3,4,5,7
13	Konsentrasi Magnetik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan tujuan proses konsentrasi magnetik</li> <li>- Klasifikasi konsentrasi magnetik</li> <li>- Sifat kemagnetan dari mineral</li> <li>- Tipe-tipe magnetic separator</li> <li>- Mekanisme konsentrasi magnetik</li> <li>- Faktor-faktor yg berpengaruh pada konsentrasi magnetik</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses konsentrasi dengan memanfaatkan perbedaan sifat kemagnetan dari mineral.	1,2,4,5,7
14	Konsentrasi Elektrostatik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan tujuan proses konsentrasi elektrostatik</li> <li>- Klasifikasi konsentrasi elektrostatik</li> <li>- Sifat daya hantar listrik dari mineral</li> <li>- Tipe-tipe electrostatic separator</li> <li>- Mekanisme konsentrasi elektrostatik</li> <li>- Faktor-faktor yg berpengaruh pada konsentrasi elektrostatik</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses konsentrasi dengan memanfaatkan perbedaan sifat kelistrikan dari mineral.	1,2,4,5,7
15	Flotasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengertian dan tujuan flotasi</li> <li>- Teori flotasi</li> <li>- Mekanisme flotasi</li> <li>- Jenis-jenis flotasi</li> <li>- Reagen-reagen flotasi</li> <li>- Prosedur proses flotasi</li> <li>- Jenis-jenis peralatan flotasi</li> <li>- Sifat permukaan mineral terhadap gelembung udara.</li> <li>- Faktor-faktor yg berpengaruh pada proses flotasi</li> </ul>	Mengerti dan memahami proses konsentrasi dengan memanfaatkan perbedaan sifat kesukaan partikel terhadap gelembung udara.	1,2,4,5,6,7
16	UAS			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 4114	<b>Bobot sks:</b> 3 SKS	<b>Semester:</b> VII	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Pilihan Terarah
<b>Nama Matakuliah</b>	Perancangan Pabrik Pengolahan Bahan Galian			
	Mill Plant Design			
<b>Silabus Ringkas</b>	Cara-cara merencanakan pabrik pengolahan bahan galian dan estimasi biaya pendiriannya.			
	Techniques in designing a mill plant and its cost estimation.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Karakterisasi bijih; flow sheet; neraca massa dan neraca metalurgi; pemercontohan mineral; smelter schedule; mineral process plant design inputs (skedul produksi, skedul stockpile bijih dan ROM, data unpan pabrik, pemilihan proses, pemilihan lokasi pabrik, pemilihan peralatan, infrastruktur); mineral process plant design outputs (estimasi recovery – grade, gambar-gambar teknik, kriteria desain metalurgi, pemilihan peralatan); estimasi biaya.			
	Ore characterization; flowsheet; material and metallurgical balances; mineral sampling; mineral process plant design inputs (production schedule, ore stockpile dan ROM schedules, process plant feed data, process engineering options, plant location selection, infrastructure); mineral process plant design outputs (recovery – grade estimation, engineering drawings, metallurgical design criteria, process equipment selections); cost estimation.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa memahami dan mempunyai kemampuan dalam merencanakan suatu pabrik pengolahan bahan galian dan estimasi biaya pendirian pabriknya.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	MG 2213 Pengolahan Mineral	Prasyarat		
	MG 2111 Operasi Teknik Metalurgi	Prasyarat		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Tugas perancangan pabrik			
<b>Pustaka</b>	1. Mineral Processing Plant Design, Practice, and Control – Proceedings, Mular, A.L., Halbe, D.N., dan Barratt, D.J. (Editors), SMME Inc., Colorado, 2002.			
	2. SME Mineral Processing Handbook, Weiss, N.L. (Editor), SME of AIMMPE Inc., Vol. I dan II, Kingsport, 1985.			
	3. Wills, B.A., Mineral Processing Technology, 5th ed., Pergamon Press, Oxford, 1992.			
	4. Mular, A.L. dan Poulin, R., CAPCOST – A Handbook for Estimating Mining and Mineral Processing Equipment Costs and Capital Expenditures and Aiding Mineral Project Evaluations, CIM Special Volume 47, Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum, Montreal, 1998.			
<b>Panduan Penilaian</b>	UTS: 20% UAS : 40% Tugas Perancangan : 40%			
<b>Catatan Tambahan</b>	Tugas perancangan pabrik pengolahan bahan galian merupakan tugas pokok dan wajib			

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peranan PBG</li> <li>- Flowsheet</li> <li>- Material &amp; metallurgical balances</li> </ul>	Memahami pentingnya peranan berbagai aspek teknis pengolahan bahan galian dalam merencanakan pabrik pengolahan bahan galian	1,2,3
2	Karakterisasi Bijih	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geological data</li> <li>- Chemical analysis</li> <li>- Ore type characterisation via mineralogical &amp; metallurgical testing</li> </ul>	Memahami karakteristik berbagai bijih berkaitan dengan proses pengolahan bahan galian.	1,2,3
3	Mineral Sampling	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tujuan dan istilah-istilah dalam sampling.</li> <li>- Teori sampling</li> <li>- Prosedur sampling</li> </ul>	Memahami aspek-aspek dan prosedur pemercontohan mineral.	1,2,3
4	Smelter Schedule	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluasi rute proses</li> <li>- Perhitungan nilai konsentrat yang paling ekonomis</li> </ul>	Memahami cara perhitungan dalam smelter schedule sehingga bisa menentukan rute yang paling optimal dalam pemilihan contoh proses.	4
5	Mineral process plant design inputs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Production schedule, ore stockpile and ROM schedule, ore characteristics</li> <li>- Process engineering options</li> </ul>	Memahami berbagai input yang dibutuhkan dalam perencanaan pabrik pengolahan bahan galian.	1,2,3
6	Mineral process plant design inputs (lanjutan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Physical and regulatory environment</li> <li>- Mine regulations &amp; guidelines</li> <li>- Guidelines berkaitan dengan emisi lingkungan</li> <li>- Lokasi tambang</li> <li>- Data meteorologi</li> <li>- Infrastruktur lokal</li> </ul>	Memahami berbagai input yang dibutuhkan dalam perencanaan pabrik pengolahan bahan galian.	1,2,3
7	Mineral process plant design inputs (lanjutan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemilihan lokasi pabrik</li> <li>- Spesifikasi dan harga peralatan</li> </ul>	Memahami berbagai input yang dibutuhkan dalam perencanaan pabrik pengolahan bahan galian.	1,2,3,4
8	UTS			
9	Mineral process plant design outputs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metallurgical recovery and grade estimates</li> <li>- Process drawings – PFD, PID, GA</li> </ul>	Memahami berbagai output yang harus dihasilkan dalam perencanaan pabrik pengolahan bahan galian.	1,2,3
10	Mineral process plant design outputs (lanjutan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metallurgical design criteria</li> </ul>	Memahami berbagai output yang harus dihasilkan dalam perencanaan pabrik pengolahan bahan galian.	1,2,3

11	Mineral process plant design outputs (lanjutan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Process equipment selection – equipment list</li> </ul>	Memahami berbagai output yang harus dihasilkan dalam perencanaan pabrik pengolahan bahan galian.	1,2,3,4
12	Langkah-langkah dalam desain pabrik pengolahan bahan galian	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penetapan kriteria desain.</li> <li>- Pengembangan schematic flowsheet</li> <li>- Perhitungan desain recovery dan grade</li> <li>- Preparasi neraca massa/air</li> </ul>	Memahami langkah-langkah sistematis dalam perencanaan pabrik pengolahan bahan galian.	1,2,3
13	Langkah-langkah dalam desain pabrik pengolahan bahan galian (lanjutan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengembangan daftar peralatan dan tenaga listrik yang dibutuhkan</li> <li>- Preparasi gambar-gambar.</li> </ul>	Memahami langkah-langkah sistematis dalam perencanaan pabrik pengolahan bahan galian.	1,2,3
14	Cost estimating	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dasar-dasar metode pembiayaan pabrik</li> <li>- Major equipment cost estimation</li> </ul>	Memahami metode-metode dalam memperkirakan biaya pabrik.	4
15	Cost estimating	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capital cost estimation</li> <li>- Operating cost estimation</li> </ul>	Memahami metode-metode dalam memperkirakan biaya pabrik.	4
16	UAS			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 4115	<b>Bobot sks:</b> 3	<b>Semester:</b> VII	<b>KK / Unit PenanggungJawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Pilihan Terarah
<b>Nama Matakuliah</b>	Perancangan Pabrik Ekstraksi Logam			
	Design of Extractive Metallurgical Plant			
<b>Silabus Ringkas</b>	Proses perancangan pabrik ekstraksi logam, perhitungan-perhitungan neraca material (termasuk neraca air) neraca panas dan konsumsi bahan, penentuan jenis, kapasitas dan spesifikasi peralatan pabrik, perancangan tata letak (lay out) pabrik, pemilihan lokasi pabrik, perhitungan biaya modal, biaya operasi dan estimasi kelayakan investasi pabrik ekstraksi logam.			
	Process design of an extractive metallurgical plant, calculations of material balance (including water balance), heat balance and consumables, equipment sizing and selection, design of plant lay out, selection of plant location, calculation of capital and operating expenditures and estimation of economic feasibility of an extractive metallurgical plant establishment.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Karakteristik pabrik ekstraksi logam, sampling, <i>metallurgical test work</i> dan pemilihan rute proses, <i>feasibility study, basic</i> dan <i>detail engineering design, start-up</i> dan <i>plant commissioning</i> , perhitungan neraca material, neraca panas dan kebutuhan bahan <i>consumable</i> , penentuan jenis, kapasitas dan spesifikasi peralatan pabrik piro, hidro dan elektrometalurgi, perancangan tata letak (lay out) dan pemilihan lokasi pabrik, estimasi biaya modal, biaya operasi, perhitungan aliran dana (cash flow) dan analisis kelayakan investasi pabrik ekstraksi logam, contoh-contoh perancangan pabrik hidrometalurgi, perancangan pabrik pirometalurgi dan perancangan pabrik elektrometalurgi.			
	Characteristic of an extractive metallurgical plant, sampling, metallurgical test work and process route selection, feasibility study, basic and detail engineering design, start-up and plant commissioning, calculations of material, heat balances and consumables, equipment sizing and selection for pyro, hidro and electrometallurgical plants, design of plant lay out and selection of plant location, capital and operating expenditures estimation, calculation of cash flow and analysis of economical feasibility of an extractive metallurgical plant establishment, designs of specific pyro, hidro and electrometallurgical plants.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kemampuan melakukan perancangan pabrik ekstraksi logam termasuk menganalisis kelayakan ekonomi suatu proyek pendirian pabrik ekstraksi logam.</li> <li>2. Kemampuan melakukan perhitungan-perhitungan neraca material, neraca air, neraca panas, jumlah dan kapasitas peralatan, kebutuhan energi dan bahan serta perhitungan-perhitungan lain yang terkait dengan proses perancangan pabrik piro, hidro dan elektrometalurgi.</li> </ol>			
<b>Matakuliah Terkait</b>	1.MG 2111 Operasi Teknik	Prasyarat		
	2. MG 2112 Tanur dan Bahan Bakar	Prasyarat		
	3. MG 2213 Pengolahan Mineral	Prasyarat		
	4. MG 3111 Pirometalurgi	Prasyarat		
	5. MG 3214 Hidro-Elektrometalurgi	Prasyarat		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Pemberian tugas perancangan dan presentasi tugas kelompok			
<b>Pustaka</b>	1. Mular, A.L., Halbe, D.N. and Barrat, D.J., "Mineral Processing Plant Design Practice and Control," Volume I and Volume II, Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 2002 (Pustaka utama)			
	8. Deepak Malhotra, Patrick R. Taylor, et.al. "Recent Advances in Mineral Processing Plant Design," Society for Mining Metallurgy & Exploration, 2009 (Pustaka Utama)			
	9. Arthur E. Morris, Gordon Geiger and H. Alan Fine, "Handbook on Material and Energy Balance Calculations in Material Processing," Wiley TMS, Third Edition 2011 (Pustaka Pendukung)			
	10. Marsden, J.O and House, C.L, "Chemistry of Gold Extraction", SME Publisher, 2 <sup>nd</sup> Edition, 2006 (Pustaka Penunjang)			
	11. Metallurgical Equipment Costs, "MINTEK Techno-Economic Department, 1991			
	12. Dr. M. Zaki Mubarak, "Hand Out Kuliah, Perancangan Pabrik Ekstraksi Logam, Program Studi Teknik Metalurgi, FTTM-ITB (Pustaka Utama)			
<b>Panduan Penilaian</b>	Pemberian nilai akhir untuk matakuliah ini dilakukan berdasarkan nilai Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS), dan tugas perancangan. Kontribusi UTS, UAS, dan tugas masing-masing adalah 30%, 30% dan 40%.			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1.	Pendahuluan  Tahap-Tahap dalam Perancangan Pabrik Ekstraksi Logam	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Karakteristik pabrik ekstraksi logam</li> <li>- Hal-Hal yang Dilakukan dalam Perancangan Pabrik Ekstraksi Logam</li> <li>- Tahap-Tahap dalam Proyek Pendirian Pabrik Ekstraksi Logam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami karakteristik pabrik ekstraksi logam</li> <li>- Memahami hal-hal yang dilakukan dalam Perancangan Pabrik Ekstraksi Logam</li> <li>- Memahami tahap-tahap dalam proyek pendirian pabrik ekstraksi logam mulai dari sampling dan <i>metallurgical test work, feasibility study, basic</i> dan <i>engineering design, start-up</i> dan <i>comissioning</i></li> </ul>	1,2,6



Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
2.	Tahap-Tahap dalam Perancangan Pabrik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Sampling, Metallurgical Testwork dan Pemilihan Rute Proses</i></li> <li>- <i>Studi Kelayakan (Feasibility Study)</i></li> <li>- <i>Basic dan Engineering Design</i></li> <li>- <i>Start-Up dan Comissioning</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami tujuan dan metode <i>sampling, metallurgical test work</i> dan kaitannya dengan pemilihan rute proses</li> <li>- Memahami hal-hal yang dilakukan dalam studi kelayakan</li> <li>- Memahami hal-hal yang dilakukan dalam <i>tahap basic dan engineering design</i></li> <li>- Memahami hal-hal yang dilakukan dalam <i>tahap start-up dan comissioning</i> pabrik baik <i>cold</i> maupun <i>hot comissioning</i></li> </ul>	1,2,6
3.	Perhitungan Neraca Massa, Neraca Panas dan Konsumsi Bahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contoh Perhitungan Neraca Material</li> <li>- Contoh Perhitungan Neraca Air</li> <li>- Perhitungan Kebutuhan Bahan Habis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat melakukan perhitungan neraca material dan neraca air serta kebutuhan bahan habis dan menggunakannya untuk perancangan pabrik</li> </ul>	3,6
4.	Perhitungan Neraca Massa, Neraca Panas dan Konsumsi Bahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contoh Perhitungan Neraca Panas</li> <li>- Perhitungan Neraca Massa dan Neraca Panas dengan Paket Program Metsim dan HSC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat melakukan perhitungan neraca panas termasuk perhitungan kehilangan panas</li> <li>- Dapat menggunakan paket program Metsim dan HSC untuk perhitungan neraca massa dan neraca panas</li> </ul>	3,6
5.	Penentuan Jenis, Kapasitas dan Spesifikasi Peralatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktor dan Peralatan Pendukung pada Pabrik Pirometalurgi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami kembali reaktor-reaktor dan peralatan pendukung yang digunakan dalam pabrik pirometalurgi, pertimbangan-pertimbangan dalam pemilihan jenis reaktor dan aspek-aspek dalam perancangan reaktor tersebut</li> </ul>	1,2,6
6.	Penentuan Jenis, Kapasitas dan Spesifikasi Peralatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktor dan Peralatan Pendukung pada Pabrik Hidrometalurgi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat melakukan pemilihan dan penentuan kapasitas tangki agitator, penentuan <i>impeller</i> dan <i>shaft speed, power</i> dan jenis material untuk tangki agitator</li> <li>- Memahami aspek-aspek dalam perancangan kolom adsorpsi dan <i>mixer-settler</i></li> <li>- Memahami aspek-aspek dalam perancangan <i>thickener, filter dan pompa</i></li> </ul>	1,2,6
7.	Penentuan Jenis, Kapasitas dan Spesifikasi Peralatan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proses Perancangan Pabrik Elektrometalurgi</li> <li>- Reaktor dan Peralatan Pendukung pada Pabrik Elektrometalurgi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami hal-hal yang dilakukan pada proses perancangan pabrik elektrometalurgi</li> <li>- Dapat menentukan jumlah bak elektrolisis yang diperlukan, kapasitas rectifier, rangkaian kelistrikan, memilih anoda dan katoda serta merancang sirkulasi elektrolit</li> <li>- Memahami peralatan-peralatan pendukung pada pabrik pirometalurgi seperti overhead crane, mesin preparasi anoda dan katoda serta <i>stripping machine</i></li> </ul>	1,2,6
8.	Ujian Tengah Semester (UTS)			
9.	Perancangan Tata Letak dan Pemilihan Lokasi Pabrik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspek-Aspek yang harus Diperhatikan dalam Perancangan Tata letak Pabrik Ekstraksi Logam</li> <li>- Komponen-Komponen dalam Tata Letak Pabrik</li> <li>- Pemilihan Lokasi Pabrik Ekstraksi Logam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami aspek-aspek yang harus dipertimbangkan dalam merancang tata letak pabrik</li> <li>- Memahami komponen-komponen yang digambarkan dalam tata letak pabrik ekstraksi logam</li> <li>- Dapat melakukan perancangan tata letak pabrik baik pabrik piro, hidro maupun elektrometalurgi</li> <li>- Memahami faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam melakukan pemilihan lokasi pabrik</li> </ul>	1,2,6
10.	Estimasi Biaya Modal, Biaya Operasi dan Kelayakan Investasi Pabrik Ekstraksi Logam	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimasi Biaya Investasi Pabrik Ekstraksi Logam</li> <li>- Estimasi Biaya Operasi Pabrik Esktraksi Logam</li> <li>- Perhitungan Aliran Dana (Cash Flow)</li> <li>- Analisis Kelayakan Investasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami komponen-komponen biaya investasi pabrik ekstraksi logam</li> <li>- Memahami komponen-komponen biaya operasi pabrik ekstraksi logam</li> <li>- Dapat melakukan perhitungan <i>cash flow</i></li> <li>- Dapat menentukan kelayakan investasi melalui perhitungan <i>net present value (NPV)</i>, <i>internal rate of return (IRR)</i> dan <i>pay back period (PBP)</i></li> </ul>	2,5,6
11.	Contoh Kasus I (Pabrik Hidrometalurgi I): Perancangan Pabrik Ekstraksi Emas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemilihan Rute Proses</li> <li>- Penentuan Basis Desain</li> <li>- Deskripsi Proses</li> <li>- Perhitungan Neraca Massa dan Neraca Air</li> <li>- Perhitungan Kebutuhan Bahan Habis</li> <li>- Penentuan <i>Process Flow Diagram (PFD)</i></li> <li>- Penentuan Jenis, Jumlah dan Spesifikasi Peralatan</li> <li>- Perancangan Tata Letak Pabrik</li> <li>- Estimasi Kelayakan Proyek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat melakukan proses perancangan pabrik ekstraksi emas dengan kapasitas produksi dan kadar dan tipe bijih tertentu</li> <li>- Dapat mengevaluasi kelayakan ekonomi pabrik yang dirancang</li> </ul>	4,5,6
12.	Contoh Kasus II (Pabrik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penentuan Blok Diagram Alir Proses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat melakukan proses perancangan</li> </ul>	1,5,6

<i>Mg#</i>	<i>Topik</i>	<i>Sub Topik</i>	<i>Capaian Belajar Mahasiswa</i>	<i>Sumber Materi</i>
	Hidrometalurgi II): Perancangan Pabrik High Pressure Acid Leaching (HPAL) Bijih Nikel Laterit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penentuan Basis Desain</li> <li>- Perhitungan Neraca Massa dan Neraca Air</li> <li>- Perhitungan Kebutuhan Bahan Habis</li> <li>- Penentuan <i>Process Flow Diagram</i> (PFD)</li> <li>- Penentuan Jenis, Jumlah dan Spesifikasi Peralatan</li> <li>- Deskripsi Proses</li> <li>- Perancangan Tata Letak Pabrik</li> <li>- Estimasi Kelayakan Proyek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>pabrik HPAL dengan kapasitas produksi, kadar dan tipe bijih nikel laterit yang ditetapkan</li> <li>- Dapat mengevaluasi kelayakan ekonomi pabrik yang dirancang</li> </ul>	
13.	Contoh Kasus III (Pabrik Pirometalurgi): Perancangan Pabrik Peleburan Ferronikel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penentuan Rute Proses dan <i>General Flowsheet</i> (Proses ELKEM)</li> <li>- Penentuan Basis Desain</li> <li>- Perhitungan Neraca Massa dan Neraca Panas (Rotary Dryer, Rotary Kiln dan Electric Smelting Furnace)</li> <li>- Penentuan <i>Process Flow Diagram</i> (PFD)</li> <li>- Penentuan Jenis, Jumlah dan Spesifikasi Peralatan</li> <li>- Deskripsi Proses</li> <li>- Perancangan Tata Letak Pabrik</li> <li>- Estimasi Kelayakan Proyek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat melakukan proses perancangan pabrik peleburan ferronikel dengan kapasitas produksi, kadar dan tipe bijih nikel laterit yang ditetapkan</li> <li>- Dapat mengevaluasi kelayakan ekonomi pabrik yang dirancang</li> </ul>	1,3,6
14.	Contoh Kasus IV (Pabrik Elektrometalurgi): Perancangan Pabrik Electrorefining Tembaga  Presentasi Tugas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penentuan Basis Desain (Kapasitas Produksi, Rapat Arus, Jumlah dan Dimensi Bak Elektrolisis, Jumlah Anoda-Katoda, Periode Panen Katoda dan Anoda, Kapasitas Rectifier, dst.)</li> <li>- Penentuan <i>Process and Equipment Flow Diagram</i></li> <li>- Deskripsi Proses</li> <li>- Perancangan Tata Letak Pabrik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat melakukan proses perancangan pabrik electrorefining tembaga dengan kapasitas tertentu</li> </ul>	1,6
15.	Presentasi Tugas (lanjutan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentasi Tugas Perancangan Pabrik</li> <li>- Diskusi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat menjelaskan tugas perancangan pabrik dengan jenis produk, karakteristik umpan dan kapasitas produksi yang ditetapkan.</li> </ul>	1,2,5,6
16.	Ujian Akhir Semester (UAS)			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 4116	<b>Bobot sks:</b> 3	<b>Semester:</b> VII	<b>KK / Unit Penanggungjawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Pilihan Terarah
<b>Nama Mata Kuliah</b>	Rancangan Paduan Logam Alloy Design			
<b>Silabus Ringkas</b>	Perancangan dalam rekayasa paduan logam ferrous dan non-ferrous, kriteria disain, konsep rancangan paduan logam berbasis Fe-Cr-Ni dan Ni-Cr-Al, karakteristik baja tahan karat dan superalloy berbasis nikel, metoda dan teknologi pembuatannya, investment casting untuk polikristalin, directionally solidified dan single crystal. Merancang dan membuat superalloy, konsep rancangan pendirian pabrik baja tahan karat atau superalloy.  Disain in engineering of ferrous and non-ferrous alloys, design criterias, alloy design concepts for Fe-Cr-Ni and Ni-Cr-Al based materials, characteristics of stainless steels and nickel based superalloys, the alloys making technology, investment casting for alloys of polycrystalline, directionally solidified and single crystal. Design and production of superalloy, design concept for stainless steel plant or superalloy plant.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Tahapan dan aktivitas perancangan dalam rekayasa paduan logam. Kriteria disain dan sifat serta faktor penting dalam disain paduan logam. Paduan-paduan logam yang direkayasa manusia, ferrous dan non-ferrous alloys. Konsep rancangan paduan logam berbasis Fe-Cr-Ni dan Ni-Cr-Al untuk aplikasi aqueous corrosion dan high temperature corrosion. Karakteristik baja tahan karat dan superalloy berbasis nikel, metoda dan teknologi pembuatannya. Investment casting untuk polikristalin, directionally solidified dan single crystal. Merancang dan membuat superalloy dalam skala laboratorium serta menganalisis dan mengevaluasi hasilnya. Konsep rancangan pendirian pabrik baja tahan karat atau superalloy.  Design stages and activities in engineering of alloys. Design criteria and the characteristic of engineering alloys, important factors in the alloy design, ferrous and non-ferrous alloys. Concept of alloy design for Fe-Cr-Ni and Ni-Cr-Al based materials for aqueous corrosion and high temperature corrosion applications. Characteristics of stainless steels and nickel based superalloys, the methods and alloy making technologies. Investment casting for polycrystalline, directionally solidified and single crystal of superalloys. Design and development of superalloys in laboratory scale, and analyse and evaluate the results. Concept of plant design for stainless steels and superalloys.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa mendapat pengetahuan yang dapat digunakan untuk pendidikan lanjutan, menjalankan pekerjaan dan penelitian yang berhubungan dengan rekayasa pembuatan berbagai paduan logam, tidak saja paduan logam berbasis besi seperti baja dan besi cor, tetapi juga paduan-paduan nir-besi terutama paduan nikel seperti paduan aluminium, titanium dan terutama superalloy berbasis nikel. Hal ini penting karena Indonesia diperkirakan akan menjadi salah satu negara terbesar penghasil nikel dunia, sehingga pembuatan paduan-paduan logam berbasis nikel sudah selanjutnya dikuasai sejak dini.			
<b>Mata Kuliah Terkait</b>	MG 2216 Metalurgi Fisik			
	MG 3113 Transformasi Fasa dan Perlakuan Panas			
	MG 3215 Teknik Pengecoran Logam			
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Tugas, praktikum			
<b>Pustaka</b>	1. Magonon, P.L., The Principles of Materials Selection for Engineering Design, Prentice-Hall International, Inc., 1999. 2. ...., Materials Selection and Design, ASM, 1997. 3. Davis, J.R., Alloying: Understanding the Basics, ASM, 2001. 4. Donachie, M.J., and Donachie, S.J., Superalloys, ASM International, 2002. 5. Davis, J.R., Stainless Steels, ASM International, 1994.			
<b>Panduan Penilaian</b>	Penilaian didasarkan pada 4 (empat) jenis assessment, yaitu ujian tengah semester (UTS), ujian akhir (UAS), tugas mandiri dan tugas kelompok (praktikum). Bobot dari masing-masing assessment ini adalah 30%, 30%, 10% dan 30%.			
<b>Catatan Tambahan</b>	Praktikum dilakukan berdasarkan kelompok yang terdiri dari 3 orang/kelompok. Namun demikian, tugas penulisan praktikum dilakukan oleh masing-masing mahasiswa menggunakan data dari kelompoknya masing-masing. Karena matakuliah ini merupakan matakuliah yang menggabungkan semua ilmu yang pernah dipelajari untuk sub-bidang metalurgi fisika maka pengajar harus memperhatikan materi yang telah diajarkan pada matakuliah lainnya. Sebagai contoh, mekanisme penguatan paduan logam harus sudah dikuasai oleh mahasiswa, konsep kekuatan pada temperatur rendah dan temperatur tinggi yang sangat berbeda juga harus sudah diketahui. Selain itu, mahasiswa harus juga sudah memahami penggunaan diagram terner untuk menghitung jumlah fasa pada temperatur-temperatur yang berbeda. Namun demikian, untuk lebih memahami hal ini maka dalam kuliah ini sebaiknya hal-hal seperti ini di-refresh kembali. Selain itu, agar tugas dapat dikumpulkan atau dipresentasikan sesuai dengan jadwal maka pemantauan kemajuan tugas harus dilakukan dengan ketat. Dosen harus mendorong mahasiswa lebih aktif dan kreatif melalui pekerjaan tugas mandiri dan tugas kelompok serta dalam forum-forum diskusi serta seminar.			

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1.	Pendahuluan	Penjelasan secara garis besar cakupan materi kuliah dan manfaatnya serta keterkaitan dengan mata kuliah lainnya. Gambaran umum potensi mineral Indonesia dan peluangnya untuk pengembangan engineering alloys. Trend dan demand engineering alloys (baja struktur, baja tahan karat, paduan-paduan Ni, Al, Cu, Ti dll). Penjelasan aturan-aturan perkuliahan, tugas rancangan, tugas laboratorium, ujian dll.	Agar mahasiswa memahami apa yang akan dipelajari dan dihasilkan setelah mengikuti kuliah, serta mengetahui tugas dan ujian yang akan dilakukan.	1,2,3,4,5
2	Kriteria disain paduan logam	Tujuan pemaduan logam, ferrous dan non-ferrous alloys. Keterkaitan antara unsur pepadu, struktur mikro dan sifat paduan logam (kekuatan).	Memahami keterkaitan yang erat antara unsur dan komposisinya, struktur mikro dan sifat serta aplikasinya untuk paduan-	1,2,3,4,5

**Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB      Kur2013-Teknik Metalurgi      Halaman 59 dari 79**

Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB

Dokumen ini adalah milik Program Studi Teknik Metalurgi - ITB.

Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan MG-ITB.

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
		ketangguhan, ketahanan perayapan, ketahanan korosi/oksidasi, weldability dll). Pembagian dan pengelompokan paduan logam serta aplikasinya. Metoda-metoda pemaduan logam.	paduan ferrous dan non-ferrous.	
3	Pengembangan dan disain paduan superalloy dan baja tahan karat	Sejarah dan konsep pengembangan paduan logam berbasis Fe-Cr-Ni dan Ni-Cr-Al. Pengaruh-dan peran Ti, Mo, Co, V, Ta, W, C, B, Zr dll. Disain paduan untuk pemakaian ambient temperature dan high temperature.	Mahasiswa menyadari dan mengambil hikmah dari fakta bahwa paduan logam yang digunakan manusia saat ini merupakan hasil dari proses pengembangan yang sangat panjang. Untuk Indonesia peran penting salah satunya memanfaatkan potensi Fe-Ni-Cr-Al.	1,2,3,4,5
4	Superalloy	Jenis-jenis superalloy, pemakaiannya, teknologi pembuatannya (VIM, ESR, EBCHR, VAR, VADER, mechanical alloying, directionally solidified, single crystal), persoalan/problem dan solusi pemakaian superalloys.	Mahasiswa memahami proses pengembangan paduan superalloy, pemakaian di pesawat terbang dan mesin pembangkit, bagaimana cara membuat paduannya serta produk jadinya (misal turbin blade kristal tunggal)	1,2,3,4,5
5	Baja tahan karat	Jenis-jenis baja tahan karat, pengembangannya, pemakaian, teknologi pembuatan (duplex, triplex). Problem dan solusi pemakaian baja tahan karat.	Mahasiswa dapat menjelaskan perbedaan unsur padu yang terlibat, fase yang terbentuk dan pemakaian berbagai jenis baja tahan karat serta mengetahui cara pembuatannya.	1,2,3,4,5
6	Tugas rancangan dan pekerjaan laboratorium	Pemberian dan penjelasan tugas masing-masing mahasiswa dan kelompok untuk pembuatan baja tahan karat/superalloy di laboratorium dan tugas rancangan pendirian pabrik baja tahan karat/superalloy. Pemakaian diagram terner dalam rancangan paduan. Penjelasan aspek penting dalam pendirian pabrik baja tahan karat/superalloy.	Mahasiswa memahami apa saja yang harus dipersiapkan untuk mengerjakan tugas yang diberikan agar tugasnya dapat diselesaikan dengan baik.	1,2,3,4,5
7	Penjelasan tugas (lanjutan)	Prosedur dan tata cara pekerjaan laboratorium untuk pembuatan paduan logam. Penjelasan kriteria disain pendirian pabrik.	Mahasiswa memahami apa saja yang harus dipersiapkan untuk mengerjakan tugas yang diberikan agar tugasnya dapat diselesaikan dengan baik.	Handout
8	UTS	UTS	UTS	
9	Tugas mahasiswa	Diskusi kemajuan tugas. Penjelasan lebih lanjut mengenai tugas	Menampung masalah dan memberikan saran untuk mengatasi hambatan yang dihadapi dalam menyelesaikan tugas	Handout
10	Tugas mahasiswa	Diskusi kemajuan tugas. Penyampaian kemajuan pekerjaan tugas laboratorium dan rancangan pabrik dari masing-masing mahasiswa/kelompok.	Menampung masalah dan memberikan saran mengatasi hambatan yang dihadapi dalam menyelesaikan tugas	Handout
11	Tugas mahasiswa	Diskusi kemajuan tugas. Penyampaian kemajuan pekerjaan tugas laboratorium dan rancangan pabrik dari masing-masing mahasiswa/kelompok.	Menampung masalah dan memberikan saran untuk mengatasi hambatan yang dihadapi dalam menyelesaikan tugas	Handout
12	Tugas mahasiswa	Diskusi kemajuan tugas. Penyampaian kemajuan pekerjaan tugas laboratorium dan rancangan pabrik dari masing-masing mahasiswa/kelompok.	Menampung masalah dan memberikan saran untuk mengatasi hambatan yang dihadapi dalam menyelesaikan tugas	Handout
13	Diseminasi tugas mahasiswa	Presentasi tugas rancangan. Menyampaikan hasil rancangan paduan logam di laboratorium dan rancangan pabrik dalam forum kelas untuk didiskusikan	Mahasiswa terlibat dalam forum seminar, terjadi diskusi sehingga mahasiswa terbiasa menyampaikan pendapat dan menjawab pertanyaan secara baik serta mendapat masukan untuk perbaikan.	Handout
14	Diseminasi tugas mahasiswa	Presentasi tugas rancangan. Menyampaikan hasil rancangan paduan logam di laboratorium dan rancangan pabrik dalam forum kelas untuk didiskusikan	Mahasiswa terlibat dalam forum seminar, terjadi diskusi sehingga mahasiswa terbiasa menyampaikan pendapat dan menjawab pertanyaan secara baik serta mendapat masukan untuk perbaikan.	Handout
15	Diseminasi tugas mahasiswa	Presentasi tugas rancangan. Menyampaikan hasil rancangan paduan logam di laboratorium dan rancangan pabrik dalam forum kelas untuk didiskusikan	Mahasiswa terlibat dalam forum seminar, terjadi diskusi sehingga mahasiswa terbiasa menyampaikan pendapat dan menjawab pertanyaan secara baik serta mendapat masukan untuk perbaikan.	Handout
16	UAS	UAS	UAS	

<b>Kode Matakuliah:</b> MG4017	<b>Bobot sks:</b> 3 SKS	<b>Semester:</b> Genjil/Genap	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Pilihan Terarah
<b>Nama Matakuliah</b>	Desain dan Analisis Experimental Experimental Design & Analysis			
<b>Silabus Ringkas</b>	Pengetahuan dan pemahaman mengenai kesalahan-kesalahan dalam data, statistik komparatif, ANOVA, perencanaan eksperimen, pelaksanaan eksperimen. Knowledge and understanding about errors in data, comparative statistics, ANOVA, design of experiments, conducting plant trials.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Dasar-dasar statistika: presisi dan akurasi pengukuran, distribusi normal, populasi dan sample, standar error, batas keyakinan; Statistika komparatif: uji signifikansi, distribusi-t, uji-t, outliers, uji-F, uji- $\chi^2$ ; ANOVA; Perencanaan eksperimen: langkah-langkah dasar, randomised block design, factorial experiments, Yate's analysis untuk 2-level factorials, model matematika dari desain $2^n$ , fractional factorial; Pelaksanaan eksperimen: paired t-test, randomised block design. Basics of statistics: precision and accuracy of measurement, the normal distribution, populations and samples, the standard error, confidence limit; Comparative statistics: significance test, t-distribution, t-test, outliers, F-test, $\chi^2$ -test; ANOVA; Experimental design: preliminary steps, randomised block design, factorial experiments, Yate's analysis for 2-level factorials, mathematical model from $2^n$ design, fractional factorial; Conducting plant trials: paired t-test, randomised block design.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa memahami dasar-dasar statistika untuk experimental design dan analisisnya serta memahami experimental design dan analisisnya.			
<b>Matakuliah Terkait</b>				
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Tugas-tugas dengan menggunakan software berbasis statistika.			
<b>Pustaka</b>	1. Montgomery, D.C., Design and analysis of Experiments, 7 <sup>th</sup> Ed., John Wiley and Sons, Inc., Denver, 2009. (Pustaka Utama) 2. Pustaka lainnya yang relevan.			
<b>Panduan Penilaian</b>	UTS : 35% UAS : 55% Tugas : 10%			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1a	Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengenalan kuliah dan aturan kuliah.</li> <li>Penjelasan bahan-bahan kuliah.</li> </ul>	Mengerti dan memahami peranan statistik dan experimental design serta analisisnya dalam bidang Teknik Metalurgi.	1, Handout
1b	Dasar-dasar Statistika	<ul style="list-style-type: none"> <li>Precision and Accuracy of Measurement</li> <li>The Normal Distribution</li> </ul>	Mengerti dan memahami dasar-dasar statistika untuk experimental design.	1, Handout
2	Dasar-dasar Statistika	<ul style="list-style-type: none"> <li>Populations and Samples</li> <li>Central Limit Theorem &amp; The Standard Error</li> <li>Confidence Limit</li> </ul>	Mengerti dan memahami dasar-dasar statistika untuk experimental design.	1, Handout
3	Comparative Statistics	<ul style="list-style-type: none"> <li>Significance Testing</li> <li>The t-distribution</li> <li>The t-test for Two Means</li> <li>t-Test for a Single Sample Mean</li> </ul>	Mengerti dan memahami teknik-teknik statistika komparatif yang biasa digunakan dalam experimental design.	1, Handout
4	Comparative Statistics	<ul style="list-style-type: none"> <li>Testing Outliers</li> <li>t-Test for Paired Comparisons</li> <li>Selection of Sample Size for t-tests</li> </ul>	Mengerti dan memahami teknik-teknik statistika komparatif yang biasa digunakan dalam experimental design (lanjutan).	1, Handout
5	Comparative Statistics	<ul style="list-style-type: none"> <li>F-test</li> <li><math>\chi^2</math>-Test (Chi-Square) and Contingency Tables</li> <li>Comparison of Two Regression Lines</li> </ul>	Mengerti dan memahami teknik-teknik statistika komparatif yang biasa digunakan dalam experimental design (lanjutan).	1, Handout
6	ANOVA (Analysis of Variance)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Principles</li> </ul>	Mengerti dan memahami prinsip-prinsip dasar ANOVA.	1, Handout
7	ANOVA (Analysis of Variance)	<ul style="list-style-type: none"> <li>The ANOVA for Nested Experimental Designs</li> <li>Sampling Schemes in Chemical Analysis</li> </ul>	Mengerti dan memahami penggunaan ANOVA dalam analisis experimental design.	1, Handout
8	UTS			
9	Design of Experiments	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preliminary Steps</li> <li>Design of Experiments – Nomenclature</li> <li>Randomised Block Design – The 2-way ANOVA</li> </ul>	Mengerti dan memahami langkah-langkah dasar dalam experimental design serta teknik-teknik experimental design.	1, Handout
10	Design of Experiments	<ul style="list-style-type: none"> <li>Replicated Randomised Block Design</li> <li>Factorial Experiments – Introduction</li> <li>Basic Analysis of Factorial Experiment</li> </ul>	Mengerti dan memahami teknik-teknik experimental design khususnya dalam bidang Teknik Metalurgi.	1, Handout
11	Design of Experiments	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yates' Analysis for 2-Level Factorials</li> <li>Mathematical Model from <math>2^n</math> Design</li> </ul>	Mengerti dan memahami teknik-teknik experimental design khususnya dalam bidang Teknik Metalurgi(lanjutan).	1, Handout
12	Design of Experiments	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fractional Factorials &amp; CCR Designs</li> </ul>	Mengerti dan memahami teknik-teknik experimental design khususnya dalam bidang Teknik Metalurgi(lanjutan).	1, Handout

13	<i>Design of Experiments</i>	– <i>Other Experimental Designs</i>	<i>Mengerti dan memahami teknik-teknik experimental design khususnya dalam bidang Teknik Metalurgi (lanjutan).</i>	<i>1, Handout</i>
14	<i>Conducting Plant Trials</i>	– <i>Overview</i> – <i>Paired t-test</i>	<i>Mengerti dan memahami cara-cara melakukan plant trials.</i>	<i>1, Handout</i>
15	<i>Conducting Plant Trials</i>	– <i>Randomised Block Design</i> – <i>Comparison of Recovery-Grade Regression Lines</i>	<i>Mengerti dan memahami cara-cara melakukan plant trials.</i>	<i>1, Handout</i>
16	<i>UAS</i>			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 4018	<b>Bobot sks:</b> 2 SKS	<b>Semester:</b> Ganjil/Genap	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Pilihan Terarah
<b>Nama Matakuliah</b>	Kendali Proses Process Control			
<b>Silabus Ringkas</b>	<p>Penggunaan sistem kendali dalam enjiniiring terutama dalam bidang metalurgi, komponen-komponen dasar dalam kendali proses, diagram blok, penentuan kondisi-kondisi padamana proses stabil. Instrumentasi, pneumatik/hidrolik, P&amp;ID, deskripsi fungsi dari instrumentasi dan P&amp;ID, PLC/DCS, HMI, kendali proses level 2, aplikasi kendali proses di industri metalurgi</p> <p>The application of control system in engineering especially in process metallurgy, basics components of control system, block diagram, determining conditions under which the process are stable. Instrumentation, pneumatic, hydraulic, P&amp;ID, function description of P&amp;ID, PLC/DCS, HMI, level 2 process control, application of process control for mineral and metallurgical industries.</p>			
<b>Silabus Lengkap</b>	<p>Pendahuluan. Pengulangan transformasi Laplace. Respon dari sistem-sistem orde pertama dan kedua. Komponen-komponen dasar sistem kendali yang meliputi pengukuran, pengambilan keputusan dan tindakan. Diagram blok. Fungsi transfer untuk loop tertutup. Konsep stabilitas. P-PID loop tuning. Instrumentasi. Pneumatik, Hidrolik. Plant &amp; instrumentation diagrams. Introduksi penggunaan komputer pada kendali proses. Programmable logic control (PLC), distributed control system (DCS), human machine interface (HMI), kendali proses level 2. Contoh-contoh aplikasi kendali proses di industri-industri pengolahan mineral dan metalurgi.</p> <p>Introduction, refreshing of Laplace transformation. Respons of first and second order systems. Basic components of control system which includes measurement, decision making and action. Block diagram. Transfer function of closed loop. Concept of stability, plant and instrumentation diagrams. P-PID loop tuning, instrumentation, pneumatic, hydraulic, process and instrumentation diagrams, introduction of computer usage at control processes. Programmable logic control (PLC), distributed control system (DCS), human machine interface (HMI), kendali proses level 2, Examples of control processes application at industry of mineral processing and metallurgy.</p>			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Pemahaman tentang sistem kendali proses di industri khususnya metalurgi proses. Kemampuan melakukan transformasi dinamika proses metalurgi ke dalam blok sistem kendali dan menentukan kondisi padamana sistem dapat stabil. Kemampuan merancang konsep sistem kontrol di industri metalurgi.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	MG2113 Matematika Terapan	Prasyarat		
	MG 2215 Perhitungan Metalurgi Proses	Prasyarat		
	MG 3112 Pirometalurgi	Bersamaan		
	MG 3214 Hidro-Elektrometalurgi	Bersamaan		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Responsi, tugas			
<b>Pustaka</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Coughanowr, D.R., Process System Analysis and Control, second edition, McGraw-Hill, 1991</li> <li>2. Smith, C.A., dan Corripio, A.B., Principles and Practice of Automatic Process Control, second edition, John Wiley &amp; Sons, 1997.</li> <li>3. Ghosh, A.K., Introduction to measurements and instrumentation, PHI, 2010.</li> <li>4. Stoll, K, Pneumatische Steuerungen, Vogel, 1999.</li> <li>5. Flintoff, B.C., dan Mular, A.L., A Practical Guide to Process Controls in Minerals Industry, University of British Columbia- Brenda Mines Ltd.-The Mining Industry Technology Council of Canada, 1992.</li> <li>6. Paper-paper yang terkait dengan kendali proses</li> </ol>			
<b>Panduan Penilaian</b>	Penilaian didasarkan pada 3 (tiga) jenis assessment, yaitu Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS) dan tugas.			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan, Istilah-Istilah yang Digunakan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penjelasan mengenai urgensi sistem kendali terutama di industri metalurgi</li> <li>- komponen-komponen dari suatu sistem kendali.</li> <li>- Beberapa contoh peralatan kendali proses di industri</li> </ul>	Menjelaskan secara komprehensif tentang penggunaan sistem kendali terhadap suatu proses	1,2
2	Transformasi Laplace	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definisi dari transformasi Laplace, sifat-sifat dari transformasi Laplace serta Transformasi untuk fungsi-fungsi sederhana yang banyak digunakan dalam kendali suatu proses</li> </ul>	Menjelaskan tentang definisi awal dari transformasi Laplace, sifat-sifat yang berkenaan sehingga dapat melakukan transformasi Laplace pada suatu fungsi.	1
3	Respons dari sistem orde satu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Karakteristik proses, fungsi transfer respon dari sistem orde satu (1 tanki, tanki dipasang seri tidak berinteraksi, tanki dipasang seri saling berinteraksi)</li> </ul>	Menjelaskan contoh untuk proses orde satu serta respon apa yang terjadi bila kedalam sistem diberi suatu perubahan	1,2
4	Diagram Blok Sistem Kendali	Memodelkan suatu proses kedalam diagram blok yang terdiri dari proses, alat ukur, controller dan final control element.	Menjelaskan bagaimana suatu proses dapat dimodelkan atau diwakilkan melalui diagram blok	1,2
5	Aksi Pengendali Pada Sistem Kendali	Pengendali Proporsional (P), Pengendali Integral (I), Pengendali proporsional Integral (PI), Pengendali Derivatif (D), Pengendali Proporsional-Integral- Derivatif (PID)	Menjelaskan secara komprehensif jenis-jenis pengendali serta penggunaan pengendali dalam sistem kendali dan bagaimana pengaruh pengendali tertentu terhadap sistem terutama dalam tinjauan respon yang diberikan	1,2
6	Diagram Blok Sistem Kendali dan responnya	Penyederhanaan-penyederhanaan yang dapat dilakukan terhadap suatu diagram blok Penggunaan Simulink untuk melihat respons dari sistem kendali dengan menggunakan pengendali P, PI, PD dan PID.	Memberikan pemahaman serta penjelasan pentingnya penyederhanaan dalam penggambaran diagram blok untuk memudahkan perhitungan	1,2

**Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB**      **Kur2013-Teknik Metalurgi**      **Halaman 63 dari 79**

Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB  
Dokumen ini adalah milik Program Studi Teknik Metalurgi - ITB.  
Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan MG-ITB.

			Mempelajari pengaruh P, PI, Pl, dan PID terhadap kestabilan dari proses kontrol	
7	Konsep Kestabilan dan Simulink	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kriteria proses stabil</li> <li>- Penggunaan Simulink untuk melihat respon dari sistem (stabil dan tidak stabil)</li> <li>- Persamaan karakteristik</li> <li>- Kriteria stabil dari akar-akar persamaan karakteristik</li> <li>- Metoda uji routh</li> </ul>	Menjelaskan kriteria-kriteria yang harus dipenuhi untuk menyatakan suatu proses stabil dan menentukan konstanta dari controller (P, Tau I dan Tau D) untuk mendapatkan proses stabil. Menggunakan Simulink sebagai tool untuk melihat respons dari suatu sistem kendali proses.	1,2
8	UTS			
9	Pengukuran dan sensor (instrumentasi)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simbol instrumen dan lebel</li> <li>- Pengukuran temperatur (termokopel, RTD, infrared, bimetalik, fluid expansion)</li> <li>- Pengukuran ketinggian cairan dalam suatu bejana (flow switch, non contact ultrasonic sensors, capacitance level sensor)</li> <li>- Pengukuran tekanan (manometer, bourdon tube, diaphragm, pressure sensor dan transducer)</li> <li>- Limit switch (sliding, inductive, proximity)</li> <li>- Pengukuran berat (load cell)</li> <li>- Laju alir (differential pressure/orifices, ventury, nozzle, pitot tube, elbow), rotameter, positive displacement, turbine, vortex, electromagnetic, ultrasonic)</li> </ul>	Menjelaskan secara komprehensif mengenai peralatan pengukuran dan sensor (instrumentasi) yang dibutuhkan untuk kendali proses.	3
10	Pengenalan mengenai valve, dan valve actuator (pneumatik, hidraulik, selenoid / electric, motor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ball valve, butterfly valve, check valve, diaphragm valve, gate valve, globe valve, knife valve, needle valve, pinch valve, piston valve, plug valve, pressure reducing valve, safety valve.</li> <li>- Prinsip kerja pneumatik / hidrolis dan selenoid.</li> <li>- Simbol dari pneumatik/hidrolis (2 way valve, 3 way valve, 4 way valve, 5 way valve)</li> </ul>	Menjelaskan secara komprehensif jenis-jenis valve yang digunakan untuk kendali proses serta cara membuka/menutup dan mengontrol bukaan valve dengan pneumatik, hidrolis, dan selenoid.	4,6
11	P&ID dan deskripsi dari instrumen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menentukan diameter pipa berdasarkan media dan laju alir.</li> <li>- Membuat P&amp;ID yang sederhana</li> <li>- Membuat deskripsi dari instrumen untuk keperluan pemograman di PLC/DCS</li> </ul>	Menjelaskan dan melatih membuat P&ID dan membuat deskripsi proses kendali untuk dasar pemograman di PLC/DCS.	6
12	PLC/DCS (Level 1), HMI	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programmable logic control (PLC)</li> <li>- Distributed control system (DCS)</li> <li>- Human machine interface (HMI)</li> </ul>	Menjelaskan prinsip dari PLC/DCS dan HMI	6
13	Kendali proses Level 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tujuan dari level 2, Level 2 as "brain of metallurgist"</li> <li>- Penggunaan dasar-dasar perhitungan neraca massa, neraca panas, termodinamika dan kinetika sebagai dasar untuk membuat konsep level 2</li> </ul>	Menjelaskan hirarki sistem kendali proses di industri metalurgi (level 0, level 1, level 2, level 3 dan level 4) serta menjelaskan secara komprehensif mengenai level 2.	6
14	Aplikasi sistem kendali proses di industri pengolahan mineral dan metalurgi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proses konsentrasi dari bijih tembaga sulfida (crushing, grinding, flotation)</li> <li>- Proses pengerisan bijih nikel laterit, proses reduksi bijih nikel laterit di rotary kiln, proses peleburan nikel di tanur listrik, proses pemurnian nikel</li> </ul>	Memberikan gambaran aplikasi kendali proses di industri mineral dan metalurgi.	5,6
15	Aplikasi sistem kendali proses di industri pengolahan metalurgi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- proses peleburan dan pemurnian tembaga</li> <li>- proses pembuatan besi di blast furnace, proses pembuatan baja, proses metalurgi sekunder (RH, VD)</li> <li>- Proses pengerolan baja (hot rolling mill)</li> </ul>	Memberikan gambaran aplikasi kendali proses di industri mineral dan metalurgi.	6
16	UAS			



<b>Kode Matakuliah:</b> MG 4012	<b>Bobot sks:</b> 2	<b>Semester:</b> Ganjil/Genap	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Pilihan
<b>Nama Matakuliah</b>	Biohidrometalurgi & Bioremediasi			
	Biohydrometallurgy & Bioremediation			
<b>Silabus Ringkas</b>	Prinsip bihidrometalurgi dan bioremediasi, aspek-aspek geokimia dalam bihidrometalurgi, senyawa target bioremediasi, organisme yang berperan dalam bihidrometalurgi dan bioremediasi, faktor-faktor yang mempengaruhi proses bihidrometalurgi dan bioremediasi, teknik-teknik bihidrometalurgi dan bioremediasi.			
	Principles of biohydrometallurgy and bioremediation, geochemical aspects in biohydrometallurgy, contaminants susceptible to bioremediation, organisms having roles in biohydrometallurgy and bioremediation, factors affecting biohydrometallurgy and bioremediation processes, types and techniques of biohydrometallurgy and bioremediation.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Prinsip dan praktek bihidrometalurgi dan bioremediasi limbah metalurgi dan pertambangan, mikoremediasi, fitoremediasi, rizoremediasi, elektrobioremediasi, biostimulasi, bioaugmentasi, tipe-tipe bijih, mineral sulfida, mineral oksida, potensial redoks, perubahan energi bebas, hidrokarbon minyak bumi, senyawa organik toksik, metal toksik, zat radioaktif, bakteri, archaea, eukarya, fungi, kemolitototrof, kemoorganotrof, komunitas mikroba bioleaching, mekanisme transformasi metal oleh mikroba, mekanisme disolusi mineral sulfida, mekanisme bioleaching, faktor-faktor yang mempengaruhi bioleaching dan bioremediasi, jenis-jenis teknologi bioremediasi, prosedur dan langkah-langkah dalam melakukan bioremediasi, hukum dan peraturan lingkungan untuk program monitoring bioremediasi, kinetika bioleaching, teknik-teknik bioleaching untuk skala laboratorium dan skala industri, bioleaching dalam recovery metal dari limbah pertambangan, sedimen tercemar, limbah elektrolit, fly ashes, dan limbah baterai, studi kasus bihidrometalurgi dan bioremediasi, praktikum, presentasi dan penulisan artikel ilmiah tentang bihidrometalurgi dan bioremediasi berdasarkan hasil review artikel-artikel jurnal internasional (individu atau kelompok).			
	Principles and practices of biohydrometallurgy and bioremediation of metallurgy and mining wastes, mycoremediation, phytoremediation, rhizoremediation, electrobioremediation, biostimulation, bioaugmentation, types of ores, sulfide minerals, oxide minerals, redox potential, free energy changes, petroleum hydrocarbon, toxic organic matter, potentially toxic metals, radioactive materials, bacteria, archaea, eukarya, fungi, chemolithoautotrophs, chemoorganotrophs, bioleaching microbial communities, mechanisms of microbially mediated transformations of metals, mechanisms of sulfide mineral dissolution, bioleaching mechanisms, factors influencing bioleaching and bioremediation, types of bioremediation and bioremediation technologies, work plan for bioremediation project, environmental laws and regulations linked to monitoring program for bioremediation, bioleaching kinetics, bioleaching techniques for both laboratory investigations and industrial applications, bioleaching in metal recovery from mine wastes, contaminated sediments, electronic wastes, fly ashes, and battery wastes, biohydrometallurgy and bioremediation case studies, laboratory experiments, oral presentation and scientific writing based on reviewing journal articles listed in the bibliography (individual or group).			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengetahuan (knowledge) dan pemahaman konsep dan aplikasi teknik bihidrometalurgi yang sangat bermanfaat dalam menciptakan teknologi ekstraksi metal dari bijih kualitas rendah dan dari limbah dalam rangka mengurangi dampak lingkungan dengan biaya yang relatif murah serta untuk memenuhi kebutuhan metal yang semakin meningkat di dunia. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa bihidrometalurgi merupakan bioteknologi yang ramah lingkungan di dalam meningkatkan produksi metal dan juga merupakan salah satu bioteknologi revolusioner yang paling menjanjikan yang dapat dilakukan pada kondisi apapun tanpa penggunaan senyawa kimia yang toksik.</li> <li>2. Pengetahuan (knowledge) dan pemahaman konsep dan aplikasi teknik bioremediasi yang sangat bermanfaat dalam mengatasi permasalahan lingkungan yang tercemar oleh limbah metalurgi dan limbah pertambangan</li> </ol>			
<b>Matakuliah Terkait</b>	-			
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Praktikum			
<b>Pustaka</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rawlings, D.E. and Johnson, D.B. "Biomining", Springer, 2006 (Pustaka utama)</li> <li>2. Eweis, J.B., Ergas, S.J., Chang, D.P.Y. and Schroeder, E.D. "Bioremediation Principles", McGraw-Hill, 1998 (Pustaka utama)</li> <li>3. Cookson JR, J.T. "Bioremediation Engineering", McGraw-Hill, Inc., 1995 (Pustaka alternatif)</li> <li>4. Diklat Biohidrometalurgi, Program Studi Teknik Metalurgi, FTSM-ITB (Pustaka Utama)</li> <li>5. Diklat Bioremediasi, Program Studi Teknik Metalurgi, FTSM-ITB (Pustaka Utama)</li> <li>6. International Journals of: Hydrometallurgy, Minerals Engineering, International Journal of Mineral Processing, Metallurgical and Materials Transactions B, Bioresource Technology, Transactions of Nonferrous Metals Society of China (Pustaka Penunjang)</li> <li>7. International Journals of: Applied and Environmental Microbiology, Environmental Science and Technology, Bioresource Technology, Environment International, Marine &amp; Pollution Bulletin, Marine Environmental Research, International Biodeterioration &amp; Biodegradation, Environmental Earth Sciences (Pustaka Penunjang)</li> </ol>			
<b>Panduan Penilaian</b>	Pemberian nilai akhir untuk matakuliah ini dilakukan berdasarkan nilai Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS), praktikum dan tugas/presentasi. Kontribusi UTS, UAS, praktikum dan tugas/presentasi masing-masing adalah 35%, 35%, 15% dan 15%.			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pengantar Biohidrometalurgi dan Bioremediasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prinsip dan praktek bihidrometalurgi</li> <li>- Sejarah singkat bihidrometalurgi</li> <li>- Definisi dan prinsip bioremediasi</li> <li>- Mikoremediasi</li> <li>- Fitoremediasi</li> <li>- Rizoremediasi</li> <li>- Elektrobioremediasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami definisi, prinsip dan praktek bihidrometalurgi serta sejarah singkat lahirnya bihidrometalurgi dan keuntungan dan kelemahan proses ekstraksi metal menggunakan proses bihidrometalurgi</li> <li>- Memahami definisi, prinsip dan praktek bioremediasi serta istilah-istilah dalam bioremediasi dan keuntungan dan kelemahan</li> </ul>	1,2,3,4,5

<b>Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB</b>	<b>Kur2013-Teknik Metalurgi</b>	<b>Halaman 65 dari 79</b>
<p>Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB  Dokumen ini adalah milik Program Studi Teknik Metalurgi - ITB.  Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan MG-ITB.</p>		

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biostimulasi</li> <li>- Bioaugmentasi</li> </ul>	menggunakan teknologi bioremediasi dalam mengolah limbah metalurgi dan limbah pertambangan.	
2	Aspek-aspek Geokimia dalam Biohidrometalurgi dan Senyawa Target Bioremediasi	<p>Aspek-aspek geokimia dalam biohidrometalurgi meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipe-tipe bijih</li> <li>- Mineral sulfida</li> <li>- Mineral oksida</li> <li>- Potensial redoks</li> <li>- Perubahan energi bebas</li> </ul> <p>Senyawa target bioremediasi meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hidrokarbon minyak bumi</li> <li>- Senyawa organik toksik</li> <li>- Metal toksik</li> <li>- Zat Radioaktif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami aspek-aspek geokimia dalam biohidrometalurgi</li> <li>- Memahami senyawa target bioremediasi dari limbah metalurgi dan limbah pertambangan</li> </ul>	1,2,3,4,5
3.	Organisma/mikroba yang Berperan dalam Proses Biohidrometalurgi dan Bioremediasi serta Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Bioremediasi	<p>Organisma/mikroba yang berperan dalam proses biohidrometalurgi dan bioremediasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bakteri</li> <li>- Archaea</li> <li>- Eukarya (fungi)</li> <li>- Kemolitotrof</li> <li>- Kemoorganotrof</li> <li>- Komunitas mikroba bioleaching</li> </ul> <p>Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses bioremediasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bio-availabilitas pencemar</li> <li>- Struktur kimia pencemar</li> <li>- Toksisitas pencemar</li> <li>- Komunitas mikroba</li> <li>- Faktor-faktor lingkungan meliputi oksigen, kandungan senyawa organik, nutrien, suhu, pH, salinitas, kelembaban, ko-pencemar, potensial redoks, sumber karbon dan energi, surfaktan/bio-surfaktan, metal toksik, lempung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami jenis-jenis organisma/mikroba yang berperan dalam biohidrometalurgi dan bioremediasi</li> <li>- Memahami faktor-faktor yang mempengaruhi proses bioremediasi</li> </ul>	1,2,3,4,5
4.	Mekanisme Transformasi Metal oleh Mikroba dan Mekanisme Disolusi Mineral Sulfida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biosorpsi termasuk kompleksasi, kelasi, koordinasi, pertukaran ion</li> <li>- Oksidasi-reduksi</li> <li>- Bioakumulasi-bioagulasi</li> <li>- Asimilasi/adsorpsi-mineralisasi</li> <li>- Disolusi-presipitasi</li> <li>- Metilasi-dealkilasi</li> <li>- Mineral sulfida yang dapat larut dalam asam</li> <li>- Mineral sulfida yang tidak larut dalam asam</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami mekanisme transformasi metal oleh mikroba</li> <li>- Memahami mekanisme disolusi mineral sulfida yang larut dan tidak larut dalam asam</li> </ul>	1,4
5.	Mekanisme Bioleaching dan Faktor-faktor yang Berpengaruh dalam Proses Bioleaching	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioleaching langsung</li> <li>- Bioleaching tidak langsung</li> <li>- Faktor-faktor yang mempengaruhi bioleaching yaitu: nutrisi, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, pH, suhu, substrat mineral, logam berat, surfaktan, biosurfaktan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami mekanisme bioleaching yaitu bioleaching langsung dan bioleaching tidak langsung</li> <li>- Memahami faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses bioleaching</li> </ul>	1,4
6-7	Kinetika Bioleaching dan Bioremediasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktor bioleaching dan bioremediasi tangki batch</li> <li>- Reaktor bioleaching dan bioremediasi tangki kontinu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami parameter kinetika untuk bioleaching dan bioremediasi pada reaktor tangki batch dan pada reaktor tangki kontinu</li> </ul>	1,2,3,4,5
8.	Ujian Tengah Semester (UTS)			
9.	Teknik-teknik Bioleaching	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teknik-teknik bioleaching skala laboratorium meliputi: bioleaching percolator, bioleaching terendam, bioleaching kolom</li> <li>- Teknik-teknik bioleaching skala industri meliputi: bioleaching dump, bioleaching heap, bioleaching bawah tanah, bioleaching tangki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami teknik-teknik bioleaching yang terdiri dari proses irigasi dan proses pengadukan untuk skala laboratorium dan skala industri</li> </ul>	1, 4
10.	Bioleaching dalam Recovery Metal dari Limbah dan Studi Kasus Bioremediasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recovery metal dari limbah pertambangan</li> <li>- Recovery metal dari sedimen tercemar</li> <li>- Recovery metal dari limbah elektrolit</li> <li>- Recovery metal dari fly ashes</li> <li>- Recovery metal dari limbah baterai</li> <li>- Studi kasus bioremediasi di lingkungan air permukaan, tanah dan sedimen untuk pencemar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami bioleaching dalam recovery metal dari limbah</li> <li>- Memahami beberapa studi kasus bioremediasi di lingkungan akuatik, tanah dan sedimen yang tercemar limbah metalurgi dan pertambangan</li> </ul>	1,2,3,4,5

<i>Mg#</i>	<i>Topik</i>	<i>Sub Topik</i>	<i>Capaian Belajar Mahasiswa</i>	<i>Sumber Materi</i>
		hidrokarbon, metal toksik dan zat radioaktif dari limbah metalurgi dan pertambangan		
11.	Jenis-jenis Bioremediasi dan Teknologi Bioremediasi serta Hukum dan Peraturan Lingkungan untuk Program Monitoring Bioremediasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In situ bioremediasi</li> <li>- Ex situ bioremediasi</li> <li>- Bioremediasi intrinsik</li> <li>- Bioremediasi teknik meliputi: in situ treatment (bioventing), solid-and slurry-phase, bioremediation (land farming, composting, slurry treatment), liquid-phase bioremediation (bio-reaktor)</li> <li>- Hukum dan peraturan lingkungan untuk program monitoring bioremediasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami jenis-jenis bioremediasi dan teknologi bioremediasi</li> <li>- Memahami hukum dan peraturan lingkungan untuk program monitoring bioremediasi</li> </ul>	2,3,5
12.	Prosedur dan Langkah-Langkah dalam Melakukan Bioremediasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Review data eksisting</li> <li>- Pengambilan sampel</li> <li>- Deskripsi lahan dan karakterisasi material lahan</li> <li>- Biotreatability study dan biotreatability assessment</li> <li>- Pemilihan metode/teknologi bioremediasi</li> <li>- Pelaksanaan bioremediasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami prosedur dan langkah-langkah dalam melakukan bioremediasi</li> </ul>	2,3,5
13-15	Penulisan Artikel Ilmiah dan Presentasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penulisan artikel ilmiah dan presentasi hasil-hasil penelitian dari jurnal internasional yang dilakukan secara berkelompok atau individu (tergantung jumlah mahasiswa)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mahasiswa mampu menulis artikel ilmiah tentang biohidrometalurgi dan bioremediasi limbah metalurgi dan pertambangan serta melakukan presentasi berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan</li> </ul>	6,7
16.	Ujian Akhir Semester (UAS)			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 4013	<b>Bobot sks:</b> 2	<b>Semester:</b> Ganjil/Genap	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Pilihan
<b>Nama Matakuliah</b>	Biokorosi & Biodeteriorasi			
	Biocorrosion & Biodeterioration			
<b>Silabus Ringkas</b>	<p>Jenis-jenis material dan sistem yang dapat mengalami biokorosi dan biodeteriorasi, dampak paduan elemen terhadap terjadinya biokorosi, mekanisme biokorosi dan biodeteriorasi, metode dan teknik untuk mempelajari biokorosi dan biodeteriorasi, strategi dalam mencegah atau mengurangi biokorosi, kontrol biodeteriorasi</p> <p>Materials and systems vulnerable to biocorrosion and biodeterioration, impact of alloying elements to biocorrosion susceptibility, mechanisms of biocorrosion and biodeterioration, methods and techniques for the study of biocorrosion and biodeterioration, strategies to prevent or mitigate biocorrosion, the control of biodeterioration</p>			
<b>Silabus Lengkap</b>	<p>Tipe-tipe biodeteriorasi, komponen-komponen biokorosi, kerugian-kerugian yang disebabkan oleh biokorosi dan biodeteriorasi, mikroba dan peranannya dalam biokorosi dan biodeteriorasi, biofilms dan biofouling, interaksi produk korosi dengan biofilm, jenis-jenis material yang dapat mengalami biokorosi dan biodeteriorasi, jenis-jenis sistem yang rentan terhadap biokorosi dan biodeteriorasi, faktor-faktor fisika-mekanika dan efeknya terhadap biokorosi, dampak campuran elemen terhadap terjadinya biokorosi, mekanisme biokorosi dan biodeteriorasi, metode dan teknik untuk mempelajari biokorosi dan biodeteriorasi dengan menggunakan mikroskop cahaya, mikroskop epifluorescence, confocal laser scanning microscopy, atomic force microscopy, mikroskop elektron, morfologi pit, analisis mineralogi, dan peralatan analisis seperti XRD, ED-XRF, SEM-EDS, TEM-EDS, FTIR, strategi dalam mencegah atau mengurangi biokorosi, kontrol korosi menggunakan biofilm, kontrol biodeteriorasi, study kasus biokorosi baja karbon di lingkungan anaerob and biokorosi oleh bakteri pengoksidasi besi di lingkungan aerob, presentasi dan penulisan artikel ilmiah tentang biokorosi dan biodeteriorasi berdasarkan hasil review artikel-artikel jurnal internasional (individu atau kelompok).</p> <p>Types of biodeterioration, biocorrosion components, economic losses caused by biocorrosion and biodeterioration, microbes and their role in biocorrosion and biodeterioration, biofilms and biofouling, biofilm-corrosion product interactions, materials susceptible to biocorrosion and biodeterioration, systems vulnerable to biocorrosion and biodeterioration, physico-mechanical factors and their effects on biocorrosion, impact of alloying elements to susceptibility of biocorrosion, mechanisms of biocorrosion and biodeterioration, methods and techniques for the study of biocorrosion and biodeterioration by using light microscopy, epifluorescence microscopy, confocal laser scanning microscopy, atomic force microscopy, electron microscopy, pit morphology, mineralogical analysis, and equipment such as XRD, ED-XRF, SEM-EDS, TEM-EDS, FTIR, strategies to prevent or mitigate biocorrosion, corrosion control using beneficial biofilms, the control of biodeterioration, practical cases of biocorrosion of carbon steel in anaerobic environments and biocorrosion by iron-oxidizing bacteria in aerobic environments, oral presentation and scientific writing based on reviewing journal articles listed in the bibliography (individual or group).</p>			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengetahuan (knowledge) dan pemahaman konsep dan aplikasi biokorosi dan biodeteriorasi untuk mencegah dan meminimasi biokorosi dan biodeteriorasi yang terjadi pada sistem dan material yang berharga.</li> <li>2. Kemampuan mendemonstrasikan metode dan teknik untuk mempelajari biokorosi dan biodeteriorasi serta strategi dalam pencegahan atau pengurangan biokorosi serta kontrol biodeteriorasi</li> </ol>			
<b>Matakuliah Terkait</b>	-	-	-	-
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Praktikum			
<b>Pustaka</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Javaherdashti, R., "Microbiologically Influenced Corrosion: An Engineering Insight", Springer, 2010 (Pustaka utama)</li> <li>2. Little B.J., Lee J.S., "Microbiologically Influenced Corrosion", Wiley, 2007 (Pustaka Alternatif)</li> <li>3. Allsopp, D., Seal, K.J., Gaylarde, C.C., "Introduction to Biodeterioration", Cambridge University Press, 2004 (Pustaka utama)</li> <li>4. International Journals of: International Biodeterioration &amp; Biodegradation; Corrosion Science; Corrosion Engineering, Science &amp; Technology; Materials &amp; Corrosion; Corrosion Journal; Journal of Corrosion Science &amp; Engineering (Pustaka Penunjang)</li> </ol>			
<b>Panduan Penilaian</b>	Pemberian nilai akhir untuk matakuliah ini dilakukan berdasarkan nilai Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS), praktikum dan tugas/presentasi. Kontribusi UTS, UAS, praktikum dan tugas/presentasi masing-masing adalah 35%, 35%, 15% dan 15%.			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pengantar Biokorosi dan Biodeteriorasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipe-tipe biodeteriorasi</li> <li>- 3 komponen biokorosi yaitu mikroba, metal dan lingkungan cair</li> <li>- Kapan korosi terjadi?</li> <li>- Pandangan saat ini tentang biokorosi dan biodeteriorasi</li> <li>- Kerugian-kerugian yang disebabkan oleh biokorosi dan biodeteriorasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami tipe-tipe biodeteriorasi dan komponen-komponen biokorosi</li> <li>- Memahami kerugian-kerugian yang disebabkan oleh biokorosi dan biodeteriorasi</li> </ul>	1,2,3
2	Aspek Mikroba pada Biokorosi dan Biodeteriorasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pertumbuhan mikroba</li> <li>- Sel konsentrasi yaitu sel konsentrasi oksigen dan sel konsentrasi metal</li> <li>- Enzim mikroba yang berperan dalam biokorosi</li> <li>- Mikroba dan peranannya dalam biokorosi dan biodeteriorasi</li> <li>- Konsorsium mikroba dan suksesi mikroba pada biodeteriorasi material</li> </ul>	Memahami mikroba dan peranannya dalam biokorosi dan biodeteriorasi	1,2,3
3.	Biofilm dan Biofouling	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pembentukan biofouling di air laut</li> <li>- Biofilm, interface dan efeknya</li> <li>- Interaksi produk korosi dengan biofilm</li> <li>- Pembentukan biofilm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memahami prinsip dan konsep biofilm dan biofouling serta proses pembentukannya</li> </ul>	1,2

**Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB**      **Kur2013-Teknik Metalurgi**      **Halaman 68 dari 79**

Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB

Dokumen ini adalah milik Program Studi Teknik Metalurgi - ITB.

Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan MG-ITB.

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaksi-reaksi dalam biofilm meliputi respirasi/fotosintesis, produksi sulfida (Fe, Cu, Ag), produksi asam, produksi ammonia, deposisi metal (Mn and Fe), reduksi metal, reduksi metan, produksi hidrogen, dealloying</li> </ul>		
4.	Jenis-jenis Material yang dapat Mengalami Biokorosi dan Biodeteriorasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metal termasuk tembaga, nikel-tembaga, baja stainless rangkap</li> <li>- Beton dan aspal</li> <li>- Kayu di lingkungan laut</li> <li>- Kaca, plastik &amp; karet</li> <li>- Bahan bakar &amp; pelumas, cat</li> <li>- Kosmetik &amp; produk kesehatan</li> <li>- Perekat &amp; sealants</li> <li>- Media magnet</li> </ul>	- Memahami jenis-jenis material yang dapat mengalami biokorosi dan biodeteriorasi	1,2,3
5.	Jenis-jenis Sistem yang Rentan terhadap Biokorosi dan Biodeteriorasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambaran umum kerentanan sistem industri</li> <li>- Kondisi sistem yang dapat menimbulkan biokorosi</li> <li>- Faktor-faktor fisika-mekanika dan efeknya terhadap biokorosi yaitu: faktor-faktor kimia, <i>water treatment</i>, oksigen, nutrisi and cara mendapatkannya, campuran elemen &amp; dampaknya, pengelasan, dampak hydrotesting</li> <li>- Jaringan pipa metal yang dikubur/ditanam</li> <li>- <i>Maritime piled structures</i></li> <li>- Platform lepas pantai</li> <li>- Sistem penyimpanan dan distribusi air</li> <li>- Penyimpanan limbah nuklir</li> <li>- Lingkungan yang mengandung hidrokarbon</li> <li>- Pembangkit listrik</li> <li>- Industri penggilingan kertas</li> <li>- Bangunan, sistem transportasi, museum</li> </ul>	- Memahami jenis-jenis sistem yang rentan terhadap biokorosi dan biodeteriorasi	1,2,3
6.	Dampak Campuran Elemen terhadap Terjadinya Biokorosi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baja campuran rendah</li> <li>- Tembaga &amp; campuran nikel</li> <li>- Baja stainless</li> <li>- Aluminium &amp; campuran aluminium</li> <li>- Titanium &amp; campuran titanium</li> <li>- Metal antimikroba</li> </ul>	- Memahami prinsip dan konsep dampak campuran elemen terhadap terjadinya biokorosi	1,2
7.	Mekanisme Biokorosi dan Biodeteriorasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mekanisme deteriorasi biogeokimia</li> <li>- Mekanisme deteriorasi biogeofisika</li> <li>- Mekanisme klasik untuk biokorosi</li> <li>- Metode elektrokimia untuk mengevaluasi biokorosi</li> <li>- Inhibisi korosi oleh mikroba</li> <li>- Besi pengkorosi sebagai sumber hidrogen untuk mereduksi sulfat dalam menumbuhkan kultur bakteri pereduksi sulfat (SRB)</li> <li>- SRB dan korosi dalam lingkungan yang ter-oksigenasi</li> <li>- Ikatan metal oleh materi polimer ekstraselular</li> <li>- Biofilm and kimia korosi</li> <li>- Mekanisme respirasi besi oleh mikroba</li> <li>- Efek bakteri besi pada permukaan metal</li> <li>- SRB dan induksi korosi oleh depolarisasi katoda metal</li> </ul>	- Memahami mekanisme biokorosi dan biodeteriorasi	1,2,3
8.	Ujian Tengah Semester (UTS)			
9.	Metode dan teknik untuk mempelajari biokorosi dan biodeteriorasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deteksi, kuantifikasi dan identifikasi mikroba penyebab biokorosi dan biodeteriorasi yaitu: teknik-teknik kultur, mikroskop cahaya, mikroskop epifluorescence, confocal laser scanning microscopy, atomic force microscopy, mikroskop elektron</li> <li>- Studi lapangan dan studi laboratorium tentang kerusakan material yang disebabkan oleh mikroba</li> <li>- Morfologi pit</li> <li>- Analisis kimia meliputi: komposisi elemen, analisis mineralogi, fraksi isotop</li> <li>- Peralatan analisis seperti XRD, ED-XRF, SEM-EDS, TEM-EDS, FTIR</li> </ul>	- Memahami metode dan teknik untuk mempelajari biokorosi dan biodeteriorasi	1,2,3
10.	Strategi dalam Mencegah atau Mengurangi Biokorosi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metode kontrol korosi secara tradisional meliputi: kontrol korosi menggunakan coating kimia, kontrol korosi menggunakan proteksi katoda, kontrol korosi menggunakan inhibitor korosi, kontrol korosi menggunakan treatment biosida</li> <li>- Kontrol korosi menggunakan biofilm meliputi: inhibisi korosi oleh biofilm melalui penyisihan agen katoda korosif (misalnya oksigen), inhibisi korosi oleh biofilm yang meng-sekresikan antimikroba, inhibisi korosi melalui lapisan pelindung, inhibisi korosi menggunakan biofilm yang meng-sekresikan inhibitor korosi</li> <li>- Kemajuan dalam kontrol korosi menggunakan biofilm</li> <li>- Perubahan aseptor elektron untuk menghambat kelompok bakteri spesifik</li> </ul>	- Memahami metode dan strategi dalam mencegah atau mengurangi biokorosi	1,2

<i>Mg#</i>	<i>Topik</i>	<i>Sub Topik</i>	<i>Capaian Belajar Mahasiswa</i>	<i>Sumber Materi</i>
		- Bakteri pereduksi Fe(III) dan perannya dalam penghambatan korosi)		
11.	Kontrol Biodeteriorasi	- Metode secara fisika - Metode secara kimia - Metode secara biologi	- Memahami berbagai metode dalam melakukan kontrol biodeteriorasi	3
12.	Studi Kasus Tentang Biokorosi dan Biodeteriorasi	- Biokorosi baja karbon di lingkungan anaerob - Biokorosi oleh bakteri pengoksidasi besi di lingkungan aerob - Biokorosi baja stainless dan campuran yang tahan terhadap korosi di lingkungan laut - Biokorosi campuran aluminium di sistem bahan bakar/air - Biokorosi kaca - Kolonisasi material polimer oleh mikroba untuk aplikasi ruang angkasa dan mekanisme terjadinya biodeteriorasi di ruang angkasa - Biodeteriorasi material organik dan evaluasinya	- Memahami beberapa studi kasus tentang biokorosi dan biodeteriorasi	1,2,3
13-15	Penulisan Artikel Ilmiah dan Presentasi	- Penulisan artikel ilmiah dan presentasi hasil-hasil penelitian dari jurnal internasional yang dilakukan secara berkelompok atau individu (tergantung jumlah mahasiswa)	- Mahasiswa mampu menulis artikel ilmiah tentang biokorosi dan biodeteriorasi serta melakukan presentasi berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan	4
16.	Ujian Akhir Semester (UAS)			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 4014	<b>Bobot sks:</b> 2 sks	<b>Semester:</b> Ganjil/Genap	<b>KK / Unit Penanggung jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Pilihan
<b>Nama Mata Kuliah</b>	Mekanika Retakan Fracture Mechanics			
<b>Silabus Ringkas</b>	Mata kuliah ini membahas mengenai integritas dan kehandalan material struktur terhadap kemungkinan terjadinya kegagalan akibat hadirnya cacat. This lecture is study the integrity and reliability of structural materials from the possibility of failure due to the present of defects or flaws.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Mata kuliah ini membahas konsep dasar mekanika retakan dan fatik, efek cacat dan retak terhadap perambatan retak dan plastic collapse. Pengaruh beban static dan siklik terhadap medan tegangan elastik & plastis di sekitar ujung retakan, faktor intensitas tegangan sebagai fungsi geometri retak akan diberikan. Parameter $K_{IC}$ sebagai kriteria disain akan dibahas mendalam. Penjalaran retak fatigue ( $da/dN$ vs $\Delta K$ ), Paris law dan Crack Arrest, serta pengaruh R dan amplitudo beban terhadap perambatan fatik akan didiskusikan. Akhirnya, remaining strength dan failure diagram material, konsep damage tolerance design (fitness for purposes/services) serta remaining life assessment akan dibahas secara mendalam. This lecture is study the fundamental concept of fracture machanics and fatigue, defect and crack effect on crack growth and plastic collapse. Effect of static and cyclic loading, stress intensity factor as a function of crack geometry, elastic and plastic zone in front of crack will be given. $K_{IC}$ as a design criteria will be deelpy discussed. Fatigue crack growth, Paris law, crack arrest, effect of R and amplitude on fatigue propagation will also be descussed. Finally, remaining strength and failure assessment diagram, damage tolerance design (fitness for purposes/services) and remaining life assessment will be deeply studied.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Setelah mengikuti kuliah ini mahasiswa diharapkan memahami dan menguasai pengetahuan mengenai integritas dan kehandalan material struktur terhadap kemungkinan terjadinya kegagalan akibat hadirnya cacat.			
<b>Mata Kuliah Terkait</b>	1. MG 2114 Kekuatan Material 2. MG 2216 Metalurgi Fisik	Prerequisit Prerequisit		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Responsi, tugas			
<b>Pustaka</b>	1. Julie A. Bannantine, et.al, Fundamentals of Metal Fatigue Analysis, Prentice – Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey 1990. 2. Broek, D., "Elementary Engineering Fracture Mechanics", 4th ed., Martinus Nijhoff Publ., Netherlands, 1986 3. Ewalds, H.L., and Wanhill, R.J.H., "Fracture Mechanics", Edward Arnold Publ. Ltd. London, 1984 4. Broek, D., "Practical Use of Fracture Mechanics", Kluwer Ac. Publ., Netherlands, 1988.			
<b>Panduan Penilaian</b>	Pemberian nilai akhir untuk matakuliah ini dilakukan berdasarkan nilai Ujian Tengah Semester (UTS), Ujian Akhir Semester (UAS) dan tugas/presentasi.			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Konsep dasar Mekanika Retakan dan Kegagalan material teknik	Latar belakang Mekanika Retakan, konsep disain berdasarkan Mekanika Retakan. Definisi kegagalan, analisis kegagalan, metodologi, peralatan dan teknik analisis, fracture mechanics, istilah-istilah	Memahami perbedaan konsep disain teknik konvensional dengan pendekatan fracture mechanics. Memahami definisi kegagalan, metodologi, teknik analisis serta fracture mechanics dalam analisis	1-4
2	Kekuatan, Deformasi dan Kriteria Kegagalan	Deformasi elastik, deformasi plastik, dislokasi, tegangan dan regangan, kriteria Tresca, Von-Mises	Memahami deformasi, kekuatan, dan kriteria kegagalan logam	1-4
3	Cacat dan pengaruhnya, Kekuatan Kohesif dan Aktual	Jenis cacat (cacat manufaktur, cacat serpis), takikan, konsentrasi tegangan, Kekuatan kohesif, kekuatan actual, pengaruh ukuran spesimen	Mengetahui jenis cacat serta pengaruhnya dalam kegagalan. Memahami kekuatan kohesif dan kekuatan actual material	1-4
4	Konsentrasi Tegangan	Bentuk dan ukuran cacat, teori Griffith, takikan dan desain, pendekatan Orowan,	Mengetahui dan memahami pengaruh takikan atau cacat	1-4
5	Mekanisme Patahan dan Pertumbuhan Retak	Patah getas, patah ulet, patah akibat fatik dan pengaruh lingkungan	Mengetahui modus patahan dan karakteristik umumnya	1-4
6	Linier Elastic Fracture Mechanics (LEFM)	Faktor intensitas tegangan, modulus retakan, factor intensitas tegangan untuk beberapa geometri, teknik superposisi, konsep similitude, kontraksi pada ujung retakan, tegangan bidang, regangan bidang, nilai kritis factor intensitas tegangan, criteria retakan, pengendalian retakan, pengujian LEFM	Mengetahui dan memahami mekanika retakan melalui pendekatan medan tegangan elastic serta lingkup linier elastic fracture mechanics	1-4
7	Zona Plastis di Ujung Retakan	Pendekatan pertama, pendekatan Irwin, pendekatan Dugdale, bentuk zona plastis	Mengetahui dan memahami peranan zona plastis terhadap perambatan retakan	1-4
8	Penjalaran Retak Lelah	Cyclic loading dan penjalaran retak, Paris law, pengaruh R pada kurva penjalaran retak, prediksi umur lelah.	Memahami perambatan retak akibat fatik dan kurva perambatan retak lelah	1-4
9	Pengujian Linier Elastic Fracture Mechanics	CT specimen, SENB specimen, uji penentuan nilai $K_{IC}$ , fatigue crack growth test. Pembahasan berbagai standar ASTM yang relevan.	Mengerti perencanaan dan pelaksanaan pengujian fracture mechanics menurut standar internasional	1-4
10	UTS			
11	Pendahuluan Elastic Plastic Fracture Mechanics (EPFM), Parameter J integral, $J_{IC}$ , dan CTOD sebagai Kriteria Disain	Keterbatasan LEFM, deformasi elastis – plastis, fracture beyond general yield. Konsep dasar J, JIC dan CTOD, Penggunaan parameter EPFM pada disain	Mengetahui perbedaan EPFM dengan LEFM. Memahami parameter J integral, $J_{IC}$ , dan CTOD sebagai kriteria disain	1-4
12	Remaining Strength dan Failure Analysis Diagram	Kalkulasi kekuatan material akibat adanya cacat, estimasi kemampuan menerima beban operasi	Mampu menghitung remaining strength dan mengkonstruksi failure diagram	1-4
13	Konsep Damage Tolerance	Asumsi cacat (flaw), perencanaan inspeksi,	Mengerti konsep damage tolerance design	1-4

<b>Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB</b>	<b>Kur2013-Teknik Metalurgi</b>	<b>Halaman 71 dari 79</b>
Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB Dokumen ini adalah milik Program Studi Teknik Metalurgi - ITB. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan MG-ITB.		

<i>Mg#</i>	<i>Topik</i>	<i>Sub Topik</i>	<i>Capaian Belajar Mahasiswa</i>	<i>Sumber Materi</i>
	Design (Fitness for Purposes/Services)	Risk Based Inspection RBD, estimasi kemampuan material menerima beban operasi	(Fitness for Purposes/Services)	
14	Remaining Life Assessment (RLA)	Konsep dasar RLA, penentuan RLA untuk material dengan cacat	Mampu menghitung Remaining Life Assessment (RLA)	1-4
15	Struktur Mikro dan Ketangguhan terhadap Retakan	Konsep dasar memperbaiki ketangguhan, pengurangan atau meminimalkan retak (struktur butiran, tekstur, distribusi fasa kedua, inklusi, laminasi), energy absorption intrinsic (memaksimalkan deformasi plastis, struktur kristal), energy absorption extrinsic (crack deflection, zone shielding, dan contact shielding)	Mampu dan memahami cara mendesain bahan yang memiliki ketangguhan terhadap retakan yang tinggi	1-4
16	Industrial Case Study, Tugas paper dan Tugas presentasi	Real problem di Industri, pipa, pipeline, pressure vessel, konstruksi sipil, komponen mesin	Mengetahui dan mampu mengkaji kasus-kasus riil di Industri	1-4
17	UAS			



<b>Kode Matakuliah:</b> MG 4015	<b>Bobot sks:</b> 2 SKS	<b>Semester:</b> Genjil/Genap	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Pilihan
<b>Nama Matakuliah</b>	Metalurgi Serbuk Powder Metallurgy			
<b>Silabus Ringkas</b>	Pembahasan teknik pembuatan produk metalurgi serbuk dengan karakteristiknya Description of powder metallurgy (P/M) production and its characteristic			
<b>Silabus Lengkap</b>	Teknik fabrikasi serbuk, karakterisasi dan analisisnya. Pencampuran serbuk dan kompaksi dalam bentuk produk. Sintering, difusi selama sintering, dan model penyusutan linier. Berbagai teknik pengembangan sintering dan produk industri P/M Powder fabrication technology, its characteristic and analysis. Powder mixing, compaction of P/M product. Sintering, diffusion during sintering, and linear shrinkage model. Various sintering development and P/M industry product.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa memahami teknik pembuatan produk komponen logam melalui jalur metalurgi serbuk.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	MG 2114 Kekuatan Material MG 2216 Metalurgi Fisika			
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Tugas-tugas, survey website, dan presentasi.			
<b>Pustaka</b>	1. German, R.M., Powder Metallurgy Science, MPIF, Princeton, 1994 2. German, R.M., Sintering Theory and Practice, John Wiley, 1996. 3. ASM-Metal Handbook, Powder Metallurgy, ASM-International, 10-Ed., 2000.			
<b>Panduan Penilaian</b>	Tugas-tugas (20%); UTS (49%); UAS (40%)			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pengantar Kuliah	Jadwal & Penilaian Silabus dan Pokok Bahasan	Memahami jadwal, ruang lingkup, dan penilaian akhir	1
2	Preparasi Serbuk (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teknologi fabrikasi serbuk</li> <li>▪ Peralatan fabrikasi</li> </ul>	Memahami berbagai teknik pembuatan serbuk	1
3	Preparasi Serbuk (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Analisis distribusi ukuran</li> <li>▪ Model powder mixing</li> </ul>	Memahami teknik pembentukan <i>green-compact</i> dan karakteristiknya.	1
4	Powder-mixing (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Single vs. double acting kompaksi</li> <li>▪ Analisis <i>packing-density</i></li> </ul>	Memahami metoda karakterisasi serbuk dan <i>packing-density</i>	1
5	Powder-mixing (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Model distribusi tekanan</li> <li>▪ Analisis serbuk kompak</li> </ul>	Memahami trend perubahan fungsi <i>packing-density</i>	1
6	Kompaksi Serbuk	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Densitas teoritis</li> <li>▪ Rheologi kompaksi</li> <li>▪ Densifikasi</li> </ul>	Memahami distribusi densitas dan efeknya terhadap partikel packing	1
7	Review produk P/M	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contoh dan fungsi produk P/M</li> <li>▪ Karakteristik produk</li> </ul>	Memahami berbagai komposisi paduan P/M dan keunggulannya.	1
8	<b>UJIAN TENGAH SEMESTER</b>			
9	Teori Sintering (1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peralatan sintering</li> <li>▪ Tahapan solid-state sintering</li> </ul>	Memahami teknik sintering dan mekanisme difusinya	1,2
10	Teori Sintering (2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mekanisme sintering (1)</li> <li>▪ Analisis produk sinter</li> </ul>	Memahami kinetika sintering dan efek berbagai variable	1,2
11	Teori Sintering (3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mekanisme sintering (2)</li> <li>▪ Pengukuran penyusutan</li> </ul>	Memahami mekanisme difusi dalam sintering.	1,2
12	Multikomponen Sintering	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sintering multipartikel</li> <li>▪ Model multikomponen</li> </ul>	Memahami sintering dengan pembentukan senyawa paduan	1,2
13	Liquid-phase sintering	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Konsep infiltrasi sintering</li> <li>▪ Struktur mikro P/M</li> </ul>	Memahami sintering dengan media kontak infiltrasi logam cair	1,2
14	Produk Sintering	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Metoda produksi P/M di industri</li> <li>▪ Spesifikasi produk P/M</li> </ul>	Memahami berbagai produk industri P/M	1,2
15	Novel teknologi P/M	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Arah pengembangan P/M</li> <li>▪ Review materi kuliah</li> </ul>	Memahami perkembangan mutakhir industri P/M	1,2,3
16	<b>UJIAN AKHIR SEMESTER</b>			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 4016	<b>Bobot sks:</b> 2 SKS	<b>Semester:</b> Ganjil/Genap	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat::</b> Pilihan
<b>Nama Mata Kuliah</b>	Analisis Kegagalan Logam			
	Metallurgical Failure Analysis			
<b>Silabus Ringkas</b>	Pembahasan prosedur penentuan berbagai jenis kegagalan logam dan rekomendasi pencegahannya			
	Description of determination procedure for various metal failure and preventive recommendation			
<b>Silabus Lengkap</b>	Tipe-tipe dan mekanisme kerusakan/kegagalan fungsi komponen logam. Analisis struktur mikro dan morfologi patahan. Metoda pemeriksaan/pengujian tak merusak. Prosedur analisis kerusakan, penyebab kegagalan fungsi, dan rekomendasi mengatasi/pencegahan kerusakan. Remaining life assessment dan analisis toleransi damage. Workshop/studi kasus kegagalan fungsi komponen industri.			
	Types and mechanism of component functional failure. Microstructure and morphology analysis of fracture. Non destructive test and analysis. Procedure for comprehensive failure analysis root cause analysis of failure, and recommendation for failure prevention. Remaining life assessment and damage tolerance analysis. Workshop on functional component failure from industrial real cases.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa mampu melakukan analisis penentuan kegagalan fungsi suatu komponen logam dan memberikan rekomendasi pencegahannya			
<b>Mata Kuliah Terkait</b>	1. MG 2216 Metalurgi Fisika	Prerequisite		
	2. MG 4014 Mekanika Retakan & Fatik	Corequisite		
	3. Metalurgi Mekanik	Corequisite		
	4. NDT	Corequisite		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Responsi, tugas			
<b>Pustaka</b>	1. Metal Handbook, vol. 10, Failure Analysis and Prevention, ASM International, Metals Park, Ohio, 1990.			
	2. Colangelo, V.J., Analysis of Metallurgical Failure, John Wiley & Sons, 1974.			
	3. TMS-AIME, Analyzing Failures : The Problems and Solutions , Conference Proceeding, Salt Lake City, USA, 1985			
	4. Jones, D.A., Principles and Prevention of Corrosion, Macmillan Publishing Co., New York, 1992.			
	5. Technique on Failure Analysis, Met. Class Note, The Univ. of Utah, USA, 1989.			
<b>Panduan Penilaian</b>	UTS : 40% UAS : 40% Tugas : 20%			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	Silabus, ruang lingkup kuliah dan penilaian		(1), (2), (3)
2	Prosedur dan Check-list analisis failure	<ul style="list-style-type: none"> <li>Langkah-langkah analisis lengkap</li> <li>Alternatif berbagai penyebab kerusakan/kegagalan : material vs. desain teknik</li> </ul>	Memahami tahapan analisis kerusakan logam dan kegagalan fungsi komponen.	(1), (2), (3)
3	Kekuatan logam dan tegangan kerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>kekuatan lokal</li> <li>distribusi tegangan elastik pada berbagai tegangan kerja</li> </ul>	Memahami karakteristik failure logam dan komponen.	(1), (2), (3)
4		<ul style="list-style-type: none"> <li>teori weakest-link</li> <li>ketangguhan retak material</li> </ul>		(1), (2), (3)
5	Jenis-jenis kerusakan/kegagalan pada logam dan identifikasinya	<ul style="list-style-type: none"> <li>brittle failure</li> <li>ductile failure</li> <li>distorsion failure</li> </ul>	Memahami berbagai jenis dan karakteristik kerusakan/kegagalan logam.	(1), (2), (3)
6		<ul style="list-style-type: none"> <li>fatik</li> <li>penggetasan (embrittlement)</li> </ul>	Memahami berbagai jenis dan karakteristik kerusakan/kegagalan logam.	(1), (2), (3)
7		<ul style="list-style-type: none"> <li>korosi retak tegang</li> <li>korosi fatik</li> <li>erosi/keausan/fretting</li> </ul>	Memahami berbagai jenis dan karakteristik kerusakan/kegagalan logam.	(1), (2), (3)
8	<b>Ujian Tengah Semester</b>			
9	Fraktografi patahan logam dan SEM	<ul style="list-style-type: none"> <li>patahan antar butir dan lintas butir</li> <li>chevron marking</li> <li>beach marking</li> </ul>	Memahami karakteristik penampakan makro patahan logam (fraktografi)	(1), (4), (5)
10		<ul style="list-style-type: none"> <li>streaks</li> <li>river marking</li> <li>inklusi, fish-scale</li> </ul>	Memahami karakteristik penampakan makro patahan logam (fraktografi)	(1), (4), (5)
11		Hubungan fraktografi dengan intensitas beban	Memahami karakteristik penampakan makro patahan logam (fraktografi)	(1), (4), (5)
12	Workshop analisis kerusakan logam & kegagalan fungsi komponen	<ul style="list-style-type: none"> <li>observasi lapangan dan pengambilan foto, spesimen, dan spesifikasi desain teknis</li> </ul>	Melatih melakukan investigasi suatu kasus kegagalan dan menyusun laporan hasil analisis.	(1), (4), (5)
13		<ul style="list-style-type: none"> <li>analisis dan pengujian spesimen</li> </ul>	Melatih melakukan investigasi suatu kasus kegagalan dan	(1), (4), (5)

<i>Mg#</i>	<i>Topik</i>	<i>Sub Topik</i>	<i>Capaian Belajar Mahasiswa</i>	<i>Sumber Materi</i>
			menyusun laporan hasil analisis.	
14		<ul style="list-style-type: none"> <li>penyusunan laporan investigasi hingga kesimpulan dan rekomendasi</li> </ul>	Melatih melakukan investigasi suatu kasus kegagalan dan menyusun laporan hasil analisis.	(1), (4), (5)
15	Ringkasan kuliah dan materi UAS	Pengumpulan laporan studi kasus.	Melatih melakukan investigasi suatu kasus kegagalan dan menyusun laporan hasil analisis.	(1), (4), (5)
16	Ujian Akhir Semester			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 4017	<b>Bobot sks:</b> 2 SKS	<b>Semester:</b> Ganjil/Genap	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Pilihan
<b>Nama Mata Kuliah</b>	Metalurgi Pengelasan Welding Metallurgy			
<b>Silabus Ringkas</b>	<p>Pengertian dasar pengelasan, fusion welding, absorpsi gas, komposisi lasan, variabel proses, siklus termal lasan, tegangan sisa lasan, pembekuan lasan, geometri, pertumbuhan kristal dan segregasi, transformasi fasa, prediksi struktur mikro, jenis, penyebab dan pencegahan retakan dan patahan, mampu las, pengujian, aplikasi dan studi kasus.</p> <p>The principles of metal welding, fusion welding, gas absorption, welding composition, process variables, thermal cycles, residual stresses, solidification, its geometry, crystal growth and segregation, phase transformations, microstructural prediction, the types, causes and prevention of welds cracks, weldability, testing, applications and case studies.</p>			
<b>Silabus Lengkap</b>	<p>Pengertian dasar pengelasan logam, meliputi : fusion welding, absorpsi gas, komposisi lasan, variabel proses, siklus termal lasan, tegangan sisa lasan, pembekuan lasan, geometri, pertumbuhan kristal dan segregasi, transformasi fasa pada lasan dan HAZ selama pendinginan, prediksi struktur mikro lasan, jenis, penyebab dan pencegahan retakan dan patahan pada lasan, mampu las pada berbagai baja tahan karat, pengelasan logam berbeda pada baja tahan karat, pengujian, aplikasi dan studi kasus.</p> <p>The principles of metal welding covering fusion welding, gas absorption, welding composition, process variables, thermal cycles of welds, residual stresses in welds, solidification of weld, its geometry, crystal growth and segregation, phase transformations in welds and HAZ during cooling, microstructural prediction of welds, the types, causes and prevention of welds cracks, weldability of various steels, welding of dissimilar metals in stainless steels, testing, applications and case studies.</p>			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa mendapat pengetahuan yang memadai untuk dapat digunakan dalam pendidikan lanjutan, menjalankan pekerjaan dan penelitian yang berhubungan dengan proses pengelasan logam dan paduan-paduan logam.			
<b>Mata Kuliah Terkait</b>	1. MG 2216 Metalurgi Fisika	Prerequisite		
	2. MG 3113 Transformasi Fasa dan Perlakuan Panas	Prerequisite		
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Tugas, praktikum			
<b>Pustaka</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Easterling, K., Introduction to the Physical Metallurgy of Welding, Butterworths, 1983.</li> <li>Lippold, J.C., and Kotechi, D.J., Welding Metallurgy and Weldability of Stainless Steels, Wiley-Interscience, 2005.</li> <li>Lancaster, J.F., Metallurgy of Welding, George Allen &amp; Unwin, fourth edition, 1987.</li> <li>Olson, D.L., et al., Welding, Brazing and Soldering, Metals Handbook, American Society for Metals, ASM International, 1998.</li> <li>Ador Welding Limited, Modern Arc Welding Technology, Oxford &amp; IBH Publishing Co. Ltd, 2005.</li> </ol>			
<b>Panduan Penilaian</b>	Penilaian didasarkan pada 4 (empat) jenis assessment, yaitu ujian tengah semester (UTS), ujian akhir (UAS), tugas mandiri dan tugas praktikum. Bobot dari masing-masing assessment ini adalah 25%, 25%, 10% dan 40%.			
<b>Catatan Tambahan</b>	Praktikum dilakukan berdasarkan kelompok yang terdiri dari 3 orang/kelompok. Namun demikian, tugas penulisan praktikum dilakukan oleh masing-masing mahasiswa menggunakan data dari kelompoknya masing-masing.			

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1.	Pendahuluan	Sejarah ilmu dan teknologi penyambungan dan pengelasan kaitannya dengan proses produksi di industri manufaktur dan pentingnya dalam rekayasa.	Memberikan pemahaman kpd mhs mengenai sejarah dan peran ilmu dan teknologi penyambungan dan pengelasan dalam peradaban manusia.	1,2,3,4, 5
2.	Proses dan jenis sambungan	Proses pengelasan logam secara umum, fusion welding, variabel proses	Mahasiswa mengerti proses pengelasan logam secara umum, fusion welding, variabel proses	1,2,3,4,5
3.	Klasifikasi proses pengelasan dan aliran massa dan panas dalam lasan	Flux-shielded arc welding, Gas-shielded arc welding, plasma, electron beam, intensitas sumber panas, kecepatan input panas, jenis sambungan. Siklus termal lasan, aliran panas, siklus termal logam dasar.	Mahasiswa mengerti klasifikasi proses pengelasan serta memahami siklus termal lasan, aliran panas, siklus termal logam dasar.	1,2,3,4,5
4.	Aspek metalurgi pada lasan baja karbon	Reaksi gas dan logam, reaksi dengan slag atau flux, pengaruh lingkungan (atmosfir). Pembekuan kampuh lasan (weld pool), pengaruh kecepatan pengelasan dan pendinginan, kontraksi dan tegangan sisa	Mahasiswa mengerti reaksi gas dan logam, reaksi dengan slag atau flux, pengaruh lingkungan (atmosfir). Mahasiswa mengerti pembekuan kampuh lasan (weld pool), pengaruh kecepatan pengelasan dan pendinginan, kontraksi dan tegangan sisa.	1,2,3,4,5
5.	Aspek metalurgi pada lasan baja karbon	Transformasi fasa yang terjadi selama proses pengelasan, pengaruh karbon, unsur padu, pengaruh terhadap sifat mekanis dan korosi. Perubahan struktur mikro pada HAZ, perlakuan panas pasca pengelasan.	Mahasiswa mengerti transformasi fasa yang terjadi selama proses pengelasan, pengaruh karbon, unsur padu, pengaruh terhadap sifat mekanis dan korosi. Mahasiswa mengerti perubahan struktur mikro pada HAZ, perlakuan panas pasca pengelasan.	1,2,3,4,5
6.	Retakan dan patahan pada lasan	Solidification cracking, liquation cracking, lamellar tearing, cold cracking, reheat cracking	Mahasiswa mengerti solidification cracking, liquation cracking, lamellar tearing, cold cracking, reheat cracking	1,2,3,4,5
7.	Diagram untuk sistem baja tahan karat	Diagram Schaeffler, DeLong, diagram WRC, sistem paduan austenitik-martensitik, sistem paduan feritik martensitik.	Mahasiswa mengerti diagram Schaeffler, DeLong, diagram WRC, sistem paduan austenitik-martensitik, sistem paduan feritik martensitik	1,2,3,4,5
8.	UTS	UTS	UTS	1
9.	Aspek metalurgi pada pengelasan baja tahan karat martensitik dan feritik. Latihan praktek ke 1.	Pembekuan, evolusi struktur mikro, sifat mekanis, sifat korosi, perlakuan panas pasca pengelasan. Latihan praktek pengelasan logam ke 1. Penjelasan tatacara/SOP praktikum, peralatan pengelasan, cara-cara pengelasan, persiapan sample, pengambilan dan pengamatan sample.	Mahasiswa mengerti pembekuan, evolusi struktur mikro, sifat mekanis, sifat korosi, perlakuan panas pasca pengelasan. Mahasiswa mulai mengenal peralatan las.	1,2,3,4,5
10.	Aspek metalurgi pada pengelasan baja tahan karat austenitik dan duplek.	Pembekuan, evolusi struktur mikro, sifat mekanis, sifat korosi, perlakuan panas pasca pengelasan.	Mahasiswa mengerti pembekuan, evolusi struktur mikro, sifat mekanis, sifat korosi, perlakuan panas pasca pengelasan	1,2,3,4,5
11.	Aspek metalurgi pada pengelasan	Pembekuan, evolusi struktur mikro, sifat	Mahasiswa mengerti pembekuan, evolusi struktur	1,2,3,4,5

**Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB**      **Kur2013-Teknik Metalurgi**      **Halaman 76 dari 79**

Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB

Dokumen ini adalah milik Program Studi Teknik Metalurgi - ITB.

Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan MG-ITB.

<i>Mg#</i>	<i>Topik</i>	<i>Sub Topik</i>	<i>Capaian Belajar Mahasiswa</i>	<i>Sumber Materi</i>
	baja tahan karat PH dan uji mampulas. Studi kasus. Latihan pengelasan ke 2.	mekanis, sifat korosi, perlakuan panas pasca pengelasan. The Allexander Kielland disaster. Latihan praktek pengelasan logam ke 2. Penjelasan pengambilan, pengamatan dan pengujian sample.	mikro, sifat mekanis, sifat korosi, perlakuan panas pasca pengelasan. Mahasiswa mengerti permasalahan, latar belakang dan hasil analisis dan evaluasi terhadap kecelakaan yang terjadi di platform Alexander L. Kielland. Mahasiswa semakin mengenal peralatan las dan cara pengelasan serta cara-cara pengambilan, pengamatan dan pengujian sample.	
12.	Penjelasan praktikum dan praktikum.	Penjelasan tatacara/SOP praktikum . Praktikum penyambungan 2 atau 3 jenis baja (baja karbon rendah, baja karbon sedang dan baja tahan karat austenitik) menggunakan las listrik dan las asetilen dengan variable proses yang berbeda.	Mahasiswa mampu melakukan praktek pengelasan berbagai baja menggunakan las listrik dan las asetilen.	Handout
13.	Praktikum	Praktikum penyambungan 2 atau 3 jenis baja (baja karbon rendah, baja karbon sedang dan baja tahan karat austenitik) menggunakan las listrik dan las asetilen dengan variable proses yang berbeda (lanjutan).	Mahasiswa mampu melakukan praktek pengelasan berbagai baja menggunakan las listrik dan las asetilen (lanjutan).	Handout
14.	Praktikum	Pengambilan sampel pengamatan metalografi dan pengujian kekerasan/kekuatan	Mahasiswa mampu melakukan pengujian kualitas lasan serta menganalisisnya.	Handout
15.	Diskusi	Diskusi hasil praktikum dan persiapan pembuatan laporan praktikum.	Mahasiswa dapat membuat laporan hasil praktek dengan baik.	Handout
16.			UAS	

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 4019	<b>Bobot sks:</b> 3 SKS	<b>Semester:</b> <i>Ganjil/Genap</i>	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Pilihan
<b>Nama Matakuliah</b>	Metalurgi Logam Jarang Rare Earth Metal Metallurgy			
<b>Silabus Ringkas</b>	Pembahasan proses pengolahan dan pemurnian logam jarang dengan karakteristiknya Description of rare earth metal processing and refining with its characteristic			
<b>Silabus Lengkap</b>	Sebaran logam jarang di dunia, karakteristik dan aplikasi setiap tipe logam jarang, proses reduksi menjadi logam oksida, proses pengolahan dan pemurnian logam jarang dan paduan-paduannya. Distribution of rare metals in the world, the characteristics and applications of each type of rare metal, a metal oxide reduction process, processing and refining of rare metals and alloys-alloys.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa memahami sumber daya dan proses pengolahan-pemurnian logam jarang hingga aplikasinya di dunia.			
<b>Matakuliah Terkait</b>	MG 2213 Pengolahan Mineral			
	MG 2216 Metalurgi Fisika			
	MG 31121 Pirometalurgi			
	MG 3214 Hidro-elektrometalurgi			
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Tugas-tugas, survey website, dan presentasi.			
<b>Pustaka</b>	1. C. K. Gupta and N. Krishnamurthy, Extractive Metallurgy of Rare Earths, CRC Press, 2005			
<b>Panduan Penilaian</b>	Tugas (15%), UTS (40%); UAS (45%)			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	Silabus, pokok bahasan dan penilaian	Memahami ruang lingkup kuliah	1
2	Karakteristik (1)	Perkembangan elemen tanah jarang, sumber daya dan sebarannya di dunia	Memahami urutan penemuan elemen tanah jarang, jenis endapan, mineral dan sebarannya.	1
3	Karakteristik (2)	Karakteristik, reaktivitas dan aplikasi	Memahami karakteristik, reaktivitas dan aplikasi logam jarang di bidang metalurgi.	1
4	Proses pengolahan (1)	Proses penambangan. Proses pengolahan fisik.	Memahami proses awal pengolahan logam jarang mulai dari penambangan hingga pengolahan fisik.	1
5	Proses pengolahan (2)	Proses pengolahan kimia. Proses pemisahan	Memahami proses pengolahan kimia dan pemisahan.	1
6	Proses reduksi (1)	Preparasi dan reduksi logam jarang tipe klorida. Preparasi dan reduksi logam jarang tipe Fluorida.	Memahami preparasi dan reduksi logam jarang untuk tipe klorida dan fluorida.	1
7	Proses reduksi (2)	Preparasi dan reduksi logam jarang tipe oksida. Proses reduksi terkini.	Memahami preparasi dan reduksi logam jarang untuk tipe klorida dan teknologi reduksi yang terbaru.	1
8	UJIAN TENGAH SEMESTER			
9	Proses reduksi (3)	Produksi logam jarang dengan jalur elektrolisis. Recovery logam jarang sebagai paduan.	Memahami proses produksi logam jarang dengan proses elektrolisis dan recovery-nya dalam bentuk paduan.	1
10	Proses Pemurnian (1)	Tipe Pengotor. Teknologi pyrovacuum. Electrorefining.	Memahami jenis-jenis pengotor dan metode penghilangannya dengan teknologi pyrovacuum dan electrorefining	1
11	Proses Pemurnian (2)	Zone refining. Solid-state electrotransport.	Memahami penghilangan pengotor dengan metode zone refining dan solid-state electrotransport.	1
12	Proses Pemurnian (3)	Iodide refining. Teknologi pemurnian lainnya.	Memahami penghilangan pengotor dengan metode iodide refining dan teknologi-teknologi terbaru.	1
13	Paduan logam jarang (1)	Silicon-Iron alloys. Magnesium-Silicon alloys.	Memahami karakteristik dan proses pengolahan paduan silicon-iron dan paduan magnesium-silicon.	1
14	Paduan logam jarang (2)	Aluminium-Zinc alloys. Yttrium-Aluminium alloys.	Memahami karakteristik dan proses pengolahan paduan Aluminium-Zinc dan paduan Yttrium-Aluminium.	1
15	Ringkasan kuliah & materi UAS	Evaluasi contoh soal bid. metalurgi dan kisi uas.	Mereview materi-materi yang akan diujikan	1
16	UJIAN AKHIR SEMESTER			

<b>Kode Matakuliah:</b> MG 4018	<b>Bobot sks:</b> 2 SKS	<b>Semester:</b> <i>Ganjil/Genap</i>	<b>KK / Unit Penanggung Jawab:</b> Teknik Metalurgi	<b>Sifat:</b> Pilihan
<b>Nama Matakuliah</b>	Rekayasa Keramik Ceramic Engineering			
<b>Silabus Ringkas</b>	Pembahasan aspek-aspek keramik tradisional dan maju (advanced), analisis dari bahan baku hingga kendali fungsinya. Description of conventional and advanced ceramic, analysis from raw material to functional control.			
<b>Silabus Lengkap</b>	Diskripsi keramik konvensional dan keramik maju. Struktur bahan keramik dan hubungannya dengan sifat-sifat kimia, biologi, mekanik, termal, optik, elektrik, magnetik, dan nuklir. Proses produksi dan contoh produk keramik ubin. Aplikasi diagram fasa ternary, mobilitas elektronik & ionik, serta nir-stokimetri dalam keramik. Pembahasan aplikasi sifat-sifat utama keramik maju. Description of conventional ceramic and advanced ceramic. Ceramic structure and its relationship with chemical, biology, mechanical, thermal, optical, electrical, and nuclear function. Production process and variation of ceramic tile product. Applications of ternary phase diagram to ceramic systems, electronic and ionic conductance, and also nir-stoichiometry in ceramic. Discussion on various applications of advanced ceramic.			
<b>Luaran (Outcomes)</b>	Mahasiswa memahami berbagai jenis keramik konvensional dan advanced, serta metode fabrikasinya			
<b>Matakuliah Terkait</b>	KI 2142 Kimia Fisika MG 3211 Karakterisasi Bahan MG 2216 Metalurgi Fisik			
<b>Kegiatan Penunjang</b>	Tugas-tugas dan presentasi website			
<b>Pustaka</b>	1. Callister, W.D., Materials Science & Engineering : An Introduction, John Wiley & Sons, 8 <sup>th</sup> Ed., 2010. 2. Borschum, Fundamental of Ceramic Engineering, McGraw-Hill, 1996 3. Richerson, D., Modern Ceramics Engineering, John Wiley & Sons, 1989 4. Kingery, Bowen, and Uhlman, Introduction to Ceramics, John Wiley, 2 <sup>nd</sup> Ed., New York, 1976. 5. Reed, J.S., Principles of Ceramics Processing, John Wiley & Sons, 1989.			
<b>Panduan Penilaian</b>	Tugas (20%); UTS (40%); UAS (40%)			
<b>Catatan Tambahan</b>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	Silabus, pokok bahasan dan penilaian	Memahami ruang lingkup dan penilaian akhir.	1
2	Struktur & Ikatan Atom	Jenis, karakteristik, dan struktur atom/molekul	Memahami struktur atom keramik	1,2
3	Bahan baku keramik	Preparasi & pengolahan, persyaratan bahan baku	Memahami bahan baku keramik	1,2,5
4	Keramik Tradisional (1)	Komponen & karakteristik badan keramik & glasir.	Memahami komponen mineral dalam keramik tradisional	1,2
5	Keramik Tradisional (2)	Fungsi mineral dalam proses fabrikasi dan pengujian keramik	Memahami fungsi komponen mineral dalam proses produksi	1,2
6	Karakteristik Keramik (1)	Struktur bahan dan berbagai fungsi maju	Memahami perubahan fasa dan fungsi keramik	1,2,4
7	Karakteristik Keramik (2)	Pengujian produk & cacat-cacat glasir.	Memahami berbagai uji kualitas dan cacat lapisan glasir.	1,2,4
8	<b>UJIAN TENGAH SEMESTER</b>			
9	Dasar-dasar Keramik Maju	Fungsi & aplikasi berbagai keramik maju. Tahapan proses fabrikasi.	Memahami berbagai jenis dan fungsi keramik maju dalam aplikasi teknologi.	1,2
10	Fabrikasi Keramik Maju (1)	Kompaksi & proses sintering (1)	Memahami pembentukan <i>green-compact</i> & sintering.	1,2,4
11	Fabrikasi Keramik Maju (2)	Kompaksi & proses sintering (2)	Memahami pembentukan <i>green-compact</i> & sintering.	1,2,4
12	Fungsi Keramik Maju (1)	Reaksi defect dan efek doping (1)	Memahami kreasi fungsi keramik maju	1,2
13	Fungsi Keramik Maju (2)	Reaksi defect dan efek doping (2)	Memahami kendali fungsi dan aplikasi keramik maju.	1,2
14	Ketangguhan-Retak	Transformasi toughening dalam system zirconia	Memahami mekanisme peningkatan ketangguhan-retak.	1,2,3
15	Fungsi PSZ	Peran stabilisasi zirconia	Memahami fungsi PSZ untuk berbagai aplikasi : komposit, SOFC.	1,2,3
16	<b>UJIAN AKHIR SEMESTER</b>			

<b>Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB</b>	<b>Kur2013-Teknik Metalurgi</b>	<b>Halaman 79 dari 79</b>
Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB Dokumen ini adalah milik Program Studi Teknik Metalurgi - ITB. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan MG-ITB.		