


Dokumen Kurikulum 2013-2018
Program Studi : Teknik Panas Bumi
Lampiran I

Fakultas Teknologi Pertambangan dan Perminyakan
Institut Teknologi Bandung

	Bidang Akademik dan Kemahasiswaan	Kode Dokumen		Total Halaman
		Kur2013-S2-PB		71
	Institut Teknologi Bandung	Versi 2	Revisi 4	31-07-2013

KURIKULUM ITB 2013-2018 – PROGRAM MAGISTER
Program Studi Teknik Panas Bumi
Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan

1. PB5001 Sistem dan Teknologi Geotermal

Kode Matakuliah: PB5001	Bobot sks: 3 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Geologi Terapan/FITB, KK Ilmu dan Teknik Geofisika/FTTM, KK Teknik Reservoir FTTM	Sifat: Wajib Prodi/Jalur Eksplorasi dan Rekayasa Geotermal
Nama Matakuliah	Sistem dan Teknologi Geotermal Geothermal System & Technology			
Silabus Ringkas	Karakteristik dan jenis sistem geotermal, sifat batuan dan fluida, lingkup kegiatan dari proyek geotermal, tinjauan singkat kegiatan eksplorasi, eksplorasi pendahuluan, eksplorasi rinci, teknik reservoir, pemboran, produksi dan pemanfaatan geotermal. Characteristics and types of geothermal system, properties of geothermal fluids, scope of geothermal projects, introduction to geothermal exploration, reservoir engineering, drilling, production and utilisation technologies.			
Silabus Lengkap	Karakteristik dan jenis sistem geotermal, komponen utama sistem hidrotermal, jenis-jenis dan karakteristik manifestasi permukaan, model sistem geotermal, perbedaannya dengan sistem migas, daerah terdapatnya sumber daya geotermal, sifat batuan dan fluida geotermal, lingkup kegiatan dari proyek geotermal, tinjauan singkat kegiatan eksplorasi pendahuluan, eksplorasi rinci, meliputi eksplorasi geologi, geokimia, geofisika, teknik pemboran, teknik reservoir, pengujian sumur, fasilitas produksi uap, teknik produksi, pemanfaatan geotermal untuk pembangkit listrik, pemanfaatan langsung atau pemanfaatan untuk sektor non-listrik. Characteristics and types of geothermal system, main components of hydrothermal system, types and characteristics of surface manifestations, conceptual models, differences between geothermal system and petroleum system, geothermal areas, rock and fluid properties, scope of geothermal projects, overview of preliminary survey, geothermal exploration, covering geology, geochemistry and geophysical exploration, drilling and reservoir engineering, well testing, production facilities, production engineering, utilisation of geothermal energy for electricity generation, geothermal heat for direct use.			
Luaran (Outcomes)	Mahasiswa memiliki pengetahuan dan keahlian dasar yang dibutuhkan untuk penguasaan ilmu dan teknologi yang dibutuhkan untuk pelaksanaan eksplorasi, eksploitasi dan utilisasi geotermal.			
Matakuliah Terkait	PB5003 Eksplorasi Geologi Geotermal		Bersamaan	
	PB5006 Teknik Reservoir Geotermal		Bersamaan	
Kegiatan Penunjang	Ekskursi/Kuliah Lapangan, Kajian Literatur, Diskusi Kelompok			
Pustaka	1. Handbook of Geothermal Energy, Editors: Edwards, L.M., Chilingar, G.V. et al., Gulf Publishing Company, 1982, 613 pp.		Pustaka Utama	
	2. Haraldur Sigurdsson (Editors), Encyclopedia of Volcanoes, Academic Press		Pustaka Utama	
	3. DiPippo, R. (2008): Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact, Elsevier, Second Edition, 493 pp		Pustaka Utama	
	4. Hochstein, M.P., Browne, P.R.L. (2000), Surface Manifestation of Geothermal Systems With Volcanic Heat Sources, Editors: Haraldur Sigurdsson, Encyclopedia of Volcanoes, Academic Press, pp. 835-855.		Pustaka Penunjang	
	5. Proceedings World Geothermal Congress 2005, International Geothermal Association, Antalya-Turkey.		Pustaka Penunjang	
	6. Rogers G.F.C. dan Mayhew Y.R. (1980): Thermodynamic and Transport Properties of Fluids, Blackwell Publisher, Fourth Edition, 24 pp.		Pustaka Utama	
	7. Nenny Miryani Saptadji (2001): Teknik Panas Bumi, Diktat Kuliah		Pustaka Utama	
	8. Panasbumi: Energi Kini dan Masa Depan, Asosiasi Panas Bumi Indonesia – 2004, 232 hal.		Pustaka Penunjang	
	9. Ellis, A.J. and Mahon, W.A.J., 1977. Chemistry and Geothermal System. Academic Press, New York.		Pustaka Utama	
	10. Nicholson, K., 1993. Geothermal Fluids : Chemistry and Exploration Techniques. Springer-Verlag, Berlin.		Pustaka Utama	
	11. D'Sullivan M.J & McKibbin R. (1989) : Geothermal Reservoir Engineering, a Manual for Geothermal Reservoir Engineering Course at the Geothermal Institute – University of Auckland.		Pustaka Penunjang	

	12. Hochstein, M.P., 1990. <i>Classification and assessment of geothermal resources</i> . In: Dickson, M.H. and Fanelli, M., eds., <i>Small Geothermal Resources: A Guide to Development and Utilization</i> , UNITAR, New York, pp. 31—57.	Pustaka Penunjang
	13. Rybach, L. and Muffler, L.J.P., 1981, <i>Geothermal Systems, Principles and case Histories</i> , John Willey	Pustaka Penunjang
	14. Gupta, H. and Roy, S. 2006. <i>Geothermal Energy an Alternative Resource for The 21st Century</i> , Elsevier.	Pustaka Penunjang
	15. David Keith Todd, Larry W. Mays, 2004, <i>Groundwater Hydrology</i> , Willey	Pustaka Penunjang
	16. Grant, M.A., Donaldson, I.G., and Bixley, P.F., 1982, <i>Geothermal Reservoir Engineering</i> , Academic Press, first edition	Pustaka Penunjang
	17. Browne, P.R.L., 1999, <i>Hydrothermal Alteration (Lecture Note)</i> , Geothermal Institute -The University of Auckland.	Pustaka Penunjang
	18. Kenneth Wohletz dan Grant Heiken, 1992, <i>Volcanology and Geothermal Energy</i> , UC Press, Berkeley., 432 h.	Pustaka Utama
Panduan Penilaian	Penilaian didasarkan pada tugas-tugas, quiz, rangkuman hasil kajian literatur, laporan ekskusi/kuliah lapangan, UTS dan UAS, dimana bobot UTS dan UAS setara	
Catatan Tambahan	Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/telah dibahas.	

Rincian Kuliah PB5001 Sistem dan Teknologi Geotermal

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> - SAP, Sistem Penilaian, Aturan. - Pengenalan Energi Geotermal dan penggunaannya di Indonesia dan dunia 	Memahami tujuan kuliah, isi kuliah (topik bahasan tiap minggu), cara evaluasi, aturan, referensi.	SAP PB5001 Sistem dan Teknologi Geotermal
2 dan 3	Geologi dan Sistem Geotermal	<ul style="list-style-type: none"> - Tektonik Lempeng dan Keganungapian (Geodinamika bumi dan pembentukan magma, Kedudukan tektonik dan distribusi gunungapi, Komposisi magma) - Terjadinya sistem Geotermal dan berbagai macam Definisi dan terminologi. - Heat flow dan Karakteristik Sistem Geotermal, - Definisi dan terminologi. - Klasifikasi dan jenis-jenis Sistem geotermal (Geothermal vs Hydrothermal system) - Sistem geotermal di Indonesia 	<p>Mahasiswa mampu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menjelaskan struktur interior bumi dan asal magma - Membedakan berbagaimacam seting tektonik dan asosiasi gunung apinya - Membedakan berbagai macam magma dan komposisinya menjelaskan terjadinya sistem geotermal, - Menjelaskan berbagai definisi dan terminologi yang umum dalam mempelajari geotermal - menguraikan mekanisme perpindahan panas yang terjadi dari dalam ke permukaan bumi, menjelaskan heat flow dan hubungannya dengan sistem geotermal. - menguraikan jenis-jenis sistem geotermal ditinjau dari kondisi geologi, hidrologi, temperatur, fluida dan lainnya - membedakan sistem geotermal yang ada di Indonesia dan di dunia. 	<ul style="list-style-type: none"> - 1, Bab 3 - 2 Bab 1 dan 4, dan hal 817-834 - 2, Hal. 817-834. - 4, Hal. 835-855. - 13, Bab 1 dan 2 - 14, Bab 2, 3, dan 4
4	Komponen utama sistem hidrotermal 1) Sumber panas	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe, karakteristik dan tatanan tektonik - Identifikasi sumber panas dan asosiasi geotermalnya - Sumber panas pada sistem yang berasosiasi dengan vulkanisme; Geometri gunungapi, Tipe erupsi dan komposisi magma, yang mengontrolnya 	<p>Mahasiswa mampu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menjelaskan tipe dan karakteristik berbagai sumber panas suatu sistem hidrotermal, - Menunjukkan lokasi tatanan tektonik dari berbagai sumber panas sistem geotermal - Mengenali sumber panas tersebut dengan metode dan konsep yang umum - Membedakan berbagai macam gunung api berdasarkan bentuk fisiknya dan memperkirakan lokasi sumber panas - Menentukan tipe erupsi dan asosiasi magmanya dan kaitannya dengan sumber panas - Memperkirakan asosiasi sistem geotermalnya, 	<ul style="list-style-type: none"> - 2, Bab 13-31, Hal. 817-834. - 4, Hal. 835-855. - 13, Bab 1 dan 2
5	Komponen utama sistem hidrotermal 2) Resapan (Recharge) dan Luahan (discharge)	<ul style="list-style-type: none"> - Pengenalan hidrogeologi dan hidrogeologi geotermal - Daerah luahan (Discharge) dan Manifestasi geotermal di permukaan; - terjadinya manifestasi geotermal dan karakteristik kimia-fisika-mineraloginya - asosiasinya manifestasi permukaan dengan tipe geotermalnya - Daerah Resapan (Recharge); karakteristiknya, identifikasi, dan delineasi 	<p>Mahasiswa mampu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menguraikan dasar-dasar hidrogeologi regional dan lokal di geotermal - Menjelaskan proses terjadinya berbagai jenis manifestasi permukaan - Mengidentifikasi jenis manifestasi geotermal permukaan dan menjelaskan karakterisasinya, serta menunjukkan asosiasinya dengan sistem/tipe suatu sistem geotermal - Menguraikan karakteristik daerah resapan, menjelaskan arti pentingnya, dan dapat mendelineasinya 	<ul style="list-style-type: none"> - 4, Hal. 835-855 - 15, Bab 2 - 17
6	Komponen utama sistem hidrotermal 3) Reservoir dan batuan penudung (cap rock)	<ul style="list-style-type: none"> - Karakteristik fisika-kimia-mineralogi batuan dan fluida reservoir serta batuan penudung - Identifikasi dan delineasi batas reservoir 	<p>Mahasiswa mampu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - menjelaskan konsep reservoir dan batuan penudung dalam sistem geotermal, dan proses terjadinya/pengontrolnya - menguraikan karakteristik dan properti fisika-kimia-mineralogi batuan reservoir dan batuan penudung - menjelaskan parameter-parameter reservoir geotermal - mengidentifikasi dan mendelineasi secara kualitatif 	<ul style="list-style-type: none"> - 9 - 10 - 16, Bab 1 dan 2 - 17
	Sifat termodinamika uap dan air	Jenis Fluida Sifat termodinamika sebagai fungsi P dan T	Mahasiswa mampu menjelaskan jenis fluida yang terkandung dalam suatu sistem serta dapat menggunakan tabel uap untuk menentukan sifat termodinamika uap, air serta campuran uap air.	- 6

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
Ekskusi ke Lapangan Geotermal - 1				
7 Ujian Tengah Semester (UTS)				
8	Eksplorasi Geologi Geotermal : Konsep, Tujuan, Metode dan Target	- Konsep eksplorasi - Tujuan Eksplorasi - Metode dan Target Eksplorasi	Mahasiswa mampu: - Menjelaskan konsep eskplorasi geologi geotermal - menguraikan tujuan eskplorasi geologi - mengidentifikasi target eskplorasi geologi dan memilih metode eskplorasi yang sesuai. - mengumpulkan data yang termasuk hasil eskplorasi geologi - menyimpulkan hasil keluaran yang diperoleh dari eskplorasi geologi	- 3, Part One Section 2 - 1, Bab 4 - 13 Bab 3 - 14 Bab 5 - 17
	Eksplorasi Geologi geotermal: Studi kasus mulai tahapan rekonaisan hingga tahap rinci	Perencanaan Pelaksanaan Survey Pelaporan hasil Lingkup kegiatan	- Menyusun rencana eskplorasi geologi - Menjelaskan berbagai metode yang digunakan dan target yang dicari - Mengumpulkan dan mengklasifikasikan data yang diperlukan - Menyimpulkan hasil keluaran - Mempresentasikan data dan - Membuat model konseptual sederhana dalam bentuk peta dan penampang	- 3, Part One Section 2 - 1, Bab 4 - 13 Bab 3 - 14 Bab 5 - 17
9	Geokimia fluida dan batuan geotermal dan Konsep Eskplorasi Geokimia	- Dasar-dasar geokimia fluida dan batuan geotermal - Unsur volatile dalam magma - Konsep eskplorasi - Tujuan Eksplorasi - Metode dan Target Eksplorasi	Mahasiswa mampu: - Menjelaskan konsep eskplorasi geokimia geotermal - menguraikan tujuan eskplorasi geokimia - mengidentifikasi target eskplorasi geokimia dan memilih metode eskplorasi yang sesuai. - mengumpulkan dan mengklasifikasikan data hasil eskplorasi geokimia yang diperlukan - menyimpulkan hasil keluaran yang diperoleh dari eskplorasi geokimia	- 1, Bab 4 - 3, Part One Section 2 - 9 - 10 - 13 Bab 3 dan 4 - 14 Bab 5
10	Eksplorasi Geokimia geotermal : Studi kasus mulai tahapan rekonaisan hingga tahap rinci	Perencanaan Pelaksanaan Survey Pelaporan hasil Lingkup kegiatan	Mahasiswa mampu: - Menyusun rencana eskplorasi geokimia - Menjelaskan berbagai metode yang digunakan dan target yang dicari - Mengumpulkan dan mengklasifikasikan data yang diperlukan - Menyimpulkan hasil keluaran - Mempresentasikan data dan - Membuat model konseptual sederhana dalam bentuk grafik-grafik, peta dan penampang	- 1, Bab 4 - 3, Part One Section 2 - 9 - 10 - 13 Bab 3 dan 4 - 14 Bab 5
11	Properti fisika batuan dan fluida geotermal dan Konsep Eskplorasi Geofisika	- Berbagai macam properti fisika batuan dan perubahannya di lapangan geotermal - Berbagai macam properti fisika fluida geotermal - Konsep eskplorasi - Tujuan Eksplorasi - Metode dan Target Eksplorasi	Mahasiswa mampu: - Menjelaskan konsep eskplorasi geofisika geotermal - menguraikan tujuan eskplorasi geofisika - mengidentifikasi target eskplorasi geofisika dan memilih metode survey yang sesuai. - mengumpulkan dan mengklasifikasikan data hasil eskplorasi geofisika yang diperlukan - menyimpulkan hasil keluaran yang diperoleh dari eskplorasi geofisika dengan metode tertentu.	- 1, Bab 4 - 13 Bab 3 - 14 Bab 5
12	Eksplorasi Geofisika geotermal: Studi kasus tahap eskplorasi	Perencanaan Pelaksanaan Survey Data dan Peta Pelaporan hasil Lingkup kegiatan	- Menyusun rencana eskplorasi geofisika - Menjelaskan berbagai metode yang digunakan dan target yang dicari - Mengumpulkan dan mengklasifikasikan data yang diperlukan - Mengenal dan menyimpulkan anomali geofisika dari berbagai macam metode survey yang umum - Melakukan interpretasi sederhana - Membuat model konseptual sederhana dalam bentuk peta dan penampang	- 1, Bab 4 - 13 Bab 3 - 14 Bab 5
13	Model konseptual sistem geotermal dan Kajian Potensi Reservoir Sederhana	- Model Konseptual sistem geotermal pada Cinder cone dan G. Api basaltik lainnya - Model Konseptual sistem geotermal pada stratovolkano, Rhyolitic Dome	Mahasiswa mampu: - memprediksi lokasi permeabilitas dan sumber panas pada Cinder cone dan G. Api basaltik lainnya - memprediksi lokasi permeabilitas dan sumber panas pada stratovolkano, Rhyolitic Dome dan	- 12

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
		<p>dan kaldera</p> <ul style="list-style-type: none"> - Latihan membuat model konseptual berdasarkan data geosains yang ada. - Latihan memperkirakan potensi berdasarkan hilang panas alamiah - Latihan menghitung potensi reservoir secara kuantitatif sederhana 	<p>kaldera</p> <ul style="list-style-type: none"> - menggambarkan model sistem geotermal yang terdapat di beberapa lapangan geotermal - menjelaskan dasar-dasar / tinjauan kualitatif kajian reservoir - menghitung hilang panas alamiah dan menduga potensi geotermal - menghitung dengan metode kuantitatif sederhana 	
14	Teknik Eksploitasi Geotermal	<ul style="list-style-type: none"> - Dasar-dasar teknik reservoir - Dasar-dasar teknik pemboran - Dasar-dasar teknik produksi 	<p>Mahasiswa mampu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan pada tahap eksploitasi - Menjelaskan parameter-parameter reservoir yang penting dan berpengaruh terhadap aliran fluida dan aliran panas di dalam reservoir, serta aliran dari reservoir ke lubang sumur hingga ke kepala sumur - Menjelaskan peralatan utama pemboran sumur dan masing-masing fungsinya, garis besar operasi pemboran, tipe sumur, pemantauan dan pengukuran saat pemboran. - Menjelaskan jenis-jenis pengujian sumur, masing-masing tujuannya serta metodanya. - Menggambarkan kurva produksi (outcurve) dan menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhinya. 	3, 6, 7
	Diskusi dan Latihan			
	Ekskursi ke lapangan ke-2: mempelajari fasilitas produksi di lapangan dan di PLTP	<ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas produksi uap - Fasilitas PLTP 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa dapat menggambarkan fasilitas produksi di lapangan geotermal mulai dari sumur produksi hingga ke PLTP dan sumur injeksi, menggambarkan rangkaian valve di kepala sumur, - Mahasiswa mampu menjelaskan fungsi dari masing-masing valve, fungsi dari silencer, orifice plate, separator, kolam penampungan, jenis-jenis pipa alir, condensate trap/scrubber serta komponen2 di PLTP: turbin, kondensor, demister, gas extractor, cooling tower. 	3, 6, 7
15	Utilisasi Geotermal	<ul style="list-style-type: none"> - Pemanfaatan Langsung - Pemanfaatan tidak langsung 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa dapat menggambarkan secara skematis siklus konversi uap kering (dry steam cycle), uap hasil pemisahan (separated steam cycle), uap hasil pemisahan ganda (double steam cycle), multiple cycle, binary cycle, combined cycle, serta menjelaskan fungsi dari masing-masing komponen, serta contoh lapangan-lapangan yang menggunakan siklus konversi tersebut. - Mahasiswa dapat menggambarkan secara skematis teknik yang dapat digunakan untuk pemanfaatan langsung fluida geotermal antara lain untuk pengeringan beras, kopi, kopra teh dll. 	3, 6, 7
	Diskusi dan Latihan	<p>Penentuan Daya Listrik dan Penentuan Konsumsi Uap</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mampu menghitung besarnya daya listrik yang dihasilkan dari sejumlah sumur uap atau menghitung jumlah uap yang dibutuhkan oleh suatu pembangkit listrik untuk siklus uap kering dan siklus uap hasil pemisahan (separated cycle). 	
16	Ujian Akhir Semester (UAS)			

2. PB5002 Volkanologi dan Sistem Geotermal

Kode Matakuliah: PB5002	Bobot sks: 2 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Geologi Terapan/ITB,	Sifat: Pilihan /Jalur Eksplorasi Geotermal
Nama Matakuliah	Volkanologi dan Sistem Geotermal			
	Volcanology and Geothermal System			
Silabus Ringkas	Kuliah ini membahas tentang peranan gunung api dalam kaitannya dengan karakteristik sistem geotermal, yaitu dalam mengontrol distribusi sistem, lokasi potensi sumber panas, distribusi batuan reservoir dan permeabilitasnya, serta teknik pemetaan produk erupsi dalam eksplorasi geotermal.			
	This lecture discuss the role of volcano in relation with characteristic of geothermal system, that is in controlling the distribution of geothermal systems, the potential location of heat source, distribution of reservoir rock and its permeability, and technique for mapping volcanic product in geothermal exploration.			
Silabus Lengkap	Kuliah ini membahas tentang peranan gunung api dalam kaitannya dengan karakteristik sistem geotermal. Keterkaitan yang dibahas antara lain; (1) tatanan tektonik dan magmatisme/vulkanisme dalam mengontrol distribusi sistem geotermal dan potensi sumber panas (2) klasifikasi gunung api dan tipe erupsi yang membentuknya serta produk erupsi yang berperan dalam menyusun batuan reservoir serta distribusi permeabilitasnya, (3) volkanostratigrafi dan pemetaan produk gunung api dalam eksplorasi volcanic-hydrothermal system.			
	This lecture discuss the role of volcano in relation with characteristic of geothermal system. The relations discussed in this topic include: (1) Tectonic setting and magmatism/volcanism that control the distribution of geothermal system and potency of heat source (2) Classification of volcano and the eruption process which forming the volcanic landform and the eruption product that responsible in the formation of reservoir rock and its permeability (3) Volcanostratigraphy (tephrastratigraphy) and surface mapping of volcanic eruption product for exploration of volcanic-hydrothermal system			
Luaran (Outcomes)	Mahasiswa memiliki pengetahuan tentang tektonik gunung api, klasifikasi gunung api dan produk letusannya yang sangat penting dalam eksplorasi geotermal, serta keahlian dasar yang dibutuhkan untuk memetakan produk erupsi tersebut yang berguna dalam mengkarakterisasi komponen-komponen sistem geotermal.			
Matakuliah Terkait	PB5001 Sistem dan Teknologi Geotermal			Bersamaan
Kegiatan Penunjang	Ekskursion/Kuliah Lapangan, Kajian Literatur, Diskusi Kelompok			
Pustaka	1. Sigurdsson H., editor in chief, 2000, Encyclopedia of volcanoes, Academic Press			Pustaka Utama
	2. Wilson M., 2007 (reprinted), Igneous Petrogenesis, A Global Tectonic Approach, Springer			Pustaka Penunjang
	3. Cas, R.A.F., J.V. Wright, 1988, Volcanic Successions, Unwin Hyman, London, 528 hal			Pustaka Penunjang
	4. Direktorat Volkanologi, 1979, Data Dasar Gunungapi di Indonesia, 820 hal.			Pustaka Penunjang
	5. Ehlers, G.E., dan Blat, H., 1982, Petrology, W.H. Freeman and Co., San Fransisco, 732 hal.			Pustaka Penunjang
	6. Fisher, R.V., Grant Heiken, dan Jeffrey B. Hullen, 1997, Volcanoes, Princeton Univ. Press, NJ, 317 h.			Pustaka Penunjang
	7. Fisher, R.V., dan H.U. Schminke, 1984, Pyroclastic Rocks, Springer-Verlag, Berlin Heideilberg., NY, 472 h.			Pustaka Penunjang
	8. Kenneth Wohletz dan Grant Heiken, 1992, Volcanology and Geothermal Energy, UC Press, Berkeley., 432 h.			Pustaka Utama
	9. J. Mc Phee, 1987, Volcanic Texture			Pustaka Utama
	10. Sandi Stratigrafi Indonesia			Pustaka Penunjang
Panduan Penilaian	Penilaian didasarkan pada prosentase kehadiran dan keaktifan diskusi di kelas, quiz harian, tugas-tugas, rangkuman hasil kajian literatur, laporan ekskursion/kuliah lapangan, UTS, UAS tertulis serta UAS yang berupa pembuatan artikel ilmiah tetang volkanostratigrafi , dimana bobot UTS dan UAS setara			
Catatan Tambahan	Sebelum kuliah mahasiswa akan diberikan quiz tentang materi minggu sebelumnya dan materi hari tersebut, setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. UAS pembuatan artikel akan dilakukan berkelompok 2-3 orang dan direncanakan akan dikirim ke suatu seminar dalam bentuk proceeding			

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> - Perkuliahan, - Referensi - Penilaian - Topik yang dipelajari dan hasil yang diharapkan 	<p>Mahasiswa mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> - mengikuti perkuliahan dengan baik - Mencari buku referensi dan menggunakannya 	SAP
2	Tektonik Lempeng dan Kegunungapian	<ul style="list-style-type: none"> - Geodinamika bumi dan pembentukan magma - Kedudukan tektonik dan distribusi gunungapi - Komposisi magma 	<p>Mahasiswa mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menjelaskan struktur interior bumi dan asal magma - Membedakan berbagaimacam seting tektonik dan asosiasi gunung apinya - Membedakan berbagai macam magma dan komposisinya 	1 Bab 1 dan 4 2 Bab 1-2
3	Bentuk, dan struktur gunungapi serta tipe erupsinya	<ul style="list-style-type: none"> - Geometri gunungapi - Tipe erupsi dan komposisi magma yang mengontrolnya - Berbagai terminologi dan klasifikasi 	<p>Mahasiswa mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> - Membedakan berbagai macam gunung api berdasarkan bentuk fisiknya - Menentukan tipe erupsi dan asosiasi magmanya - Menggunakan terminologi yang benar 	1 Bab 13-31
4.	Unsur volatile dalam magma	<ul style="list-style-type: none"> - Definisi - Macamnya, property dan kelimpahannya - Arti pentingnya dalam erupsi 	<p>Mahasiswa mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> - menguraikan definisi, property dan sifat lainnya dari unsure volatile dalam magma - Menjelaskan kaitan erupsi dengan kehadiran volatil 	1 Bab 7
5	Produk erupsi efusif	<ul style="list-style-type: none"> - Lava flow - Lava dome - Lava fountain - Flood Basalt - Submarin Lava 	<p>Mahasiswa mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> - Membedakan berbagai macam produk letusan efusif dari karakteristik depositnya - Menjelaskan proses terbentuknya berbagai macam produk erupsi efusif dan asosiasi magmanya 	1 Bab 16-22 2 Bab 5, 10, 11 5 6
6	Produk erupsi eksplosif	<ul style="list-style-type: none"> - Pyroclastic fall - Pyroclastic surge dan blast - Ignimbrite - Lahar - Scoria - Tuff rings 	<p>Mahasiswa mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> - Membedakan berbagai macam produk letusan eksplosif dari karakteristik depositnya - Menjelaskan proses terbentuknya berbagai macam produk erupsi eksplosif 	1 Bab 32-42 5 7
7	Ekskursi Lapangan (Mengenal produk-produk erupsi eksplosif dan efusif)			
8	Ujian Tengah Semester			
9	Pemodelan erupsi	Menggunakan software Erupt3	Mahasiswa mampu memodelkan kolom stratigrafi pada pusat erupsi, lereng, kaki gunungapi dan area yang terkena pengaruh jatuhnya vulkanik	
10	Volkanostratigrafi	Prinsip dan metode dalam vulkanostratigrafi, aplikasinya dalam eksplorasi panas bumi	<p>Mahasiswa mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> - menjelaskan terminologi, prinsip dan metode vulkanostratigrafi - membuat peta satuan batuan vulkanik dari peta topografi dan citra satelit - menentukan pusat erupsi sebagai potensi heat source - Mengaplikasikan vulkanostratigrafi 	9, 10
11	Karakteristik Sistem panas bumi pada G. Api basaltic, Cinder Cone	Model Konseptual sistem panas bumi pada Cinder cone dan G. Api basaltic lainnya	<p>Mahasiswa mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> - menjelaskan karakteristik sistem panas bumi pada daerah gunung api basaltik dan cinder cone - membedakan berbagai macam sistem yang mungkin dapat ditemui - mengidentifikasi berbagai manifestasinya di permukaan - memprediksi lokasi permeabilitas dan sumber panas pada Cinder cone dan G. Api basaltik lainnya 	8 Bab 6 1 Bab 49 dan 50
12	Karakteristik Sistem panas bumi pada stratovolkano, Ryolitic Dome dan kaldera	Model Konseptual sistem panas bumi pada stratovolkano, Ryolitic Dome dan kaldera	<p>Mahasiswa mampu</p> <ul style="list-style-type: none"> - menjelaskan karakteristik sistem panas bumi pada daerah gunung api Stratovolkano, Ryolitic Dome dan Kaldera - membedakan berbagai macam sistem yang mungkin dapat ditemui - mengidentifikasi berbagai manifestasinya di permukaan 	8 Bab 4, 5,7 1 Bab 49 dan 50

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
			- memprediksi lokasi permeabilitas dan sumber panas pada stratovulkano, Rhyolitic Dome dan kaldera	
13	Pemetaan permukaan batuan vulkanik	-Prinsip -Metode	Mahasiswa mampu melakukan pemetaan batuan vulkanik di permukaan	8 Bab 3,Appendix B
14	Kuliah Tamu : Studi Kasus Pemetaan dengan Volkanostratigrafi	- Tahapan dalam pemetaan di daerah vulkanik - Teknik penentuan satuan dalam volkanostratigrafi - Implikasi volkanostratigrafi terhadap penentuan komponen-komponen sistem panas bumi	Mahasiswa mampu - menjelaskan tahap pemetaan panas bumi pada daerah gunung api - membagi litologi dalam satuan batuan volkanostratigrafi - mengidentifikasi berbagai komponen sistem panas bumi (heat source, reservoir, cap rock, cap rock) berdasarkan volkanostratigrafinya	
15	Eksplorasi geologi energi panas bumi pada daerah vulkanik	Konsep Metode dan teknik	Mahasiswa mampu menjelaskan konsep eksplorasi geologi untuk sistem panas bumi vulkanik melakukan metode dan teknik eksplorasi sederhana	8 Appendix A
16	Ujian Akhir Semester			

3. PB5003 Eksplorasi Geologi Geotermal

Kode Matakuliah: PB 5003	Bobot sks: 3 SKS	Semester: Ganjil/Genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Geologi/Terapan/FITB	Sifat: Wajib Prodi/Jalur Eksplorasi Geotermal
Nama Matakuliah	Eksplorasi Geologi Panasbumi Exploration of Geology Geothermal			
Silabus Ringkas	Kuliah ini menekankan tentang peranan geologi, geofisika dan geokimia dalam sistem panasbumi. Didahului dengan pengenalan tentang sistem panasbumi dan diakhiri dengan survei eksplorasi panasbumi. <i>This lecture points out at contributions of geology, geophysics and geochemistry on exploration of a geothermal system. It is begun with review on geothermal system and ended with exploration methods on geothermal system.</i>			
Silabus Lengkap	Kuliah ini memperkenalkan berbagai metode eksplorasi geologi, geofisika dan geokimia pada sistem panasbumi, khususnya sistem hidrotermal. - Geologi akan membahas tentang survei yang dilakukan selama eksplorasi panasbumi. Lebih lanjut akan diberikan pengetahuan tentang alterasi hidrotermal, terutama tentang mineral-mineral yang umumnya muncul pada sistem panasbumi. - Geofisika akan membahas tentang survei yang dilakukan selama eksplorasi panasbumi. Kompilasi antara anomali geofisika, sifat fisik batuan, dan kondisi geologi akan diberikan selanjutnya. - Geokimia akan membahas tentang survei yang dilakukan selama eksplorasi panasbumi. Tipe, jenis, komposisi, asal dan distribusi fluida panasbumi diberikan selanjutnya. <i>This lecture introduces various methods of geology, geophysics and geochemistry used during exploration of geothermal or hydrothermal system.</i> - Geology overviews various surveys used during geothermal exploration. Furthermore, it gives knowledge about alteration minerals, especially ones which are common in geothermal system. - Geophysical study overviews various surveys used during geothermal exploration. It gives knowledge how to compile geological condition and geophysics anomalies and physical properties of rock to understand subsurface structure or reservoir. - Geochemistry overviews various surveys used during geothermal exploration, type and distribution of geothermal fluids and interpretation of reservoir condition.			
Luaran (Outcomes)	Mahasiswa mengetahui berbagai tahap eksplorasi panasbumi dan metode geologi, geofisika dan geokimia yang digunakan serta dapat mengkompilasi data geologi, geofisika dan geokimia untuk eksplorasi pendahuluan suatu lapangan panasbumi.			
Kegiatan Penunjang	Geothermal Field Camp selama 5 hari di area geotermal Tangkuban Perahu			
Matakuliah Terkait	Sistem dan Teknologi Geotermal	Bersamaan		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wohletz, K. and Heiken, G., 1992. <i>Volcanology and Geothermal Energy</i>. Univ. of California Press. 2. Kingston-Morrison, 1995. <i>An Introduction to Geothermal System</i>. Kingston-Morrison, Auckland, NZ. 3. Sigurdsson, H., Houghton, B.F., McNutt, S.R., Rymer, H. dan Stix, J. (eds.), 2000. <i>Encyclopedia of Volcanoes</i>, Academic Press, New York. 4. Ellis, A.J. and Mahon, W.A.J., 1977. <i>Chemistry and Geothermal System</i>. Academic Press, New York. 5. Nicholson, K., 1993. <i>Geothermal Fluids : Chemistry and Exploration Techniques</i>. Springer-Verlag, Berlin. 			
Panduan Penilaian	Penilaian didasarkan tugas-tugas (tugas individu maupun kelompok), quiz, laporan kajian (baik individu maupun kelompok), UTS dan UAS			
Catatan Tambahan	Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/telah dibahas.			

Satuan Acara Perkuliahan (SAP)

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	Silabus dan tujuan perkuliahan. Daftar pustaka yang digunakan. Persentase penilaian.	Mahasiswa mengetahui tujuan kuliah, daftar pustaka yang digunakan dan dapat menghitung presentase penilaian.	
	Geologi Geotermal	Peranan geologi (termasuk geofisika & geokimia) dalam eksplorasi geotermal Manifestasi panasbumi di permukaan	Pengetahuan tentang berbagai jenis manifestasi panasbumi yang muncul di permukaan dan bagaimana memetakannya.	1, 2, 3
2	Sistem geotermal & hidrotermal	Pembagian sistem geotermal dan hidrotermal (review) Penyebaran lapangan geotermal di dunia dan Indonesia	Mahasiswa mengetahui penyebaran lapangan geotermal di dunia dan Indonesia	1, 2
3	Survei pendahuluan di daerah geotermal	Foto udara dan citra/landsat Pemetaan & rekonstruksi penampang Survei geologi pendahuluan	Pengetahuan tentang survei pendahuluan (eksplorasi) geologi yang sering dilakukan di daerah geotermal.	1, 2, 3
4	Survey lanjutan di daerah penelitian		Pengetahuan tentang survei lanjut (eksplorasi) geologi yang sering dilakukan di daerah geotermal.	1, 2, 3
5				
6	Survei geologi lain yang sering dilakukan di daerah geotermal	Volkanostratigrafi Hidrogeokimia Survei udara tanah	Pengetahuan tentang survei yang sering dilakukan pada tahap eksplorasi di daerah geotermal.	1, 2, 3, 4, 5
7	Merancang survei geologi			
8	Ujian Tengah Semester			
9	Survei Geofisika di daerah geotermal	Survei gaya berat Survei tahanan jenis Survei lain	Pengetahuan tentang survei geofisika yang sering dilakukan di daerah geotermal.	2, 3
10				
11	Survei Geokimia di daerah geotermal	Sampling dan analisa kimia	Pengetahuan tentang cara melakukan pengambilan sampel, preparasi sampel dan analisa kimia	2, 3
12				
13	Alterasi hidrotermal: perubahan mineralogi	Alterasi di/dekat permukaan Alterasi bawah permukaan	Pengetahuan tentang alterasi yang terjadi akibat interaksi fluida geotermal di permukaan dan di bawah permukaan.	1, 2, 4, 5
14	Survei Geologi Terintegrasi di daerah geotermal	Case study	Pengetahuan bagaimana melakukan survei pendahuluan (eksplorasi) di daerah geotermal.	1, 2, 3
15				
16	Ujian Akhir Semester			

4. PB 5004 : Analisis Lingkungan Geotermal

Kode Matakuliah: PB5004	Bobot sks: 2 SKS	Semester: Ganjil/Genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Teknik Reservoir/FTTM KK Energi dan Sumber Daya Bumi/FTTM	Sifat: Pilihan Prodi/Jalur pilihan Eksplorasi dan Rekayasa Geotermal
Nama Matakuliah	Analisis Lingkungan Geotermal <i>Environmental Assesment of Geothermal Development</i>			
Silabus Ringkas	<p><i>Pengantar lingkungan geotermal, regulasi analisis lingkungan, pengenalan dokumen analisis mengenai dampak lingkungan, dasar-dasar identifikasi, evaluasi, maupun klasifikasi dampak lingkungan, rencana pengelolaan dampak, pengantar monitoring lingkungan, dasar-dasar keselamatan dan kesehatan kerja, analisis resiko dan manajemen lingkungan pada perusahaan geotermal.</i></p> <p><i>Introduction of geothermal environment, environmental analysis regulations, introduction of environmental impact assesment document, fundamental of identification, evaluation, and classification of environmental impact, management of environmental impact, introduction of environmental monitoring, fundamental of safety and health environment, risk assesment and environmental management of geothermal development.</i></p>			
Silabus Lengkap	<p><i>Pengantar lingkungan geotermal, regulasi analisis lingkungan, pengenalan dokumen analisis mengenai dampak lingkungan, dasar-dasar identifikasi, evaluasi, maupun klasifikasi dampak lingkungan, perhitungan besaran dampak dan penting dampak, rencana pengelolaan dampak lingkungan, pengantar monitoring lingkungan, mekanisme monitoring lingkungan, dasar-dasar keselamatan dan kesehatan kerja, analisis resiko dan manajemen lingkungan pada perusahaan geotermal, studi kasus dampak lingkungan pada perusahaan geotermal</i></p> <p><i>Introduction of geothermal environment, environmental analysis regulations, introduction of environmental impact assesment document, fundamental of identification, evaluation, and classification of environmental impact, prediction of magnitude and importance of environmental impact, management of environmental impact, introduction of environmental monitoring, environmental monitoring mechanism, fundamental of safety and health environment, risk assesment and environmental management in geothermal development, case study of environmental impact in geothermal development</i></p>			
Luaran (Outcomes)	<i>Pemahaman jenis kegiatan dan potensi dampak lingkungan pada tahap eksplorasi, eksploitasi, dan pemanfaatan lapangan geotermal, serta rencana pengelolaan dan pemantauan lingkungan selama pengembangan lapangan geotermal.</i>			
Kegiatan Penunjang	<i>Presentasi dan diskusi hasil kajian kelompok</i>			
Matakuliah Terkait	<i>PB 5001 Sistem dan Teknologi Geotermal</i>			<i>Bersamaan</i>
	1. Rybach, L. (2005): <i>Environmental Aspects of Geothermal Development and Utilization, and Related Legal, Institutional and Social Implications, Pre and Post Congress Course, World Geothermal Congress 2005, International Geothermal Association, Antalya-Turkey.</i>			<i>Pustaka Utama</i>
	2. DiPippo, R. (2008): <i>Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact, Elsevier, Second Edition, 493 pp</i>			<i>Pustaka Utama</i>
	3. Bromley, C.J. (2005): <i>Advances in Environmental Management of Geothermal Developments, Proc. of 2005, World Geothermal Congress 2005, Paper No. 0236, International Geothermal Association, Antalya-Turkey.</i>			<i>Pustaka Penunjang</i>
	4. Brown, K. and Webster-Brown, J. (2005): <i>Environmental Impacts of High Enthalpy System Development, Pre and Post Congress Course, World Geothermal Congress 2005, Antalya-Turkey</i>			<i>Pustaka Utama</i>
	5. <i>Regulasi Terkait Pengelolaan Lingkungan Hidup</i>			<i>Pustaka Utama</i>
	6. <i>Regulasi Terkait Pengelolaan Fungsi Hutan</i>			<i>Pustaka Utama</i>
Panduan Penilaian	<i>Penilaian didasarkan tugas-tugas (tugas individu maupun kelompok), quiz, laporan kajian (baik individu maupun kelompok), UTS dan UAS, dimana bobot UTS dan UAS setara.</i>			
Catatan Tambahan	<i>Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/delah dibahas.</i>			

Rincian Kuliah PB5004 Analisis Lingkungan Geotermal

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	SAP, Aturan Penilaian, Aturan Kelompok Diskusi, Referensi.	Memahami tujuan kuliah, bahasan tiap pertemuan, aturan penilaian dan diskusi kelompok, referensi.	SAP PB5004
	Pengantar Lingkungan Geotermal	Kegiatan Pengusahaan Geotermal Rona Lingkungan Geotermal di Indonesia	Mahasiswa mampu memahami kegiatan pengusahaan geotermal secara umum dan keterkaitannya dengan area geotermal di Indonesia.	1, 2
2	Regulasi Lingkungan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup	Dasar Hukum yang Digunakan dalam Analisis Lingkungan	Mahasiswa mampu menjelaskan kembali dasar hukum yang digunakan dalam analisis dampak lingkungan dan memahami perlunya analisis lingkungan pada pengusahaan geotermal.	5, 6
		Pengenalan Dokumen Analisis Dampak Lingkungan		
3	Pengenalan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (1)	Teknik Identifikasi Dampak Lingkungan	Mahasiswa mampu mengidentifikasi dampak lingkungan yang mungkin timbul dari rencana pengusahaan geotermal serta evaluasi dan penapisan dampak lingkungan.	5, 6
		Teknik Evaluasi dan Penapisan Dampak Lingkungan		
4	Pengenalan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (2)	Teknik Klasifikasi dan Prioritas Dampak Lingkungan	Mahasiswa mampu melakukan klasifikasi dan prioritas dampak lingkungan serta merencanakan batas waktu kajian secara individu maupun kelompok.	5, 6
5	Pengenalan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (3)	Perencanaan Batas Waktu Kajian	Mahasiswa mampu melakukan klasifikasi dan prioritas dampak lingkungan serta merencanakan batas waktu kajian secara individu maupun kelompok.	5, 6
6	Pengenalan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (4)	Prediksi Besaran Dampak Lingkungan	Mahasiswa secara kooperatif mampu melakukan prediksi besaran dan penting dampak yang kemungkinan terjadi di lingkungan geotermal.	5,6
		Prediksi Penting Dampak pada Lingkungan		
7	Pengenalan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (5)	Diskusi dan Presentasi: Analisis Pendahuluan Dampak Lingkungan	Mahasiswa mampu berdiskusi dan menyatakan pendapat tentang dampak lingkungan geotermal.	
8	Ujian Tengah Semester			
9	Pengenalan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (6)	Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup	Mahasiswa mampu melakukan perencanaan pengelolaan dan pemantauan lingkungan pada pengusahaan geotermal.	5, 6
		Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup		
10	Pengenalan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (7)	Presentasi Kelompok : RKL dan RPL	Mahasiswa mampu berdiskusi dan merencanakan pengelolaan dan pemantauan lingkungan pada pengusahaan geotermal.	
11	Pengenalan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Lingkungan Geotermal	Pengaturan dan Pengawasan Keselamatan Kerja dalam Pengusahaan Geotermal	Mahasiswa mampu memahami keselamatan dan kesehatan kerja pada kegiatan pengusahaan geotermal.	3, 5, 6
		Pengendalian Bahan Kimia Berbahaya di Tempat Kerja		
		Pelaporan Penyakit Akibat Kerja		
12	Aplikasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja dalam Pengembangan Lapangan Geotermal	Presentasi Kelompok : Studi Kasus Manajemen K3 pada Pengusahaan Geotermal	Mahasiswa mampu menjelaskan kembali manajemen k3 pada pengusahaan geotermal.	3, 5, 6
13	Pengenalan Sistem Manajemen Lingkungan dalam Pengusahaan Geotermal (1)	Isu Lingkungan Global Terkait Pengusahaan Geotermal	Mahasiswa mampu menjelaskan kembali ketekaitan sistem manajemen lingkungan dengan pengusahaan geotermal.	3, 5, 6
		Pembuatan Kebijakan Lingkungan		
		Perencanaan Lingkungan		
14	Pengenalan Sistem Manajemen Lingkungan dalam Pengusahaan Geotermal (2)	Implementasi dan Operasi	Mahasiswa mampu menjelaskan kembali ketekaitan sistem manajemen lingkungan dengan pengusahaan geotermal.	3, 5, 6
		Pemantauan dan Pengukuran		
		Kajian Manajemen		

<i>Mg#</i>	<i>Topik</i>	<i>Sub Topik</i>	<i>Capaian Belajar Mahasiswa</i>	<i>Sumber Materi</i>
15	<i>Pengenalan Sistem Manajemen Lingkungan dalam Pengusahaan Geotermal (3)</i>	<i>Presentasi Kelompok : Sistem Manajemen Lingkungan pada Perusahaan Geotermal</i>	<i>Mahasiswa mampu berdiskusi dan melakukan pendekatan kajian manajemen lingkungan pada perusahaan geotermal.</i>	
16	<i>Ujian Akhir Semester</i>			

5. PB5005 Perpindahan Panas dan Masa

Kode Matakuliah: PB5005	Bobot sks: 2 SKS	Semester: Ganjil/Genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Konversi Energi/FTMD	Sifat: Pilihan Prodi/Jalur Pilihan Rekayasa Geotermal
Nama Mata Kuliah	<i>Perpindahan Panas dan Massa</i>			
	<i>Heat and Mass Transfer</i>			
Silabus Ringkas	<i>Prinsip-prinsip perpindahan panas dan massa, dan penerapannya dalam teknologi panas bumi: aliran fluida panas bumi dalam reservoir, melalui pipa, alat penukar panas, kondensor dan menara pendingin</i>			
	<i>The principles of heat and mass transfer and their application to geothermal energy technology: transmission of geothermal fluids within the reservoir and through pipe networks; heat exchangers, condensers, cooling tower</i>			
Silabus Lengkap	<i>Prinsip-prinsip perpindahan panas dan massa, pendidihan dan kondensasi, dan penerapannya dalam teknologi panas bumi, mulai dari reservoir, sumur, pipa alir uap, air dan pipa alir dua fasa, alat pembuang kondensat, hingga ke sistem pembangkit listrik meliputi kondensor, menara pendingin, alat penukar panas, jenis-jenisnya, dasar pertimbangan pemilihannya serta penerapannya dalam sistem pemanfaatan langsung fluida panas bumi, untuk pemanasan, pendinginan dan pengeringan.</i>			
	<i>The principles of heat and mass transfer, boiling and condensation, their application to geothermal energy technolog, from reservoir to the well, to the steam, water and two phase transmission pipe, condensate traps, to the power plant, including condensers, cooling tower, heat exchangers, their types and selection, and their application in direct use of geothermal fluid for heating, cooling and drying.</i>			
Luaran (outcomes)	<i>Mahasiswa memahami dan menjelaskan prinsip perpindahan panas serta metoda perhitungan koefisien perpindahan panas total, metoda perhitungan kehilangan panas yang terjadi di dalam reservoir, sumur, pipa alir air panas, pipa alir uap dan pipa alir dua fasa, serta di kondensor, alat penukar panas dan menara pendingin, metoda perhitungan kehilangan massa yang terjadi di pipa alir uap serta penerapannya di lapangan.</i>			
Mata Kuliah Terkait	<i>PB5001 Teknik Panas Bumi</i>	<i>Co-requisite</i>		
	<i>PB5016 Teknik Reservoir Panas Bumi</i>	<i>Co-requisite</i>		
Pustaka	1. Cengel, Y. A., <i>Heat and Mass Transfer: A Practical Approach, Third Edition, McGraw Hill Companies, 2006, 879 pp</i>			
	2. Ralph L Webb, <i>Principles of Enhanced Heat Transfer, John Wiley and Sons Inc., 1993</i>			
	3. Holman, J.P., (alih Bahasa: E. Jasjfi), <i>Perpindahan Kalor, Penerbit Erlangga, 1988, 618 pp.</i>			

Satuan Acara Perkuliahan

Mg#	Topik	Sub Topik	Tujuan Instruksional Khusus (TIK)	Pustaka Yang Relevan
1	Pendahuluan	SAP, Agenda Perkuliahan, Referensi, Sistem Penilaian, Aturan	Memahami tujuan kuliah, isi kuliah (topik bahasan tiap minggu), cara evaluasi, aturan, referensi.	SAP PB5005 Perpindahan Panas dan Massa
	Konsep Dasar	<ul style="list-style-type: none"> - Termodinamika dan Perpindahan panas - Panas dan bentuk lain dari energi - Hukum pertama termodinamika - Mekanisme perpindahan panas - Perpindahan panas dalam sistem dan teknologi panas bumi 	Memahami keterkaitan antara termodinamika dan perpindahan panas, dapat membedakan energi panas dari energi lainnya, mengidentifikasi mekanisme perpindahan panas yang terjadi di dalam reservoir, sumur, pipa alir, sistem pembangkit listrik dan dalam sistem pemanfaatan langsung	1, Chapter 1
2	Perpindahan panas secara konduksi	<ul style="list-style-type: none"> - Prinsip perpindahan panas secara konduksi - Penerapan prinsip perpindahan panas secara konduksi di reservoir, di sumur dan di pipa alir permukaan 	Memahami prinsip perhitungan perpindahan panas secara konduksi di silinder, mampu membedakan antara steady dan transient heat conduction, dan menerapkannya untuk menghitung perpindahan panas yang terjadi di sumur dan di pipa alir permukaan	<ul style="list-style-type: none"> - 1, Chapter 2, 3 dan 4 - 3, Bab 2, 3 dan 4
3	Perpindahan panas secara konveksi	<ul style="list-style-type: none"> - Prinsip dasar perpindahan panas secara konveksi - Klasifikasi aliran fluida - Perpindahan panas dan momentum dalam aliran turbulen - Aliran Turbulen dalam pipa - Penerapan dalam bidang panas bumi 	Memahami mekanisme perpindahan panas secara konveksi, klasifikasinya, Reynold, Prandtl dan Nusselt Numbers, perbedaan antara aliran laminar dan turbulen dan perpindahan panas dan momentum dalam aliran turbulen, penurunan persamaan differential untuk merepresentasikan konveksi berdasarkan keseimbangan massa, momentum dan energi dan menerapkan dalam suatu kasus sederhana serta menentukan friction and heat transfer coefficient	<ul style="list-style-type: none"> - 1, Chapter 6 - 3, Bab 5
4	Perpindahan Panas Konveksi Paksa Luar (External Forced Convection)	<ul style="list-style-type: none"> - Deskripsi fisik dari aliran luar (external flow) - Perpindahan panas dalam aliran - Aliran paralel melalui lempengan - Aliran menyilang melalui rangkuman tabung - Penerapan dalam bidang panas bumi 	Memahami perbedaan antara aliran dalam dan aliran luar, friction drag, pressure drag, koefisien konveksi pada aliran luar, persamaan-persamaan untuk perhitungan kehilangan tekanan dan koefisien perpindahan panas untuk aliran paralel melalui lempengan, aliran menyilang melalui rangkuman tabung.	<ul style="list-style-type: none"> - 1, Chapter 7 - 3, Bab 6
5	Perpindahan Panas Konveksi Paksa Dalam (Internal Forced Convection)	<ul style="list-style-type: none"> - Deskripsi fisik dari aliran dalam (internal flow) - Kecepatan dan Temperatur rata-rata - Analisis panas - Perpindahan panas dalam tabung untuk aliran laminar - Perpindahan panas dalam tabung untuk aliran turbulen - Penerapan dalam bidang panas bumi 	Memahami cara penentuan kecepatan dan temperatur rata-rata dari profile kecepatan dan temperatur fluida yang mengalir didalam pipa, persamaan-persamaan analitis untuk menentukan profil kecepatan, kehilangan tekanan, faktor gesekan dan Nusselt Number dalam aliran laminar, persamaan-persamaan empiris untuk menentukan faktor gesekan dan Nusselt Number dalam aliran turbulen, perhitungan kehilangan tekanan dan laju perpindahan panas.	<ul style="list-style-type: none"> - 1, Chapter 8 - 3, Bab 6
6	Konveksi Alamiyah atau konveksi bebas (Natural Convection)	<ul style="list-style-type: none"> - Mekanisme fisik dari konveksi alamiyah - Persamaan gerak dan Grashof Number - Konveksi alamiyah diatas bidang horizontal dan permukaan miring, silinder horizontal - Rumus-rumus empiris untuk konveksi alamiyah 	Memahami mekanisme dari konveksi alamiyah, persamaan-persamaan untuk menentukan Nusselt Number untuk konveksi bebas diatas bidang datar, horizontal dan silinder horizontal dan penerapannya dalam bidang panas bumi	<ul style="list-style-type: none"> - 1, Chapter 9 - 3, Bab 7

Mg#	Topik	Sub Topik	Tujuan Instruksional Khusus (TIK)	Pustaka Yang Relevan
7	Boiling and Condensation	<ul style="list-style-type: none"> - Boiling heat transfer - Pool Boiling - Flow Boiling - Perpindahan panas untuk film condensation - Condensation heat transfer - Film Condensation inside horizontal tubes - Dropwise condensation 	Memahami perbedaan antara evaporasi dan pendidihan, jenis-jenis pendidihan, boiling curve dan boiling regimes, penentuan koefisien perpindahan panas untuk kondensasi film di dalam tabung atau pipa horizontal dan penerapannya dalam bidang panas bumi	<ul style="list-style-type: none"> - 1, Chapter 10 - 3, Bab 9
8	Ujian Tengah Semester			
9	Heat Exchanger (Penukar Panas)	<ul style="list-style-type: none"> - Jenis penukar panas - Koefisien perpindahan panas total (menyeluruh) - Analisis penukar panas - Metoda log mean temperatur difference (LMTD) atau metoda beda suhu rata-rata - Metoda effectiveness – NTU Method - Pemilihan Penukar Panas 	Mengetahui berbagai jenis penukar panas, cara penentuan koefisien perpindahan panas total (menyeluruh), faktor pengotoran (fouling factors), cara penentuan perbedaan temperatur antara fluida panas dan fluida dingin, utk aliran paralel dan aliran berlawanan arah dengan metoda LMTD dan metoda NTU, dasar pertimbangan pemilihan penukar panas.	<ul style="list-style-type: none"> - 1, Chapter 11 - 3, Bab 10
10				
11				
12	Perpindahan Massa	<ul style="list-style-type: none"> - Analogi antara perpindahan panas dan perpindahan massa - Hukum Fick tentang difusi massa - Kondisi batas (boundary condition) - Difusi dalam gas, zat cair dan padat - Proses-proses penguapan 	Memahami mekanisme perpindahan massa, cara penentuan koefisien difusi dalam gas, dalam zat cair dan padat, koefisien perpindahan massa dan perpindahan massa yang terjadi karena konveksi.	<ul style="list-style-type: none"> - 1, Chapter 14 - 3, Bab 11
13				
14	Penerapan prinsip perpindahan panas dalam perhitungan Kehilangan panas dan massa di pipa alir uap	<ul style="list-style-type: none"> - Prinsip perhitungan heat losses dalam pipa - Koefisien perpindahan panas aliran satu fasa - Koefisien perpindahan Panas dengan adanya kondensasi - Koef. perpindahan panas pada pipa bagian luar pipa - koefisien perpindahan panas total - Penentuan enthalpy dan temperatur 	Mampu menerapkan prinsip-prinsip perpindahan panas dan masa untuk mengembangkan model yang dapat menurunkan perubahan kehilangan panas dan temperatur di pipa alir uap	1, 3
15				
16	Ujian Akhir Semester			

6. PB5006 Teknik Reservoir Geotermal

Kode Matakuliah: PB5006	Bobot sks: 3 SKS	Semester: Ganjil/Genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Teknik Reservoir/FTTM	Sifat: Wajib Prodi/Jalur Pilihan Rekayasa Geotermal
Nama Matakuliah	Teknik Reservoir Geotermal			
	Geothermal Reservoir Engineering			
Silabus Ringkas	Karakteristik dan jenis sistem geotermal, komponen utama sistem hidrotermal, jenis aliran fluida dalam reservoir, analisa data secara terpadu, estimasi cadangan dan potensi listrik, analisa transien tekanan, interference test, simulasi reservoir, peramalan kinerja, monitoring, manajemen reservoir			
	Characteristics and types of geothermal system, fluid flow within the reservoir, integrated data analysis, estimation of reserve and electricity potential, pressure transient analysis interference test, reservoir simulation, reservoir performance forecast, monitoring, reservoir management			
Silabus Lengkap	Karakteristik dan jenis sistem geotermal, komponen utama sistem hidrotermal, model konseptual, parameter-parameter reservoir, aliran fluida dalam reservoir, laju alir masa dan panas, gradien tekanan dan temperatur, data hasil pengukuran di lapangan, analisa data secara terpadu untuk menentukan jenis, kedalaman, tekanan dan temperatur reservoir, estimasi cadangan dan potensi listrik dengan metoda perbandingan, metoda volumetrik, metoda keseimbangan massa dan panas, analisa transien tekanan, interference test, simulasi reservoir, peramalan kinerja reservoir, monitoring, manajemen reservoir			
	Characteristics of geothermal system, main component of hydrothermal system, conceptual model, reservoir parameters, fluid flow within the reservoir, mass and heat flow, pressure and temperature gradient, measured data, integrated data analysis to determine type, depth, pressure and temperatur of reservoir, estimation of reserve and electricity potential, pressure transient analysis interference test, reservoir simulation, reservoir performance forecast, monitoring, reservoir management			
Luaran (Outcomes)	Peserta mampu memahami karakteristik reservoir panasbumi, konsep aliran fluida dalam media berpori, serta mampu menganalisa data lapangan untuk mengidentifikasi karakteristik reservoir, menerapkan metoda volumetris, metoda keseimbangan massa dan panas untuk menghitung cadangan dan potensi listrik, serta memahami metoda untuk memonitor kinerja reservoir dan metodologi simulasi reservoir			
Kegiatan Penunjang				
Matakuliah Terkait	PB5001 Sistem dan Teknologi Geotermal		Bersamaan	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grant, M.A., Donaldson I.G., Bixley P.F (1982): Geothermal Reservoir Engineering, Academic Press, 369 pp. 2. D'Sullivan M.J & McKibbin R. (1989) : Geothermal Reservoir Engineering, a Manual for Geothermal Reservoir Engineering Course at the Geothermal Institute – University of Auckland. 3. McGuinness, M. (1996): Interference Testing, Lecture Notes, Geothermal Institute - University of Auckland. 4. Grant, M. (1996): Geothermal Resource Management, Geothermal Energy New Zealand Limited, 131 pp 5. Handbook of Geothermal Energy, Editors: Edwards, L.M., Chilingar, G.V. et al. , Gulf Publishing Company, 1982, 613 pp. 6. Bodvarsson G.S. and Whitherspoon P.A. (1989): Geothermal Reservoir Engineering, Geotherm. Sci. & Tech., Volume 2(1) pp. 1-68. 7. Sanyal, K.S. (2005): Geothermal Resource Characteristics, Development, Assessment and Management, Course Material of the 2005 World Geothermal Conference. 8. Nenny Miryani Saptadji (2001): Teknik Reservoir Panas Bumi, Diktat Kuliah TM-ITB 9. Bringham and Morrow (1977) 10. O'Sullivan, M.J. (1987) Geothermal Reservoir Simulation. Applied Geothermics, John Wiley & Sons, Ltd., 111-124. 11. Nenny Miryani Saptadji (2001): Teknik Panas Bumi, Diktat Kuliah Prodi Teknik Perminyakan. 12. DiPippo, R. (2008): Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact, Elsevier, Second Edition, 493 pp 13. Nenny Miryani Saptadji: Pengembangan Lapangan Panasbumi 14. Grant M. and Bixley, P.F. (2011), Geothermal Reservoir Engineering 2nd edition, Elsevier- Academic Press, 359 pp. 15. Uwera Rutagarama (2012), The role of well testing in geothermal resource assessment, Master thesis, Faculty of Earth Sciences, School of Engineering and Natural Sciences University of Iceland Reykjavik, March 2012 16. Gudni Axelsson and Benedikt Steingrimsson (2012): Logging, Testing and Monitoring Geothermal Wells, Presented at "Short Course on Geothermal Development and Geothermal Wells", organized by UNU-GTP and LaGeo, in Santa Tecla, El Salvador, March 11-17, 2012. 			
Panduan Penilaian	Penilaian didasarkan tugas-tugas, quiz, laporan kajian, UTS dan UAS, dimana bobot UTS dan UAS setara			
Catatan Tambahan	Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/dibahas.			

Satuan Acara Perkuliahan Mata Kuliah

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	SAP, Agenda Perkuliahan, Referensi, Sistem Penilaian, Aturan	Memahami tujuan kuliah, isi kuliah (topik bahasan tiap minggu), cara evaluasi, aturan, referensi.	- SAP PB5006 Teknik Reservoir Geotermal
	Reservoir Geotermal	- Sistem Hidrothermal - Model konseptual - Parameter-parameter reservoir	Memahami karakteristik dari reservoir dominasi uap dan reservoir dominasi air, model konseptual beberapa sistem geotermal, tugas ahli teknik reservoir dalam eksplorasi dan eksploitasi geotermal.	- 1, Chapter 1 dan 2 - 2, Chapter 1 - 5, Chapter 2
2	Aliran Fluida Dalam Reservoir Panasbumi	- Persamaan Darcy - Sifat campuran uap-air dalam media berpori Permeabilitas Relative, - Aliran dua fasa, - Aliran Panas	Memahami dasar-dasar teknik reservoir dengan pendekatan batuan reservoir sebagai media berpori, aliran fluida satu fasa, permeabilitas relatif, sifat campuran dua fasa, aliran horizontal dua fasa, aliran vertikal dua fasa, aliran horizontal isothermal (persamaan difusivitas), penyapuan panas.	- 2, Chapter 2 - 12, Bab 4, Sub bab 4.2
3	Logging Pada Sumur Geotermal	1. Operasi Logging Geotermal 2. Jenis-jenis Logging pada Sumur Geotermal	Memahami cara pengambilan data uji sumur melalui operasi logging di lapangan, prosedur operasi logging, dan jenis-jenis operasi logging.	14, Chapter 5 15, 16
	Analisis data dari P-T Survey	- Uji hilang air - Gross permeability test - Warm-up/Heating-up test	Memahami metoda, data lapangan yang dikumpulkan saat pengujian, cara pengolahan data dari uji hilang air dan gross permeability test untuk menentukan kedalaman feedzone, kontribusi masa masing-masing feed zone, Productivity Index/Injectivity Index.	14, 1
	Diskusi/Latihan			
4 & 5	Analisis data dari PTS Survey	- Data dari PTS survey - Profil kecepatan dalam sumur - Spinner response - Teknik interpretasi	Mampu menganalisa hasil survey Pressure Temperature Spinner (PTS) pada sumur 1-fasa uap	:14,
	Diskusi/Latihan			
6 & 7	Analisa Transient Tekanan	Metoda, peralatan dan analisa	Memahami konsep, peralatan yang digunakan, respons tekanan, mampu menganalisa data untuk mengetahui karakterisasi disekitar lubang sumur	1, 2, 3, 5, 12
	Diskusi/Latihan			
8	Ujian Tengah Semester			
9	Interference Test	Metoda, peralatan dan analisa	Memahami konsep, peralatan yang digunakan, respons tekanan, mampu menganalisa data untuk mengetahui karakterisasi reservoir diantara dua sumur	1, 2, 3, 5, 12
	Diskusi/Latihan			
10	Analisa Data Reservoir Terpadu Bagian	Penentuan - Jenis reservoir, - Kedalaman reservoir, - Tekanan dan temperatur reservoir - Pemetaan, penentuan luas area reservoir	Mampu menganalisa data sumur dan hasil survey secara terpadu untuk memperkirakan jenis reservoir, tekanan dan temperatur reservoir, kedalaman zona produktif, serta mampu menggambarkan distribusi temperatur di bawah permukaan, membuat peta kesamaan temperatur, memperkirakan daerah boiling zone, memperkirakan luas areanya.	- 1, Chapter 4 - 13, Bab II
11	Estimasi Sumberdaya (Resource), cadangan dan potensi listrik Bagian I	- Metoda Perbandingan - Metoda heat stored - Simulasi Monte Carlo - Klasifikasi Cadangan	Mampu memperkirakan besarnya sumberdaya/cadangan/potensi sumur dengan menggunakan metoda volumetris	- 2 - 11, Bab 6
	Diskusi/Latihan			
12	Estimasi Sumberdaya (Resource), cadangan dan potensi listrik Bagian II	- Metoda P/Z - Metoda Constant Liquid Level - Metoda Falling Liquid Level	Mampu memperkirakan besarnya cadangan/potensi sumur dengan menggunakan metoda volumetris, metoda P/Z, metoda kesetimbangan panas dan masa, mengetahui asumsi yang digunakannya dan kelemahannya	- 9 - 8, Bab 3
13	Estimasi Sumberdaya (Resource), cadangan dan potensi listrik Bagian III	- Metoda Gomma - Metoda Ramey	Mampu memperkirakan besarnya sumberdaya/cadangan/potensi sumur dengan menggunakan metoda Gomma & Ramey, mengetahui asumsi yang digunakannya dan kelemahannya	2,
14	Strategi Produksi-Injeksi	- Strategi Produksi - Strategi Injeksi	Dapat menjelaskan strategi produksi dan injeksi yang diterapkan di sejumlah lapangan geotermal	
	Perubahan Kinerja Reservoir Akibat Produksi-Injeksi	- Kinerja Reservoir Dominasi Air - Kinerja Reservoir Dominasi Uap	Memahami perubahan tekanan, temperatur reservoir, kinerja sumur terhadap waktu dengan diproduksi fluida geotermal dari reservoir	- 1, Bab 8 - 14 - Selected papers

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
	Tracer test	<ul style="list-style-type: none"> - Tujuan - Dasar pertimbangan pemilihan material tracer - Jenis-jenis material tracer yang digunakan dalam industri geotermal. - Fluida pembawa - Pelaksanaan tracer - Penyajian data - Frekuensi sampling - Interpretasi data 	Mahasiswa mengenal jenis-jenis tracer serta dapat memilih jenis tracer yang tepat digunakan di lapangan geotermal, memahami cara pelaksanaannya di lapangan, cara menyajikan data dan menginterpretasikannya.	Selected papers
15	Peramalan kinerja reservoir	<ul style="list-style-type: none"> - Decline Curve Analysis - Simulasi Reservoir 	<ul style="list-style-type: none"> - Mampu meramalkan kinerja reservoir dengan decline curve analysis, mengetahui asumsi yang digunakan dan kelemahannya. - Memahami metoda yang umumnya digunakan untuk meramalkan kinerja reservoir panasbumi selama masa produksi (30 tahun) mulai dari konsep pengembangan model, validasi model hingga peramalan kinerja. 	8, Bab 5 - 2, - 10, 12, Bab 4 Sub bab 4.5
16	Ujian Akhir Semester			

7. PB 5007 Eksplorasi Geokimia Geotermal

Kode Matakuliah: PB5007	Bobot sks: 3 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Geologi Terapan/ITB	Sifat: Wajib Prodi/Jalur Eksplorasi Geotermal
Nama Matakuliah	Eksplorasi Geokimia Geotermal Geochemistry for Geothermal Exploration			
Silabus Ringkas	<p>Pada kuliah ini diberikan tentang peranan kimia fluida dalam sistem geotermal, yaitu jenis, komposisi, asal dan distribusi fluida geotermal untuk mengetahui kondisi fluida reservoir.</p> <p><i>This course covers all aspects of chemistry of fluids at geothermal systems, i.e. type, composition, source and distribution of geothermal fluids to understand reservoir condition.</i></p>			
Silabus Lengkap	<p>Kuliah ini menekankan tentang peranan kimia dalam eksplorasi sistem geotermal. Kuliah ini dimulai dengan pengenalan jenis, komposisi, asal dan distribusi fluida geotermal. Selanjutnya dibahas tentang : pengaruh proses boiling, pencampuran dan kondensasi pada komposisi fluida geotermal; memprediksi temperatur reservoir berdasarkan komposisi air dan gas; pengetahuan tentang isotop stabil yang digunakan pada sistem geotermal.</p> <p>Kuliah ini juga membahas tentang geokimia tanah dan memprediksi pembentukan scaling dan korosi pada pipa produksi.</p> <p><i>This course covers all aspects of chemistry at explration of geothermal systems. It explains type, composition, source and distribution of geothermal fluids; and the effects of boiling, mixing and condensation to the composition of water. How to understanding of the reservoir condition is then given, followed by the behaviour of gas dan stable isotope in geothermal systems.</i></p> <p><i>The course will also point out exploration using soil geochemistry and assesment of scaling formation dan corosivity in production pipes.</i></p>			
Luaran (Outcomes)	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mengetahui berbagai tipe fluida geotermal berdasarkan analisa kimia fluida. - Mahasiswa dapat menginterpretasi kondisi reservoir geotermal dan menginterpretasi proses yang dialami fluida geotermal selama perjalanannya ke permukaan. - Mahasiswa dapat memprediksi proses yang akan berlangsung bila fluida geotermal dieksploitasi 			
Kegiatan Penunjang				
Matakuliah Terkait	1. Sistem dan Teknologi Geotermal	Prerequisite / Corequisit / Prohibition		
	2. Eksplorasi Geologi Geotermal	Prerequisite / Corequisit / Prohibition		
Pustaka	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ellis, A.J. and Mahon, W.A.J., 1977. <i>Chemistry and Geothermal System</i>. Academic Press, New York. 2. Nicholson, K., 1993. <i>Geothermal Fluids : Chemistry and Exploration Techniques</i>. Springer-Verlag, Berlin. 3. Wohletz, K. and Heiken, G., 1992. <i>Volcanology and Geothermal Energy</i>. Univ. of California Press. 4. Kingston-Morrison, 1995. <i>An Introduction to Geothermal System</i>. Kingston-Morrison, Auckland, NZ. 			
Panduan Penilaian	Penilaian didasarkan tugas-tugas (tugas individu maupun kelompok), quiz, laporan kajian (baik individu maupun kelompok), praktikum di laboratorium, UTS dan UAS			
Catatan Tambahan	Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/ telah dibahas.			

Rincian Kuliah PB5007 Eksplorasi Geokimia Geotermal

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> - Silabus dan tujuan perkuliahan. - Daftar pustaka yang digunakan. - Persentase penilaian. 	Memahami tujuan kuliah, isi kuliah (topik bahasan tiap minggu), cara evaluasi, aturan, referensi.	
	Review	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem hidrotermal - Kimia dasar - Hidrogeologi 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mereview pola hidrologi sistem dan karakteristik air geotermal. - Mahasiswa mengingat kembali ilmu-ilmu dasar yang digunakan/diperlukan di sini. 	
2	Fluida geotermal	<ul style="list-style-type: none"> - Kimia air (review) - Larutan ideal dan non ideal 	- Mahasiswa mengingat kembali ilmu-ilmu dasar yang digunakan/diperlukan di sini.	
3	Fluida geotermal dan teknik pengambilan sampel	<ul style="list-style-type: none"> - Fluida geotermal: jenis, asal dan distribusi - Manifestasi permukaan - Pengambilan sampel air - Analisa air - Kelayakan hasil analisa - Presisi dan akurasi 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mengetahui distribusi fluida geotermal sesuai sistem geotermalnya. - Mahasiswa mengetahui cara pengambilan sampel dan analisa laboratorium untuk mengetahui komposisi kimia air, serta menguji kelayakan hasil analisa kimia. 	
4	Geotermometer	<ul style="list-style-type: none"> - Geotermometer silika - Diagram K-Na-Mg - Geotermometer K-Na-Ca - Lain-lain 	- Mahasiswa mengetahui cara memprediksi temperatur reservoir berdasarkan komposisi kimia air dan gas.	
5	Geoindikator	<ul style="list-style-type: none"> - Diagram Cl-Li-B - Diagram K-Na-Mg - Rasio unsur - Lain-lain 	- Mahasiswa mengetahui cara memprediksi kondisi reservoir berdasarkan komposisi kimia air dan gas.	
6	pH fluida	<ul style="list-style-type: none"> - Kesetimbangan kimia untuk menghitung pH fluida geotermal 	- Mahasiswa mengetahui cara memprediksi kondisi reservoir, terutama pH fluida reservoir	
7	Survei gas geotermal	<ul style="list-style-type: none"> - Jenis, asal dan distribusi gas geotermal - Pengambilan sampel gas - Analisa gas 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mengetahui asal, jenis dan distribusi gas geotermal. - Mahasiswa mengetahui cara pengambilan sampel gas dan analisa laboratorium untuk mengetahui komposisi kimia gas secara kuantitatif. 	
8	Ujian Tengah Semester (UTS)			
9	Boiling sebagai proses utama pada fluida geotermal	<ul style="list-style-type: none"> - Boiling: single/multiple - Perhitungan konsentrasi fluida reservoir. - pH fluida reservoir 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mengetahui pengaruh proses boiling terhadap perubahan kimia air. - Mahasiswa dapat memprediksi karakteristik fluida di reservoir. 	
10	Proses lain pada fluida geotermal	<ul style="list-style-type: none"> - Mixing - Condensation - Diagram entalpi-Cl - Monitoring geokimia 	Mahasiswa mengetahui pengaruh proses pencampuran dan kondensasi terhadap perubahan kimia air.	
11	Isotop stabil ^{18}O dan ^2H	<ul style="list-style-type: none"> - Pengambilan sampel dan analisis - Isotop ^{18}O, ^2H dan ^3H - Interpretasi data 	- Mahasiswa mengetahui cara memplot data isotop ^{18}O dan ^2H dan menginterpretasi data isotop stabil.	
12	Survei tanah dan udara tanah	<ul style="list-style-type: none"> - Survei tanah - Survei udara tanah - Studi kasus 	- Mahasiswa mengetahui latar belakang dan metodologi melakukan survei tanah dan udara tanah untuk eksplorasi geotermal.	
13	Skaling dan korosi	<ul style="list-style-type: none"> - Solubilitas silika - Solubilitas kalsit dan anhidrit - Korosi 	- Mahasiswa dapat memprediksi terbentuknya skaling saat fluida reservoir mengalir ke permukaan.	
14	Survei geokimia terpadu	<ul style="list-style-type: none"> - Survei geokimia air - Survei geokimia gas 	- Mahasiswa dapat menerapkan survei geokimia air dan gas dalam eksplorasi geotermal	
15	Diskusi			
16	Ujian Akhir Semester (UAS)			

8. PB 5008 Eksplorasi Geofisika Geotermal

Kode Matakuliah: PB5008	Bobot sks: 3 SKS	Semester: Ganjil/Genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Ilmu dan Teknik Geofisika/FTTM	Sifat: Wajib Prodi/Jalur Pilihan Eksplorasi Geotermal
Nama Matakuliah	<i>Eksplorasi Geofisika Geotermal</i>			
	<i>Geophysics for Exploration Geothermal</i>			
Silabus Ringkas	<i>Sistem geotermal, strategi eksplorasi geofisika, anomali geofisika pada daerah prospek geotermal, review metode-metode geofisika: gravitasi, magnetik, geolistrik, magnetotellurik (MT), controlled-source Audio-MT (CSAMT), mikro-seismik, diskusi contoh kasus eksplorasi geotermal di Indonesia.</i>			
	<i>Geothermal system, geophysical exploration strategy, geophysical anomalies of geothermal prospect, review of geophysical methods: gravity, magnetics, geo-electrics, magnetotellurics MT, controlled-source Audio-MT (CSAMT), micro-seismics, discussion on case studies of geothermal exploration in Indonesia.</i>			
Silabus Lengkap	<i>Review singkat tentang elemen-elemen suatu sistem geotermal, tipe-tipe sistem geotermal, geologi dan geokimia sistem geotermal. Strategi umum eksplorasi (survey pendahuluan, survey detail) dan pengembangan. Anomali geofisika pada daerah prospek geotermal yang berkaitan dengan: struktur umum, resistivitas dan sifat kemagnetan batuan penudung, densitas sumber panas magmatik, pergerakan fluida termal, seismitas akibat aktivitas hidrotermal. Review metode eksplorasi geofisika: gravitasi, magnetik, geolistrik (Schlumberger, Mise-a-la-masse), magnetotellurik (MT, termasuk CSAMT dan transient EM), Self-Potential (SP), mikro-seismik. Diskusi contoh kasus eksplorasi lapangan geotermal di Indonesia.</i>			
	<i>Brief review of elements of a geothermal system, types of geothermal system, geology and geochemistry of geothermal system. General exploration strategy (reconnaissance survey, detailed survey) and development. Geophysical anomalies on a geothermal prospect related to: gross structure, resistivity and magnetic property of cap rocks, density of magmatic heat sources, thermal fluid flow, seismicity of hydrothermal activities. Review of geophysical exploration methods: gravity, magnetics, geo-electrics (Schlumberger, Mise-a-la-masse), magnetotellurics (MT, including CSAMT and transient EM), Self-Potential (SP), micro-seismics. Discussion on case studies of geothermal exploration in Indonesia.</i>			
Luaran (Outcomes)	<i>Mahasiswa memahami konsep dan mampu menerapkan metode-metode geofisika dengan memperhatikan strategi serta tahapan eksplorasi daerah prospek geotermal.</i>			
Matakuliah Terkait	1. Geologi Geotermal	Co -requisite		
	2. Geokimia Geotermal	Co -requisite		
Kegiatan Penunjang	<i>Studi literatur, tugas-tugas pengolahan dan pemodelan data geofisika.</i>			
Pustaka	<i>Gupta, H., Roy, S., Geothermal Energy: An Alternative Resource for 21st Century, Elsevier, 2007.</i>			
Panduan Penilaian	<i>Penilaian didasarkan pada tugas-tugas pengolahan dan pemodelan data serta pemahaman konsep yang diujikan secara tertulis (kuis mingguan, UTS dan UAS). Bobot tugas, UTS dan UAS setara.</i>			
Catatan Tambahan	<i>Pustaka yang dicantumkan pada silabus kurikulum ini terbatas pada overview. Pustaka yang dianjurkan pada mahasiswa adalah buku teks mengenai metode-metode geofisika secara umum serta paper / makalah presentasi mengenai perkembangan terkini pengolahan data dan pemodelan geofisika yang relevan dengan tujuan eksplorasi geotermal. Oleh karena itu pada tabel SAP sumber materi tidak dicantumkan secara spesifik untuk setiap topik / sub-topik.</i>			

Rincian Kuliah PB 5008 Eksplorasi Geofisika Geotermal

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	Sistem geotermal dan studi sistem geotermal sebagai studi interdisiplin (geologi, geokimia, geofisika), strategi eksplorasi geotermal, geophysical signatures pada daerah geotermal.	Memahami sistem geotermal dan peran / kedudukan ilmu yang berhubungan dengan studi sistem geotermal. Mampu mendeskripsikan tahapan dan sasaran / target eksplorasi khususnya menggunakan metode-metode geofisika.	
2	Metode gravitasi (1)	Review metode gravitasi: konsep dasar, akuisisi data, pengolahan data.	Memahami konsep dasar metode gravitasi. Mampu melakukan akuisisi dan pengolahan data.	
3	Metode gravitasi (2)	Review metode gravitasi: pemisahan anomali lokal-regional, pemodelan dan interpretasi data.	Memahami berbagai teknik pemisahan anomali lokal-regional. Mampu menerapkan teknik pemisahan anomali dan pemodelan data gravitasi untuk eksplorasi geotermal.	
4	Metode magnetik	Review metode magnetik: konsep dasar, akuisisi data, pengolahan dan pemodelan data. Metode magnetik untuk delineasi zona alterasi / demagnetisasi.	Memahami konsep dasar metode magnetik. Mampu melakukan akuisisi dan pengolahan data. Mampu melakukan penentuan zona demagnetisasi melalui pemodelan data magnetik.	
5	Metode geolistrik (1)	Review metode geolistrik: konsep dasar, mapping, sounding. Gradien resistivitas.	Memahami dan mampu menerapkan teknik-teknik dalam metode geolistrik untuk eksplorasi geotermal.	
6	Metode geolistrik (2)	Review metode metode self-potential (SP) dan metode mise-a-la-masse (MAM)	Memahami dan mampu menerapkan teknik-teknik dalam metode SP dan MAM untuk eksplorasi geotermal.	
7	Ujian Tengah Semester			
8	Metode magnetotellurik / MT (1)	Review metode MT: konsep dasar, akuisisi data, pengolahan data.	Memahami konsep dasar, akuisisi dan pengolahan data MT.	
9	Metode magnetotellurik / MT (2)	Analisis tensor impedansi MT.	Memahami konsep analisis / tensor impedansi MT, rotasi tensor, diagram polar, dekomposisi tensor impedansi MT.	
10	Metode magnetotellurik / MT (3)	Konsep dasar pemodelan data 1-D dan 2-D. Persamaan Maxwell dan solusinya untuk kasus sederhana.	Memahami dan mampu menerapkan teknik-teknik pemodelan MT untuk eksplorasi geotermal.	
11	Metode Transient Electromagnetics (TEM)	Review metode TEM: konsep dasar, akuisisi data. Koreksi efek statik pada data MT menggunakan data TEM.	Memahami konsep dasar metode TEM dan konversinya menjadi data dalam domain MT. Mampu menerapkan koreksi efek statik pada data MT menggunakan data TEM.	
12	Metode Controlled-Source Audio- Magnetotellurics (CSAMT)	Review metode CSAMT: konsep dasar, akuisisi data. Karakteristik data CSAMT dan koreksi efek sumber.	Memahami konsep dasar metode CSAMT dan mampu menerapkan koreksi efek sumber pada data CSAMT.	
13	Diskusi dan presentasi (1)	Studi kasus eksplorasi daerah prospek geotermal pada tahap survey pendahuluan (reconnaissance).	Memahami dan mampu mensintesis data geofisika hasil survey pendahuluan secara komprehensif.	
14	Diskusi dan presentasi (2)	Studi kasus eksplorasi daerah prospek geotermal pada tahap survey detail.	Memahami dan mampu mensintesis data geofisika hasil survey detail secara komprehensif.	
15	Diskusi dan presentasi (3)	Studi kasus eksplorasi daerah prospek geotermal pada tahap pengembangan zona produksi.	Memahami dan mampu mensintesis data geofisika yang ada untuk perencanaan pengembangan produksi.	
16	Ujian Akhir Semester			

9. PB5009 Manajemen dan Ekonomi Geotermal

Kode PB5009	Kredit: 2 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Teknik Produksi & Manajemen Migas/FTTM	Sifat: Pilihan Prodi/Jalur eksplorasi dan rekayasa geotermal
Nama Mata Kuliah	Manajemen dan Ekonomi Geotermal			
	Management and Economics of Geothermal			
Silabus Ringkas	Pola pengusahaan geotermal, regulasi, lingkup proyek, perencanaan kegiatan, biaya, jadwal organisasi proyek, pengendalian proyek, mengkaji kelayakan keputusan investasi geotermal, pendanaan proyek, persiapan perangkat, implementasi proyek			
	Contractual arrangement, regulations, scope of project, planning including activities, cost, time schedule, control, feasibility study, project financing, project implementation			
Silabus Lengkap	Pola pengusahaan geotermal, peraturan, lingkup proyek dari hulu hingga hilir, perencanaan kegiatan, perencanaan biaya, meliputi biaya eksplorasi, biaya pengembangan lapangan uap dan biaya pembangunan PLTP, jadwal organisasi proyek, analisis resiko, pengendalian proyek, analisa keekonomian, analisa pendapatan, perhitungan harga listrik, arus kas, studi sensitivitas, pendanaan proyek, persiapan perangkat, implementasi proyek, studi kasus			
	Contractual arrangement, regulations, scope of project from upstream to down stream, planning of activities, cost for exploration, steam field development, power plant construction, risk analysis, time schedule, control, economic analysis, revenue analysis, calculation of electricity price, cash flow, sensitivity analysis, project financing, project implementation, case study			
Luaran (outcomes)	Mahasiswa memahami regulasi geotermal, pola pengusahaan, konsep manajemen proyek geotermal serta mampu menganalisa keekonomian proyek			
Mata Kuliah Terkait	PB5001 Sistem dan Teknologi Geotermal	Bersamaan		
Kegiatan penunjang				
Pustaka	1. Iman Soeharto (1995): Manajemen Proyek: Dari konseptual sampai Operasional, Penerbit Erlangga, 755 hal.			
	2. Panasbumi: Energi Kini dan Masa Depan, Asosiasi Panas Bumi Indonesia – 2004, 232 hal.			
	3. Sanyal, K.S. (2005): Geothermal Resource Characteristics, Development, Assessment and Management, Course Material of the 2005 World Geothermal Conference.			
	4. Engineering Economics For Geothermal Projects, Course Material, GENZL, 1987			
	5. Nenny Miryani Saptadji: Pengembangan Lapangan Panasbumi, Diktat Kuliah Program Studi Teknik Perminyakan			
	6. UU No. 27.2003 tentang Panas Bumi, PP59 Tahun 2007, UU No. 30 Tahun 2007 tentang Energi			
Panduan Penilaian	Penilaian berdasarkan tugas, quiz, laporan kajian, UTS dan UAS			
Catatan Tambahan	Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/telah dibahas.			

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	SAP, Agenda Perkuliahan, Referensi, Sistem Penilaian, Aturan	Memahami tujuan kuliah, isi kuliah (topik bahasan tiap minggu), cara evaluasi, aturan, referensi.	PB5009 Manajemen dan Ekonomi Panas Bumi
		- Status kegiatan perusahaan geotermal di Indonesia - Pola perusahaan geotermal di Indonesia - Kontrak geothermal yang tengah berjalan	Pola perusahaan panas bumi Indonesia, terms and Condition ndari Joint Operating Contract (JOC) dan Energi Sales Contract (ESC) serta kontrak JOC dan ESC di lapangan-lapangan panas bumi yang telah dimanfaatkan untuk pembangkit listrik.	5, Bab III
2-3	Peraturan Panas Bumi di Indonesia	- Perkembangan Peraturan Panas Bumi di Indonesia - Undang-Undang Panas Bumi No. 27 Tahun 2003 - PP59 Tahun 2007 - UU No. 30 Tahun 2007 tentang Energi	Memahami kegiatan operasional dan perusahaan Panas Bumi. tahap Kegiatan dari Eksplorasi sd pemanfaatan, wilayah Kerja Pertambangan (WKP), izin Usaha Pertambangan (IUP), jangka waktu IUP untuk kegiatan eksplorasi, studi kelayakan dan eksploitasi, hak dan Kewajiban pemegang IUP, perpajakan, pembinaan dan pengawasan	6
3, 4, 5	Perencanaan Proyek	- Lingkup proyek - Perencanaan kegiatan - Perencanaan Biaya - Analisis Resiko	Memahami lingkup kegiatan panas bumi dari hulu hingga hilir, unsur-unsur biaya, perkiraan biaya, akurasi, komponen modal tetap, biaya langsung, biaya tak langsung, dan komponen modal kerja	- 5, Bab IV - 1, Bagian II, Bab 9 - 3
		- Komponen kegiatan - Jadwal kegiatan - Organisasi Proyek - Tim Proyek - Perencanaan SDM	Mampu menguraikan komponen-komponen kegiatan dalam lingkup kerja, menyusun jaringan kerja, urutan kegiatan, jangka waktu kegiatan Memahami proses mengorganisir, macam-macam struktur organisasi, keunggulan dan kelemahannya, usaha pembentukan tim yang dapat bekerja secara terpadu dan efektif	- 1, Bagian II, Bab 12 - 1, Bagian I, Bab 5
6	Pengendalian Proyek	Analisis varians Analisis konsep nilai hasil	Memahami teknik dan metoda pengendalian biaya, jadwal dan kinerja	- 1, Bagian III, Bab 18
7	Ujian Tengah Semester			
8	Pengendalian Proyek	Analisis varians Analisis konsep nilai hasil	Memahami teknik dan metoda pengendalian biaya, jadwal dan kinerja	- 1, Bagian III, Bab 18
9	Mengkaji kelayakan dan keputusan investasi	Biaya investasi Analisis Pendapatan dan aliran kas	Memahami: sistematis analisis kelayakan investasi, perkiraan biaya investasi perusahaan panas bumi, proyeksi pendapatan, profil biaya dan pendapatan	- Bagian II, Bab 9, Bab 24
10		Analisis keekonomian	Menentukan: nilai waktu dari uang, periode pengembalian, Return on Investment, nilai sekarang, arus pengembalian internal, indeks profitabilitas, benefit-cost ratio.	- 1, Bagian IV, Bab 25 - 5, Bab VI - 4
11		- Studi Kasus - Analisa hasil analisis sensitivitas	Memahami pengaruh beberapa parameter/biaya terhadap keekonomian proyek dan harga listrik	-
12	Pendanaan Proyek	- Sumber dan macam pendanaan proyek - Menghitung biaya model - Peranan penyandang dana - Pengajuan Pendanaan - Proyeksi penarikan dana	Memahami berbagai sumber pendanaan: menerbitkan saham, laba ditahan, pinjaman (loan), pola BOT (Built, Operate and Transfer), berbagai jenis pinjaman, cara penentuan biaya hutang, biaya modal ekuitas, MARR, peranan penyandang dana Memahami langkah-langkah yang harus dilakukan [ihak peminjam dan pemberi pinjaman	- 1, Bagian IV, Bab 27
13	Persiapan Perangkat	Peranan Pemilik Proyek Persiapan Perangkat	Memahami perangkat yang harus disiapkan, antara lain dokumen kontrak dan paket lelang, roses memilih kontraktor, jasa konsultasi, konsultan manajemen Pproyek dan sistem Informasi Manajemen Proyek	-1 Bagian V
14	Implementasi Proyek	Lingkup Kerja proyek Urutan pekerjaan Laporan	Memahami lingkup kerja, engineering, pengadaan dan konstruksi, program dan pedoman implementasi, urutan pekerjaan, laporan kemajuan pekerjaan dan biaya	-1 Bagian VI
15	Kuliah Tamu dari PT PERTAMINA	Implementasi Proyek	Memahami lingkup kerja, engineering, pengadaan dan konstruksi, program dan pedoman implementasi, urutan pekerjaan EPC Proyek	-
16	Ujian Akhir Semester			

10. PB5010 Perancangan Pendoran

Kode Matakuliah: PB5010	Bobot sks:2 SKS	Semester: Ganjil/Genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Teknik Produksi & Managemen Migas/FTTM	Sifat: Pilihan Prodi/Jalur Pilihan Rekayasa Geotermal
Nama Matakuliah	Perencanaan Pendoran			
	Drilling Plan and Operation			
Silabus Ringkas	Perencanaan sumur pendoran, metoda dan peralatan pendoran, desain sumur dan penyelesaian sumur			
Silabus Lengkap	Perencanaan tempat dan lokasi sumur, target pendoran, geometri sumur, metoda pendoran, peralatan pendoran, desain casing (pipa selubung), lumpur pendoran, semen, mekanika batuan; directional drilling, pengukuran dan monitoring saat pendoran/pengumpulan data, penyelesaian sumur, perencanaan biaya pendoran, perbedaan pendoran sumur migas dan sumur geothermal. Pada kuliah ini akan diberikan Pemahaman secara komprehensif dari seluruh aspek teknik pendoran dengan			
Luaran (Outcomes) Matakuliah Terkait	Mahasiswa memahami dan menguasai prinsip-prinsip teknik pendoran sumur geotermal serta perencanaannya.			
Matakuliah Terkait	Teknik Produksi Geotermal	Bersamaan		
	Utilisasi Geotermal	Bersamaan		
Kegiatan Penunjang	tutorial, diskusi dan workshop untuk memungkinkan peserta didik lebih mampu mendisain dan mengevaluasi seluruh aspek operasi pendoran			
Pustaka	1. Rubiandini R.R.S, "Perancangan Pendoran", Diklat Program Studi Teknik Perminyakan ITB, Bandung, 2002			
	2. Rabia H., "Oil Well Drilling Engineering...", Univ. of Newcastle,			
	3. Burgoyne, "Applied Drilling Engineering", SPE, USA, 1986			
	4. Mian M.A., "Petroleum Engineering Handbook...", Penn Well, Tulsa, 1992			
	5. Adam N.J., "Drilling Engineering....", Penn Well Publ., 1985			
	6. DiPippo, R. (2008):Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact, Elsevier, Second Edition, Second Edition, 493 pp			
Panduan Penilaian	Penilaian berdasarkan tugas, quiz, laporan kajian, UTS dan UAS			
Catatan Tambahan	Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/telah dibahas.			

Rincian kuliah PB5010 Perancangan Pemboran

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	SAP, Agenda Perkuliahan, Referensi, Sistem Penilaian Aturan	Memahami tujuan kuliah, isi kuliah (topik bahasan tiap minggu), cara evaluasi, aturan, referensi	SAP PB5010
	Peralatan pemboran	5 sistem pemboran	Memahami hoisting system, circulating system, rotating system, BOP system dan power system	2, Bab 2, 3, 4 8, Bab 3
2	Profil tekanan dan temperatur sumur geotermal	Tekanan dan temperature Litologi batuan, Mohr-Coulomb	Memahami profil tekanan dan temperatur sumur geothermal Memahami analisis litologi batuan selama operasi pemboran Memahami aplikasi profil tekanan dan temperatur untuk desain pemboran	1, Bab 1 dan 2
3	Persiapan Pemboran	1. Penentuan target pemboran, Persiapan lokasi dan sumur 2. Persiapan kontrak-kontrak	Memahami dasar-dasar penentuan target pemboran, persiapan tempat dan Lokasi pemboran, Target pemboran, konfigurasi sumur, konfigurasi casing, kontrak-kontrak dalam pemboran, SDM 4dalam operasi pemboran	6, Bab 3
4	Lumpur Pemboran	1. Sifat fisik lumpur pemboran 2. Jenis lumpur pemboran 3. Pemilihan lumpur pemboran 4. Blind drilling	Memahami sifat fisik lumpur (densitas, viskositas, gel strength, dan filtration loss), sifat lumpur pada P dan T tinggi, jenis-jenis lumpur pemboran dan faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lumpur pemboran	2, Bab 6
5	Hidrolika Fluida Pemboran	Hidrolika Fluida Pemboran	Memahami perhitungan pressure loss pada system sirkulasi	
6	Desain casing	Metoda Filipina, Iceland & New Zealand Pemilihan material casing	Memahami perhitungan tekanan burst, colapse, tension dengan metode yang umum digunakan di lapangan geoterma	
7	Semen dan Penyemenan	Teori Semen dan Penyemenan	Memahami sifat fisik semen (densitas, WCR, WOC, filtration loss)	2, Bab 11
8	Ujian Tengah Semester			
9	Vertical Well Drillstring Design & Bottom Hole Assembly	Parameter pada Drillpipe, Yield Strength, Collapse Resistance, Pemilihan komposisi drillpipe pada lubang verikal	Memahami perhitungan mendesain rangkaian drill string untuk sumur Vertikal Memahami fungsi dan prinsip kerja BHA	2, Bab 2
10	Prinsip Pemboran	- Alasan dilakukannya pemboran berarah, - Dasar perhitungan 3D trajectory lubang - Prinsip pengukuran inklinasi dan azimuth, - Metoda disain Trajectory hasil pengukuran	Memahami perhitungan inklinasi dan azimuth pada pemboran berarah, serta evaluasi Trajectory dari hasil pengukuran MWD	
11	Well Kick & Pressure Control	- Penyebab terjadi wellkick, - Tanda-tanda terjadi wellkick, - Teknik penanggulangan wellkick dengan pressure control	Memahami Penyebab terjadinya wellkick, tanda-tanda wellkick pada saat menggunakan DP dan tanpa DP. Memahami dasar penanggulangan wellkick dengan metoda pressure control	1, Bab 3
12	Konstruksi dan spesifikasi sumur	Konstruksi dan spesifikasi sumur berdasarkan litologi batuan, kedalaman kaki casing, produksi, dll.	Memahami desain konstruksi sumur dan spesifikasi sumur	
13	Geomekanika dan kestabilan lubang bor	Mekanika batuan, desain casing dan lumpur terintegrasi	Memahami perencanaan geomekanik dan menstabilkan lubang bor	

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
14	Manajemen desain pemboran	Manajemen desain pemboran dengan menggunakan data GGR, dll	Mampu membuat desain pemboran sederhana	
15	Manajemen operasi pemboran	Manajemen operasi pemboran	Mampu merencanakan operasi pemboran secara keteknikan dan keekonomian	
16	<i>Ujian Akhir Semester</i>			

11. PB5011 Teknik Produksi Geotermal

Kode Matakuliah: PB5011	Bobot sks: 3 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Teknik Reservoir/FTM	Sifat: Wajib Prodi/Jalur Rekayasa Geotermal
Nama Matakuliah	Teknik Produksi Geotermal			
	Geothermal Production Engineering			
Silabus Ringkas	Kompleksi sumur, fasilitas produksi, dasar-dasar teknik produksi geotermal, pengukuran aliran, tekanan dan temperatur, penentuan kehilangan tekanan dan kehilangan panas, simulasi sumur, perencanaan, pelaksanaan dan interpretasi PTS Survey, permasalahan scaling, korosi, monitoring kinerja produksi.			
	Well completion, production facilities, basic geothermal production, measurements of flow, pressure and temperature, pressure drop and heat losses, well bore simulation, planning, operation and interpretation of PTS survey, scaling, corrosion, production monitoring			
Silabus Lengkap	Kompleksi sumur geotermal, fasilitas produksi di lapangan dominasi uap dan lapangan dominasi air, dasar-dasar teknik produksi geotermal, cara pengukuran tekanan, temperatur dan aliran di lapangan, penerapan mekanika fluida, termodinamika, perpindahan panas dan masa untuk menentukan kehilangan tekanan, panas dan masa di sumur dan pipa alir permukaan, pengembangan model sumur, simulasi kinerja sumur dan prediksi kinerja sumur, perencanaan, pelaksanaan dan interpretasi PTS Survey, permasalahan scaling dan korosi, cara pencegahannya, pemantauan kinerja sumur,			
	Completion of geothermal wells, production facilities in vapor dominated field and water dominated field, basic geothermal production, measurements of pressure, temperature and flow rates, application of fluid mechanic, thermodynamic, mass and heat transfer for calculating pressure drop and heat loss in wells and surface transmission line, well modelling/well bore simulation, problems of corrosion and scaling, planning, operation and interpretation of PTS survey, monitoring well performance.			
Luaran (Outcomes)	Mahasiswa menguasai metoda dan teknik produksi, mulai dari penyelesaian dan pengujian sumur hingga mengalirkan fluida dari sumur hingga ke pembangkit listrik dan ke sumur injeksi, memonitor dan memprediksi kinerja sumur, kehilangan tekanan serta menangani permasalahan produksi.			
Matakuliah Terkait	PB5001 Sistem dan Teknologi Geotermal			Prerequisit
Kegiatan Penunjang				
Pustaka	1. DiPippo, R. (2008): Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact, Elsevier, Second Edition, 493 pp			Pustaka Utama
	2. Grant M. and Bixley, P.F. (2011), Geothermal Reservoir Engineering 2nd edition, Elsevier- Academic Press, 359 pp.			Pustaka Utama
	3. Grant, M.A., Donaldson, I.G., and Bixley, P.F., 1982, Geothermal Reservoir Engineering, Academic Press, first edition			Pustaka Utama
	4. Uwera Rutagarama (2012), The role of well testing in geothermal resource assessment, Master thesis, Faculty of Earth Sciences, School of Engineering and Natural Sciences University of Iceland Reykjavik, March 2012			Pustaka Penunjang
	5. Gudni Axelsson and Benedikt Steingrimsson (2012): Logging, Testing and Monitoring Geothermal Wells, Presented at "Short Course on Geothermal Development and Geothermal Wells", organized by UNU-GTP and LaGeo, in Santa Tecla, El Salvador, March 11-17, 2012.			Pustaka Penunjang
	6. Nenny Miryani Saptadji (2001): Teknik Panas Bumi			Pustaka Utama
	7. Transaction of the ASME, Desember 1962, Murdock Two-phase Measurements With Orifice,			Pustaka Utama
	8. Freeston D. H & Browne P.R.L (1994) : Geothermal Technology, Materi kursus Teaching the Teachers, 1994, 146 pp			Pustaka Utama
	9. Brill J.P. and Beggs H.D. (1991): Two Phase Flow in Pipes. University of Tulsa, Sixth Edition			Pustaka Penunjang
	10. Hadgu T. (1989): Vertical Two-Phase Flow Studies and Modelling of Flow in Geothermal Wells. University of Auckland, Department of Mechanical Engineering, Ph.D. Thesis			Pustaka Penunjang
	11. Freeston D.H. and Teklu Hadgu (1987): Modelling of Geothermal Wells with Multiple Feed Points: A Preliminary Study, Proceedings NZ Geothermal Workshop 1987.			Pustaka Penunjang
	12. Leaver J.D and Freeston D.H. (1987), Simplified Prediction of Output Curves, for Steam Wells, Proceedings 9th NZ Geothermal Workshop 1987.			Pustaka Penunjang

	13. <i>Jantiur Situmorang (2011), Bagaimana Merencanakan dan Menganalisa Hasil Survey Pressure Temperature Spinner (PTS) pada Sumur Panas Bumi, materi training Prodi S2 Teknik Panas Bumi ITB.</i>	<i>Pustaka Utama</i>
	14. <i>Selected papers</i>	<i>Pustaka Penunjang</i>
Panduan Penilaian	<i>Penilaian berdasarkan tugas-tuga, quiz, rangkuman hasil kajian literatur, UTS dan UAS dimana bobot UTS dan UAS setara</i>	
Catatan Tambahan	<i>Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/telah dibahas.</i>	

Rincian Kuliah PB5011 Teknik Produksi Geotermal

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> - Overview - Tujuan kuliah, pokok bahasan, sistim penilaian, peraturan, Referensi - Kuliah Pendahuluan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memahami tujuan kuliah, isi kuliah (topik bahasan tiap minggu), cara evaluasi, aturan dan referensi. 2. Memahami Lingkup bahasan teknik produksi., aliran fluida dari reservoir ke sumur, Aliran fluida dari dasar sumur ke permukaan, Aliran fluida di pipa alir permukaan dan faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya laju alir masa fluida dan enthalpy, 	<ol style="list-style-type: none"> 1, Chapter 4 2, Chapter 5 3.
2 & 3	Uji produksi sumur geotermal	<ul style="list-style-type: none"> - Review uji produksi: tujuan, metoda, output curve (deliverability curve) - Uji Tegak - Uji Datar - Uji sumur dengan metoda kalorimeter - Uji sumur dengan metoda separator 	Memahami metoda, data lapangan yang dikumpulkan saat pengujian, cara pengolahan data untuk menentukan laju alir masa dan enthalpy pada beberapa tekanan kepala sumur serta menggambarkan output curve (deliverability curve)	2, 6,
4 & 5	Pengukuran Laju Alir Fluida	<ul style="list-style-type: none"> - Dasar mekanika fluida - Prinsip Pengukuran Laju Alir - Jenis-jenis Alat Ukur - Differential Flow Meter: Orifice dan Venturi - Instalasi Differential Flow Meter: Orifice dan Venturi - Prosedur Perhitungan Laju Alir Menggunakan Differential Flow Meter - Desain Pengukuran Laju Alir Menggunakan Differential Flow Meter 	Mampu memahami dasar-dasar mekanika fluida yang digunakan dalam pengukuran laju alir, berbagai jenis alat ukur laju alir, keuntungan/kerugian masing-masing alat ukur, dasar penginstalasian differential flow meter dan mampu menjelaskan prosedur perhitungan serta desain pengukuran laju alir menggunakan differential flow meter.	<ul style="list-style-type: none"> - 7, - Ali Ashat: Pengukuran Laju Alir Uap, Materi Kuliah
6	Pemodelan Aliran di Sumur Uap	<ul style="list-style-type: none"> - Pemodelan Kurva Produksi - Prediksi Perubahan Kemampuan Produksi Sumur - Pemodelan Sumur Bighole - Studi kasus 	Mampu mengembangkan model sumur yang dapat menirukan kurva produksi sumur dan memprediksi perubahannya akibat penurunan tekanan reservoir maupun perubahan konfigurasi casing.	8, 12
7	Ujian Tengah Semester			
8	Aliran fluida dua fasa	<ul style="list-style-type: none"> - Homogeneous Model - Separated Model - Pemodelan alir di sumur dua fasa - Pemodelan aliran di pipa alir dua fasa 	Memahami aliran vertikal dan aliran horizontal di sumur dan pipa alir dua fasa, memahami konsep dari homogeneous, separated dan mechanistic model untuk perhitungan kehilangan tekanan, serta mampu memperkirakan besarnya kehilangan tekanan di sumur dan di pipa alir pipa alir dua fasa	15
9	Penentuan Kehilangan Panas di Pipa Alir Fluida Geotermal: Teori Dasar Perpindahan Panas (1)	<ul style="list-style-type: none"> - Review Perpindahan panas secara konduksi - Review Perpindahan panas secara konveksi 	<ul style="list-style-type: none"> - Memhami prinsip perhitungan perpindahan panas secara konduksi di silinder, mampu membedakan antara steady dan transient heat conduction, dan menerapkannya untuk menghitung perpindahan panas yang terjadi di sumur dan di pipa alir permukaan - Memahami mekanisme perpindahan panas secara konveksi, klasifikasinya, Reynold, Prandtl dan Nusselt Numbers, perbedaan antara aliran laminar dan turbulen dan perpindahan panas dan momentum dalam aliran turbulen, penurunan persamaan differential untuk mrepresentasikan konveksi berdasarkan keseimbangan massa, momentum dan energi dan menerapkan dalam suatu kasus sederhana serta menentukan friction and heat transfer coefficient 	

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
10	Penentuan Kehilangan Panas di Pipa Alir Fluida Geotermal: Teori Dasar Perpindahan Panas (2)	<p>Review:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perpindahan Panas Konveksi Paksa Luar (External Forced Convection) - Perpindahan Panas Konveksi Paksa Dalam (Internal Forced Convection) - Konveksi Alamiyah atau konveksi bebas (Natural Convection) - Boiling and condensation 	<ul style="list-style-type: none"> - Memahami perbedaan antara aliran dalam dan aliran luar dan persamaan-persamaan untuk perhitungan kehilangan tekanan dan koefisien perpindahan panas, - Memahami cara penentuan kecepatan dan temperatur rata-rata dari profile kecepatan dan temperatur fluida yang mengalir didalam pipa. - Memahami mekanisme dari konveksi alamiyah. - Memahami perbedaan antara evaporasi dan pendidihan, jenis-jenis pendidihan, boiling curve dan boiling regimes, penentuan koefisien perpindahan panas untuk kondensasi film di dalam tabung atau pipa horizontal dan penerapannya dalam bidang panas bumi 	
11-12	Perhitungan Kehilangan Panas di Pipa Alir Fluida Geotermal	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem Above Ground (SAG): Fasilitas Produksi di Permukaan. - Persamaan Dasar Aliran - Prinsip perhitungan heat losses dalam pipa - Koefisien perpindahan panas aliran satu fasa - Koefisien perpindahan panas dengan adanya kondensasi - Koef. perpindahan panas pada pipa bagian luar pipa - koefesien perpindahan panas total - Penentuan enthalpy dan temperatur - Penentuan laju alir massa di pipa alir uap dan laju alir masa kondensate ke dalam catchpot 	<ul style="list-style-type: none"> - Mampu menerapkan pengetahuannya untuk melakukan perhitungan kehilangan panas di pipa alir fluida geotermal, khususnya pipa alir uap dan pipa alir dua fasa (campuran uap air) - Mampu menerapkan metoda penentuan kehilangan tekanan dan panas serta prinsip-prinsip perpindahan panas dan masa untuk mengembangkan model yang dapat menurunkan perubahan tekanan, temperatur di pipa alir/mampu membuat model aliran uap panas bumi dan memprediksi kehilangan tekanan dan panas yang terjadi. 	1, 6
13-14	Pemisahan Fluida/ Separator	<ul style="list-style-type: none"> - Sejarah Pengembangan Separator Fluida Geotermal - Karakteristik dan Tipe-tipe Separator Cyclone - Performa Separator Cyclone: Perhitungan Teoritis (Penurunan Tekanan dan Efisiensi Separator), Performa Cyclone, Analisa Performa (Pengaruh Ukuran, Efek Steam Inlet, Efek Kecepatan Steam Inlet, Efek Wetness di Inlet) - Mekanisme Aliran dalam Cyclone Separator - Latihan Mendesain Separator dan Silencer 	Memahami sejarah pengembangan separator fluida panas bumi, karakteristik dan tipe-tipe separator cyclone, performa separator cyclone, mekanisme aliran dalam cyclone separator serta langkah-langkah dalam mendesain separator dan silencer.	14
15	Stimulasi Sumur dan Perekahan Batuan	Tujuan dan Metoda	Mahasiswa memahami tujuan dan metoda dari simulasi sumur dan perekahan batuan dalam rangka meningkatkan produktivitas sumur	Selected papers
16	Ujian Akhir Semester			

12. PB5012 Utilisasi Geotermal

Kode Matakuliah: PB5012	Bobot sks: 3 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Konversi/FTMD	Sifat: Wajib Prodi/Jalur Rekayasa Geotermal
Nama Matakuliah	Utilisasi Energi Geotermal Geothermal Energy Utilization			
Silabus Ringkas	Pemanfaatan geotermal untuk sektor listrik dan non listrik, siklus konversi energy, perhitungan daya listrik atau konsumsi uap; analisa exergy; pemanfaatan geotermal langsung untuk pengeringan, pemanasan dan pemanfaatan lainnya Utilization of geothermal energy for electricity generation and for direct uses, energy conversion cycles, calculation of power output or steam consumption, exergy analysis; direct uses of geothermal energy for drying, heating and others			
Silabus Lengkap	Pemanfaatan energi geotermal untuk sektor listrik dan non listrik, jenis-jenis siklus/system konversi energy yang digunakan di beberapapembangkit listrik tenaga panasbumi di dunia dan di Indonesia, jenis-jenis dan prinsip kerja turbin, kondensor, menara pendingin, sistem ekstrasi gas, perhitungan daya listrik atau konsumsi uap atau konsumsi uap untuk pembangkit listrik siklus uap kering, siklus uap hasil pemisahan, siklus uap hasil penguapan, siklus uap hasil penguapan ganda, siklus binari; analisa exergy; pemanfaatan geotermal langsung untuk pengeringan produk pertanian, pemanasan rumah kaca, pemanasan tanah dan pemanfaatan lainnya Utilization of geothermal energy for electricity generation and for direct uses, types of energy conversion cycles/system applied in a number of geothermal power plant in the world and in Indonesia, types of turbine, condensor, cooling tower, gas extraction system, calculation of power output or steam consumption for power plant with dry steam cycle, separated steam cycle, single flash cycle, double flash cycle, binary cycle, exergy analysis; direct uses of geothermal energy for drying agricultural product, green house , soil heating and others			
Luaran (outcomes)	Peserta memahami berbagai alternatif pemanfaatan energi panasbumi dan kriteria pemilihannya, berbagai siklus konversi energi, yaitu siklus uap kering, siklus uap hasil pemisahan, siklus uap hasil penguapan, siklus pemisahan bertingkat, siklus kombinasi, siklus binari, serta menerapkan konsep termodinamika untuk perhitungan daya listrik/konsumsi uap dari Pembangkit Listrik Tenaga Panasbumi (PLTP), menerapkan konsep perpindahan panas dan masa untuk mendesain berbagai alat penukar panas di bidang panasbumi, menerapkan konsep exergy untuk analisa efisiensi PLTP, mendesain alat penukar panas, sistim pendinginan udara, cooling tower, ekstrasi gas.			
Matakuliah terkait	PB5001 Sistem dan Teknologi Geotermal		Pra-syarat	
	PB5006 Teknik Reservoir Geotermal		Bersamaan	
	PB5011 Teknik Produksi Geotermal		Bersamaan	
Kegiatan Penunjang				
References/Bibliography	<ol style="list-style-type: none"> DiPippo, R. (2008): <i>Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact</i>, Elsevier, Second Edition, 493 pp Wahl F.E., (1977): <i>Geothermal Energy Utilization</i>, John Wiley & Sons, Inc., Canada. <i>Geothermal Energy Resources for Developing Country</i>, Knapp Chandrasekharam D. and Bundschuh (eds), @ 2002 R. Vummerstedt, L.: <i>Small Geothermal Projects for Rural Electrification</i>, ISBN 90 5809 522 3, A.A. Balkema Publisher, Tokyo, 413 pp Dickson M. Han Fanelli M (1990): <i>Small Geothermal Resources, A Guide to Development and Utilization</i>, UNITAR & UNDP Development and Utilisation. Kestin J., Dipippo R. et al. (editors) : (1990) : <i>Sourcebook On the Production of Electricity From Geothermal Energy</i>, United States Department of Energy, 997 pp. Armstead, H.C.H. (1983): <i>Geothermal Energy</i>, 2nd Edition, London, 365 pp Nenny Miryani Saptadji (2001): <i>Teknik Panas Bumi</i>, Diklat Kuliah Prodi Teknik Perminyakan. <i>Integrated Use of Geothermal Energy, Pre and Post Congress Course</i>, World Geothermal Congress 2005, Antalya-Turkey, 244 pp <i>Geothermal Energy Resources for Developing Country</i>, Knapp Chandrasekharam D. and Bundschuh (eds), @ 2002 Lund, J, W: <i>Direct Heat Utilization of Geothermal Resources</i>, ISBN 90 5809 522 3, A.A. Balkema Publisher, Tokyo, 413 pp <i>Geothermal Energy Resources for Developing Country</i>, Knapp Chandrasekharam D. and Bundschuh (eds), @ 2002 Lund, J, W and Lienau, P.J.: <i>Agri-bussiness Uses of Geothermal Energy</i>, ISBN 90 5809 522 3, A.A. Balkema Publisher, Tokyo, 413 pp 			
Panduan Penilaian	Penilaian berdasarkan tugas-tugas, quiz, rangkuman hasil kajian literatur, UTS dan UAS			
Catatan Tambahan	Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/dibahas.			

Uraian Rinci Materi Kuliah PB5012 Utilisasi Geotermal

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1.	Pendahuluan	Road Map: Tujuan kuliah, pokok bahasan, sistim penilaian, peraturan	Memahami tujuan kuliah, isi kuliah (topik bahasan tiap minggu), cara evaluasi, aturan, referensi.	SAP PB5012 Utilisasi Geotermal
		<ul style="list-style-type: none"> - Overview Pemanfaatan Geotermal untuk Pembangkit Listrik - Jenis-jenis siklus konversi energi untuk pembangkit listrik - Central Power Plant - Well Head Generating Unit - Dasar pertimbangan pemilihan kapasitas, jenis sistem pembangkit dan jenis siklus konversi 	Mengingat kembali tentang berbagai pemanfaatan energi panas bumi di dunia, baik untuk sektor listrik maupun sektor non listrik, memahami jenis-jenis siklus konversi yang ada dan telah dimanfaatkan, memahami perbedaan dari central power plant dan well head generating unit, keunggulan dan kelemahannya, faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan kapasitas, jenis sistem pembangkit dan jenis siklus konversi	- 7 Bab 8 dan Bab 9 - 3
2.	Pembangkit Listrik Siklus Uap Hasil Pemisahan (Separated Steam Cycle)	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem Fasilitas Produksi Uap (Steam Gathering System) - Sistem Pembangkit Listrik: Daftar peralatan dan masing-masing fungsinya - Sistem Konversi Energi - Proses Konversi Termodinamika: - Pemilihan Kondisi Separator Optimum - Studi Kasus-1: Perhitungan konsumsi uap untuk pembangkit listrik siklus uap hasil pemisahan dan studi sensitivitas 	<ul style="list-style-type: none"> - Memahami sistem fasilitas produksi uap, sistem pembangkit listrik, faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam merencanakan jaringan pipa alir uap, memahami sistem konversi energi, menggambarkan proses dalam diagram TS (Temperatur-Entropi), proses pemisahan uap, proses ekspansi di turbin, proses di kondensor, cooling tower dan efisiensi pemanfaatan. - Menguasai cara perhitungan daya atau konsumsi uap untuk pembangkit listrik siklus uap hasil pemisahan dan penentuan kondisi optimum 	- 1 Bab 5 - 7 Bab 9
3.		<ul style="list-style-type: none"> - Sistem Fasilitas Produksi Uap (Steam Gathering System) - Sistem Fasilitas Produksi Uap (Steam Gathering System) - Sistem Pembangkit Listrik: Daftar peralatan dan masing-masing fungsinya - Sistem Konversi Energi - Proses Konversi Termodinamika: - Optimisasi - Studi Kasus-2: Perhitungan konsumsi uap untuk pembangkit listrik siklus uap hasil pemisahan dan studi sensitivitas 	<ul style="list-style-type: none"> - Memahami sistem fasilitas produksi uap, faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam merencanakan jaringan pipa alir uap, memahami sistem konversi energi, menggambarkan proses dalam diagram TS (Temperatur-Entropi), proses pemisahan uap, proses ekspansi di turbin, proses di kondensor, cooling tower dan efisiensi pemanfaatan. - Menguasai cara perhitungan daya atau konsumsi uap untuk pembangkit listrik siklus uap hasil pemisahan dan penentuan kondisi optimum 	- 1 Bab 6 - 7 Bab 9
4.	Pembangkit Listrik Siklus Uap Hasil Penguapan Ganda (Double Flash Cycle)	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem Fasilitas Produksi Uap (Steam Gathering System) - Sistem Fasilitas Produksi Uap (Steam Gathering System) - Sistem Pembangkit Listrik: Daftar peralatan dan masing-masing fungsinya - Sistem Konversi Energi - Proses Konversi Termodinamika: - Optimisasi - Studi Kasus-2: Perhitungan konsumsi uap untuk pembangkit listrik siklus uap hasil pemisahan dan studi sensitivitas 	<ul style="list-style-type: none"> - Memahami sistem fasilitas produksi uap, faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam merencanakan jaringan pipa alir uap, memahami sistem konversi energi, menggambarkan proses dalam diagram TS (Temperatur-Entropi), proses pemisahan uap, proses ekspansi di turbin, proses di kondensor, cooling tower dan efisiensi pemanfaatan. - Menguasai cara perhitungan daya atau konsumsi uap untuk pembangkit listrik siklus uap hasil pemisahan dan penentuan kondisi optimum 	- 1 Bab 6 - 7 Bab 9
5.		<ul style="list-style-type: none"> - Sistem Fasilitas Produksi Uap (Steam Gathering System) - Sistem Fasilitas Produksi Uap (Steam Gathering System) - Sistem Pembangkit Listrik: Daftar peralatan dan masing-masing fungsinya - Sistem Konversi Energi - Proses Konversi Termodinamika: - Optimisasi - Studi Kasus-2: Perhitungan konsumsi uap untuk pembangkit listrik siklus uap hasil pemisahan dan studi sensitivitas 	<ul style="list-style-type: none"> - Memahami sistem fasilitas produksi uap, faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam merencanakan jaringan pipa alir uap, memahami sistem konversi energi, menggambarkan proses dalam diagram TS (Temperatur-Entropi) - Menguasai cara menghitung daya atau konsumsi uap untuk pembangkit listrik siklus uap hasil pemisahan 	- 1 Bab 7 - 7 Bab 9
6.	Pembangkit Listrik Siklus Uap Kering	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem Pengumpul Uap (Steam Gathering System) - Sistem Konversi Energi - Tekanan Kepala Sumur optimum (Optimum Wellhead Pressure) - Penentuan konsumsi uap untuk PLTP Kamojang - Studi Kasus-3: konsumsi uap untuk PLTP Darajat dan studi sensitivitas 	<ul style="list-style-type: none"> - Memahami sistem fasilitas produksi uap, faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam merencanakan jaringan pipa alir uap, memahami sistem konversi energi, menggambarkan proses dalam diagram TS (Temperatur-Entropi) - Menguasai cara menghitung daya atau konsumsi uap untuk pembangkit listrik siklus uap hasil pemisahan 	- 1 Bab 7 - 7 Bab 9
7.	Pembangkit Listrik Siklus Binari (Binary Cycle)	<ul style="list-style-type: none"> - Dasar-dasar Sistem Binari - Analisis Turbin, Kondensor, Pompa, Alat Penukar Panas dan analisis siklus secara keseluruhan - Pemilihan Fluida Kerja - Jenis-jenis Siklus Binari: - Siklus Binari Kalina - Analisis Siklus Binari 	<ul style="list-style-type: none"> - Memahami prinsip kerja dari siklus binari, kriteria pemilihan fluida dalam sistem binari, siklus binari ideal, siklus binari dua tekanan (dual-pressure binary cycle), siklus binari dua fluida, (dual-fluid binary cycle), siklus binari Kalina dan menguasai cara menganalisis siklus binari 	- 1 Bab 8
8.	- Ujian Tengah Semester			-
9.	Pembangkit Listrik dengan Sistem Konversi Energi Lain	<ul style="list-style-type: none"> - Hybrid Single-Flash and Double-Flash Plants - Hybrid Flash-Binary Hybrid System - Hybrid Fossil-Geothermal System - Combined Power plant 	<ul style="list-style-type: none"> - Memahami prinsip kerja dari siklus hibrid dan kombinasi 	- 1 Bab 9

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
10.	Analisa Exergy	<ul style="list-style-type: none"> - Perbedaan exergy dan energi - Efisiensi exergy/utilisasi - Analisa exergy - Penerapan efisiensi exergy untuk analisa PLTP 	Memahami perbedaan exergy dan energi konsep-konsep termodinamika untuk perhitungan efisiensi exergy dan menerapkan konsep exergy untuk melakukan analisa PLTP	- 1 Bab 10
11.				
12.	Pemanfaatan Langsung Geotermal	<ul style="list-style-type: none"> - Overview Pemanfaatan Langsung Energi Geotermal - Pemanfaatan Energi Geotermal untuk Agro Bussiness 	Memahami berbagai konsep dan desain pemanfaatan geotermal untuk pemanasan, pengeringan dan pemanfaatan lain, khususnya sistem untuk pengeringan biji-bijian dan beras, sistem untuk pengeringan buah-buahan, pengeringan bawang, dan sayuran, sistim pasteurisasi susu	- 6, 7, 8, 9
13.				
14.	Pemanfaatan Langsung Geotermal untuk Sterilisasi Media Jamur (Kuliah Tamu dari BPPT)	<ul style="list-style-type: none"> - Konsep - Skema diagram alir - Peralatan - Hasil 	Memahami konsep, desain dan peralatan yang digunakan oleh BPPT untuk sterilisasi media jamur di lapangan Kamojang	-
15.	Pemanfaatan Langsung Geotermal untuk pengeringan kopra dan gula aren di lapangan Lahendong (Kuliah Tamu dari PT Pertamina Geothermal Energy)	<ul style="list-style-type: none"> - Konsep - Skema diagram alir - Peralatan - Hasil 	Memahami konsep, desain dan peralatan yang digunakan untuk pengeringan kopra dan gula aren di lapangan Lahendong	-
16.	Ujian Akhir Semester			-

13. PB5013 Metodologi Penelitian

Kode Matakuliah: PB6002	Bobot sks: 3 SKS	Semester: Ganjil/Genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Ilmu dan Teknik Geofisika/FTTM	Sifat: Wajib Prodi/Jalur Eksplorasi dan Rekayasa Geotermal
Nama Matakuliah	Metodologi Penelitian			
	Research Methodology			
Silabus Ringkas	Konsep metodologi penelitian, elemen dan proses penelitian, penyusunan proposal tesis, komunikasi efektif dalam bentuk karya tulis ilmiah dan laporan teknis serta presentasi.			
	Concepts of research methodology, elements and process of research, thesis proposal preparation, effective communication skills in scientific and technical writing and presentation.			
Silabus Lengkap	Konsep metodologi penelitian dan metode ilmiah. Elemen dan proses penelitian: pemilihan topik, perumusan masalah, kerangka pemikiran, hipotesis penelitian, metode dan desain penelitian, operasionalisasi dan penyimpulan hasil penelitian. Implementasi metodologi penelitian dalam penyusunan proposal tesis. Komunikasi efektif: tata-tulis laporan teknis dan makalah ilmiah, teknik presentasi			
	Concept of research methodology and scientific methods. Elements and process of research: selection of topics, problem statement, conceptual framework, research hypothesis, research method and design, research operationalisation and results finding. Implementation of research methodology for thesis proposal preparation. Scientific and technical communication: writing technical report and scientific paper, effective presentation.			
Luaran (Outcomes)	Mahasiswa memiliki pengetahuan dan mampu menerapkan prinsip metodologi penelitian, publikasi ilmiah dan komunikasi teknis / ilmiah sesuai kaidah yang berlaku di lingkungan akademik dan profesi.			
Matakuliah Terkait				
Kegiatan Penunjang	Studi literatur, diskusi, tugas-tugas pembuatan makalah, proposal tesis, presentasi.			
Pustaka				
Panduan Penilaian	Penilaian didasarkan pada tugas-tugas diskusi, tugas-tugas pembuatan makalah, proposal tesis, presentasi sebagai pengganti UTS dan UAS.			
Catatan Tambahan	Pustaka yang dianjurkan pada mahasiswa adalah buku, paper, makalah presentasi atau materi lain yang secara umum berkaitan dengan setiap topik / sub-topik yang dibahas. Pustaka tersebut dapat dicari dan diunduh dari halaman web internet.			

Rincian Kuliah PB6002 Metodologi Penelitian

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	Pengantar perkuliahan: topik yg dibahas, aturan kuliah, overview mengenai pentingnya metodologi penelitian dan komunikasi ilmiah.	Memahami pentingnya metodologi penelitian dan komunikasi ilmiah sebagai bagian dari proses pengembangan ilmu dan teknologi serta kompetensi.	
2	Metodologi penelitian (1)	Konsep metodologi penelitian dan metode ilmiah. Elemen dan proses penelitian (1): pemilihan topik, perumusan masalah, kerangka pemikiran.	Memahami konsep metodologi penelitian dan mampu menyusun rencana dan implementasi penelitian sesuai tahapan dan proses penelitian.	
3	Metodologi penelitian (2)	Elemen dan proses penelitian (2): hipotesis penelitian, metode dan desain penelitian, operasionalisasi dan penyimpulan hasil penelitian.	Mampu menyusun rencana dan implementasi penelitian sesuai tahapan dan proses penelitian.	
4	Proposal tesis	Diskusi mengenai implementasi metodologi penelitian dalam penyusunan proposal tesis.	Memahami implementasi konsep metodologi penelitian dan mampu menyusun proposal tesis.	
5	Penyusunan proposal tesis			
6	Diskusi dan evaluasi	Diskusi dan evaluasi proposal tesis yang dibuat oleh mahasiswa.	Mampu menyempurnakan proposal tesis sesuai konsep metodologi penelitian maupun kaidah baku dalam bidang ilmu yang relevan.	
7	Tata-tulis karya ilmiah (1)	Proses penulisan karya ilmiah: pengumpulan data dan informasi, pembuatan outline, penyusunan draft, penyuntingan, review, format.	Mampu menyusun karya tulis ilmiah berdasarkan kaidah umum tata-tulis ilmiah yang baik sesuai bidang kajian / bidang ilmu.	
8	Tata-tulis karya ilmiah (2)	Pemilihan judul, penyusunan pendahuluan, metode, hasil, kesimpulan dan diskusi.	Mampu menyusun karya tulis ilmiah berdasarkan kaidah umum tata-tulis ilmiah yang baik sesuai bidang kajian / bidang ilmu.	
9	Tata-tulis karya ilmiah (3)	Beberapa aspek praktis dari penulisan ilmiah / teknis: penyusunan abstrak dan pendahuluan, kajian literatur dan referensi.	Mampu menyusun karya tulis ilmiah berdasarkan kaidah umum tata-tulis ilmiah yang baik sesuai bidang kajian / bidang ilmu.	
10	Penyusunan karya ilmiah (expanded abstract)			
11	Diskusi dan evaluasi	Diskusi dan evaluasi makalah yang dibuat oleh mahasiswa.	Mampu menyempurnakan draft makalah yang telah dibuat sesuai kaidah umum tata-tulis ilmiah.	
12	Teknik presentasi (1)	Konsep komunikasi verbal yang efektif.	Memahami pentingnya komunikasi verbal yang efektif dan mampu menyiapkan konsep presentasi.	
13	Teknik presentasi (2)	Desain alat bantu komunikasi verbal.	Mampu menyiapkan materi presentasi dan mendesain alat bantu visual untuk presentasi yang efektif.	
14	Teknik presentasi (3)	Teknik presentasi efektif dan pengelolaan audiens.	Mampu melaksanakan presentasi efektif termasuk mengelola audiens pada saat presentasi dan sesi tanya jawab.	
15	Diskusi dan presentasi (1)	Presentasi oleh mahasiswa dengan topik tertentu.	Latihan presentasi dan sarana penilaian hasil pembelajaran pada kuliah Metodologi Penelitian	
16	Diskusi dan presentasi (2)	Presentasi oleh mahasiswa dengan topik tertentu.	Latihan presentasi dan sarana penilaian hasil pembelajaran pada kuliah Metodologi Penelitian	

14. PB6013 Evaluasi Prospek Geotermal

Kode Matakuliah: PB6013	Bobot sks: 3 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Geologi Terapan/FITB dan KK Teknik Reservoir/FTTM	Sifat: Wajib Prodi/Jalur pilihan Eksplorasi dan Rekayasa Geotermal
Sifat Kuliah	Kuliah			
Nama Mata Kuliah	Evaluasi Prospek Geotermal			
	Evaluation of Geothermal Prospect			
Silabus Ringkas	Studi kasus untuk menilai kelayakan suatu proyek geotermal mulai dari analisis data geologi, geokimia, geofisika, data sumur secara terpadu, estimasi cadangan dan potensi listrik, perencanaan pengembangan lapangan dan PLTP, perencanaan biaya, penjadwalan proyek dan analisa keekonomian			
	Case study to evaluate feasibility of a geothermal project, starting from integrated analysis of geology, geochemistry, geophysical, measured- well data, estimation of reserve and electricity potential, planning of steam field, power plant, cost, time scheduling, economic analysis.			
Silabus Lengkap	Studi kasus untuk menilai kelayakan suatu proyek geotermal mulai dari analisis data geologi, geokimia, geofisika, data hasil pengukuran dan pengujian sumur secara terpadu untuk memperkirakan jenis reservoir, kedalaman, ketebalan, tekanan dan temperatur reservoir, jenis dan sifat batuan reservoir, luas area geotermal, estimasi sumberdaya, cadangan dan potensi listrik, perencanaan pengembangan lapangan uap, perencanaan PLTP, perencanaan biaya, penjadwalan proyek dan analisa keekonomian, penentuan harga listrik dan studi sensitivitas.			
	A case study to evaluate feasibility of a geothermal project, starting from integrated analysis of geology, geochemistry, geophysical, measured- well data to determine type, depth, thickness, pressure and temperature of reservoir, rocks type and properties, reservoir boundary, estimation of reserve and electricity potential, planning of steam field, power plant, cost, time scheduling, economic analysis, determination of electricity prices and sensitivity analysis			
Luaran (outcomes)	Peserta mampu: menganalisa secara terpadu karakterisasi suatu reservoir panasbumi berdasarkan data lapangan (geothermal resource assesment); menerapkan metoda volumetris dan simulasi monte carlo untuk estimasi cadangan dan potensi listrik, mengusulkan rencana pemanfaatan dan dasar pertimbangannya., menyusun rencana pengembangan lapangan, estimasi biaya dan penjadwalan proyek, menganalisa keekonomian proyek panasbumi.			
	Mahasiswa mampu bekerja sama dalam menganalisa data secara terintegrasi serta menilai kelayakan teknis dan ekonomis dari suatu proyek geotermal			
Mata Kuliah Terkait	Semua mata kuliah wajib jalur pilihan Teknik Eksplorasi		Pre-requisite jalur pilihan Teknik Eksplorasi	
	Semua mata kuliah wajib jalur pilihan Rekayasa		Pre-requisite jalur pilihan Rekayasa	
Kegiatan Penunjang	Setiap minggu mahasiswa diberi makalah dan membuat rangkuman			
Pustaka	1. Hochstein, M.P. (1982): Introduction to Geothermal Prospecting, Teaching Manual, Geothermal Institute University of Auckland			
	2. Nenny Miryani Saptadji: Pengembangan Lapangan Panasbumi, Diktat Kuliah Program Studi Teknik Perminyakan			
	3. Sanyal, S.K. and Koenig, B. (1995): Resource Risk and Its Mitigation for the Financing of Geothermal Projects, Proc. Of the World Geothermal Congress, pp. 2911-2915			
	4. Geothermal Energy Resources for Developing Country (eds), @ 2002, Coviello, M.F., Barriers, risk and new regulatory schemes for the development of Geothermal Resources, SBN 90 5809 522 3, A.A. Balkema Publisher, Tokyo.			
	5. Geothermal Energy Resources for Developing Country, Chandrasekharam D. and Bundschuh (eds), @ 2002 R.Gordon Bloomquist, and George Knapp: Economics and Financing, ISBN 90 5809 522 3, A.A. Balkema Publisher, Tokyo.			
	6. Cedric Nathanael Hance (2005): Factors Affecting Costs of Geothermal Power Development, A Publication by Geothermal Energy Association for the U.S Department of Energy, 64 pp			
	7. Subir K. Sanyal (2005): Cost of Geothermal Power and Factors that Affect It, Proceedings World Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey, 24-29 April 2005			
	8. James B Randle (2005): Financial Modelling of Geothermal Projects, Proceedings World Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey, 24-29 April 2005			
	9. Hiroshi Murakami, Yoshifumi Kato, Nobuo Akutsu (2000): Construction Of The Largest Geothermal Power Plant For Wayang Windu Project, Indonesia, Proceedings World Geothermal Congress 2000, Kyushu - Tohoku, Japan, May 28 - June 10, 2000			
	10. D'Sullivan M.J & McKibbin R. (1989) : Geothermal Reservoir Engineering, a Manual for Geothermal Reservoir Engineering Course at the Geothermal Institute – University of Auckland.			
	11. Nenny Miryani Saptadji (2004): Simulasi Reservoir Panasbumi Menggunakan Simulator TOUGH2 di Lab Geothermal ITB, Materi Pendukung Kuliah TM8264 Prodi Teknik Perminyakan ITB.			
	12. DiPippo, R. (2008): Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact, Elsevier, Second Edition, 493 pp			
	13. Geothermal Energy Resources for Developing Country, Chandrasekharam D. and Bundschuh (eds), @ 2002 Minissale, A.: Geochemical and Geophysical Methods in Geothermal Exploration, ISBN 90 5809 522 3, A.A. Balkema Publisher, Tokyo.			
	14. Geothermal Energy Resources for Developing Country, Chandrasekharam D. and Bundschuh (eds), @ 2002, Verma, S. P.: Optimisation of the Exploration of Geothermal Resources, ISBN 90 5809 522 3, A.A. Balkema Publisher, Tokyo.			
	15. Geothermal Energy Resources for Developing Country, Chandrasekharam D. and Bundschuh (eds), @ 2002, Chandrasekharam D. and Bundschuh: Geochemistry of Thermal Waters and Thermal Gases, ISBN 90 5809 522 3, A.A. Balkema Publisher, Tokyo.			

Bidang Akademik dan Kemahasiswaan ITB	Kur2013-Teknik Panas Bumi	Halaman 39 dari 71
Template Dokumen ini adalah milik Direktorat Pendidikan - ITB Dokumen ini adalah milik Program Studi Magister Teknik Panas Bumi TB. Dilarang untuk me-reproduksi dokumen ini tanpa diketahui oleh Dirdik-ITB dan 226-ITB.		

	16. <i>Sanyal, K.S. (2005): Geothermal Resource Characteristics, Development, Assessment and Management, Course Material of the 2005 World Geothermal Conference.</i>
Panduan Penilaian	<i>Penilaian berdasarkan tugas-tugas, quiz, rangkuman hasil kajian, UTS dan UAS</i>
Catatan Tambahan	<i>Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/ telah dibahas.</i>

Satuan Acara Perkuliahan

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1.	Pendahuluan	SAP, Agenda Perkuliahan, Referensi, Sistem Penilaian, Aturan	Memahami tujuan kuliah, isi kuliah (topik bahasan tiap minggu), cara evaluasi, aturan, referensi.	- SAP - Regulasi tentang panas bumi
		- UU Panas Bumi No. 27/Tahun 2003 tentang Panas Bumi dan ketentuan peraturan pemerintah terkait.	- Memahami ketentuan peraturan perundangan terkait dengan kegiatan pengusahaan panas bumi: (geotermal) survey pendahuluan, eksplorasi, studi kelayakan dan eksploitasi	
		- Review prosedur penilaian kelayakan pengembangan lapangan panasbumi - Resiko dalam Pengusahaan Geotermal - Penjelasan Penjelasan tugas: kajian regulasi untuk survey pendahuluan dan kegiatan eksplorasi.	Memahami: langkah-langkah yang dilakukan untuk menilai kelayakan pengembangan lapangan panasbumi, resiko-resiko yang mungkin terjadi dalam kegiatan eksplorasi, eksploitasi dan utilisasi geotermal	- 2 Bab 1 - 3 - 4, hal 63-75
2	Analisis data lapangan dari hasil survey eksplorasi: data geologi dan geokimia	- Estimasi larea prospek, jenis sistem, model konseptual tentatif dan besarnya sumberdaya bspekulatif atau hipotetis - Penjelasan tugas kajian data lapangan dari hasil survey pendahuluan	Memahami cara menganalisa data hasil eksplorasi untuk memperkirakan jenis reservoir dari karakteristik manifestasi permukaan dan kandungan kimia, menghitung temperatur reservoir dari data kandungan kimia air. Mampu merekomendasikan daerah prospek untuk eksplorasi lanjutan dan usulan WKP	- 1 Bab 1, 2 dan 3 - 2 Bab 2 - 13, 14, 15, 16
3	Presentasi kelompok: hasil analisis data lapangan dari hasil survey eksplorasi: data geologi dan geokimia	- Presentasi - Diskusi	- Mahasiswa mampu menganalisa data geologi dan geokimia untuk memperkirakan jenis reservoir dari karakteristik manifestasi permukaan dan kandungan kimia, menghitung temperatur reservoir dari data kandungan kimia air, memperkirakan area prospek, memperkirakan model model konseptual tentatif dan besarnya sumberdaya bspekulatif atau hipotetis - Mampu merekomendasikan daerah prospek untuk eksplorasi lanjutan dan usulan WKP - Mahasiswa mempunyai kemampuan untuk mempresentasikan hasil kajiannya, memberikan klarifikasi dan berdiskusi	
	Presentasi Kelompok: kajian regulasi untuk pelaksanaan survey pendahuluan dan eksplorasi di Indonesia	- Presentasi - Diskusi	- Mahasiswa mampu menjelaskan persyaratan apa yang harus dipenuhi dan langkah-langkah/prosedur yang harus dilakukan untuk pelaksanaan survey pendahuluan dan kegiatan eksplorasi - Mahasiswa mampu menjelaskan kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada tahap survey pendahuluan dan eksplorasi serta data yang diperoleh dari kegiatan tersebut.	
	Penjelasan tugas kajian selanjutnya dengan adanya penambahan data geofiska.		- Pemahaman data untuk dianalisa geometri reservoir, batas sistem dan rekomendasi lokasi titik bor eksplorasi serta menghitung cadangan terduga	
	Penjelasan tugas kajian aspek lingkungan-1.	Tugas: kajian rona awal lingkungan	- Pemahaman tugas	
4	Presentasi analisis data lapangan hasil survey: data geologi, geokimia, geofisika	- .Presentasi - Diskusi	Mampu menjelaskan hasil kajian dan memperkirakan geometri reservoir, batas sistem dan rekomendasi lokasi titik bor eksplorasi serta menghitung cadangan terduga	- 1 Bab 1, 2 dan 3 - 2 Bab 2 - 13, 14, 15, 16
	Presentasi hasil kajian rona awal lingkungan	- Presentasi - Diskusi	Mampu menjelaskan rona lingkungan disekitar area geotermal yang sedang dievaluasi	
	Penjelasan tugas kajian aspek lingkungan-2	Tugas: kajian potensi dampak dan besaran dampak dari kegiatan pemboran sumur eksplorasi dan pengujian sumur serta rencana mitigasinya.	Pemahaman tugas	

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
	Penjelasan tugas kajian geoscience dan teknis selanjutnya dengan adanya data sumur		Pemahaman data untuk merevisi model konseptual, mengevaluasi kembali karakteristik reservoir dan estimasi potensi listrik	
5	Presentasi hasil analisis data geoscience permukaan dan bawah permukaan	- Presentasi - Diskusi	Mahasiswa mempunyai kemampuan untuk mempresentasikan hasil kajian berdasarkan data geoscience permukaan dan bawah permukaan	
	Presentasi hasil kajian teknis data dari pengukuran dan pengujian sumur	Presentasi dan diskusi tentang landaian tekanan dan suhu, estimasi kedalaman feed zone, estimasi jenis reservoir, estimasi ketebalan zona temperatur tinggi, kemampuan produksi sumur dll.	Mahasiswa mempunyai kemampuan untuk mempresentasikan hasil kajian berdasarkan data dari hasil pengukuran dan pengujian sumur	
	Presentasi kajian lingkungan:	Presentasi dan diskusi kajian potensi dampak dan besaran dampak dari kegiatan pemboran sumur eksplorasi dan pengujian sumur serta rencana mitigasinya.		
	Penjelasan tugas selanjutnya: penulisan laporan pra-studi kelayakan	Format laporan Struktur isi laporan	Pemahaman tugas	
6-7	Presentasi laporan pra-studi kelayakan	- Presentasi - Diskusi - Pemberian tambahan data sumur eksplorasi.	Mahasiswa mempunyai kemampuan untuk mempresentasikan hasil kajiannya, memberikan klarifikasi dan berdiskusi Mampu merekomendasikan pemanfaatan energi tsb. serta mampu memperkirakan besarnya sumberdaya, cadangan dan potensi listrik.	
8	Ujian Tengah Semester			
9	Presentasi Kelompok: Usulan kegiatan eksplorasi lanjutan dan perkiraan biaya.	- Presentasi - Diskusi	Mahasiswa mempunyai kemampuan untuk mempresentasikan hasil kajiannya, memberikan klarifikasi dan berdiskusi	
	Penjelasan tentang Perencanaan Pengembangan Lapangan (POD)	- Kapasitas PLTP - Konsumsi uap - Jumlah sumur produksi - Jumlah sumur injeksi - Jumlah sumur make-up - Success Ratio	Memahami dasar-dasar pertimbangan untuk menentukan kapasitas PLTP yang akan dibangun, serta mampu menentukan konsumsi uap untuk PLTP yang akan dibangun, jumlah sumur produksi utk memasok uap ke turbin, jumlah sumur injeksi, jumlah sumur make up dan jumlah sumur pengembangan yang harus dibor serta penjadwalan proyek mulai dari kegiatan eksplorasi hingga menghasilkan listrik selama 25-30 tahun.	2 Bab 4
	Penjelasan tugas selanjutnya:	Tugas: - Kajian potensi scaling dan korosi - Usulan rencana pengembangan PLTP: teknologi konversi, kondisi operasi, kebutuhan uap dll - Kajian simulasi sumur - Usulan rencana pengembangan lapangan uap: jumlah sumur produksi, sumur injeksi dan make-up. - Usulan lokasi PLTP - Usulan rencana pemboran - Usulan lokasi sumur pengembangan.	Pemahaman tugas	
10	Presentasi hasil kajian potensi scaling dan korosi	- Presentasi dan diskusi		

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
	Presentasi rencana pengembangan lapangan (POD-1)	- Presentasi dan diskusi		
	Penjelasan tugas selanjutnya	Tugas: - Rencana SAGS - Jadwal pelaksanaan kegiatan - Kajian aspek lingkungan: kajian potensi dampak dan besaran dampak dari kegiatan eksploitasi dan rencana mitigasi-nya. - Kajian teknis lainnya.		
11	Presentasi POD-2	- Presentasi - Diskusi	Mahasiswa mempunyai kemampuan untuk mempresentasikan usulannya, memberikan klarifikasi dan berdiskusi	-
12	Biaya	- Biaya eksplorasi - Biaya pengembangan lapangan uap - Biaya Power Plant - Investasi - Ekspens - Pendanaan - Tugas: estimasi biaya	Memahami komponen biaya eksplorasi, pengembangan hulu dan hilir. Menentukan investasi hulu dan investasi hilir. Menentukan ekspens hulu dan ekspens hilir Memahami alternatif pendanaan	- 2 Bab 5 - 5, 6, 7, 8
13	Presentasi Proposal Biaya	- Presentasi - Diskusi	Mahasiswa mempunyai kemampuan untuk mempresentasikan estimasi biaya, memberikan klarifikasi dan berdiskusi	
14	Analisa Keekonomian Proyek	- Revenue - Unit cost - Depresiasi - Income Tax - Cash Flow - Paramater Ekonomi - Tugas: Studi Kasus-5	Memahami langkah-langkah untuk analisa keekonomian, mampu menghitung revenue dan unit cost of energy, memahami metoda untuk menghitung profit indicator dan harga listrik	- 2, Bab 6 - 5
15	Presentasi Kajian Keekonomian	- Presentasi - Diskusi	Mahasiswa mempunyai kemampuan untuk mempresentasikan hasil analisa keekonomian, memberikan klarifikasi dan berdiskusi	-
16	Ujian Akhir Semester			

15. PB6014 Teknologi Geotermal Geosains

Kode Matakuliah: PB 6014	Bobot sks: 2 sks	Semester: genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Ilmu dan Teknik Geofisika/FTTM	Sifat: Pilihan Prodi/Jalur pilihan Eksplorasi dan Rekayasa Geotermal
Nama Matakuliah	Teknologi Geotermal Geosains			
	Technology in Geoscience Geothermal			
Silabus Ringkas	Kuliah ini mengulas teknologi terkini di bidang eksplorasi dan monitoring lapangan geothermal, terutama dengan menggunakan metode mikroseismik			
	This lecture discusses the recent technologies for exploration and monitoring of geothermal field, especially by applying microseismic method.			
Silabus Lengkap	Pembahasan dimulai dengan pembahasan metode untuk mendapatkan outcomes klasik dari metode geofisika, metode MEQ klasik (yaitu penentuan hiposenter gempa mikro), kemudian dilanjutkan dengan relokasi gempa mikro, penentuan struktur kecepatan, atenuasi, anisotropi dengan S-wave splitting, mekanisme sumber gempa mikro, hingga pembahasan outcomes yang paling terkini, yaitu meng-image-kan reflector di sekitar lapangan geothermal.			
	The lecture will explain the ability of recent geophysical technologies, what can they provide for exploration and monitoring. Then, it continues with discussion of classical microseismic method, in which hypocenter and predicted pattern of fluid flow could be estimated. Next is the discussion of further development of MEQ method, in which velocity structure, estimation of attenuation, mechanism of seismic source, anisotropy, etc could be deliver from the same MEQ data. The last part of this lecture will discuss about the most recent technology, such as imaging seismic by using reflected events.			
Luaran (Outcomes)	Memahami prinsip dari metode eksplorasi terkini, terutama metode Mikroseismik, serta memahami dengan baik kemampuan masing-masing metode turunannya dalam memberikan informasi bawah permukaan bumi, baik untuk tujuan eksplorasi maupun untuk monitoring.			
Matakuliah Terkait	PB 5001: Eksplorasi Geologi Geotermal	Prasyarat		
	PB 5008: Eksplorasi Geofisika Geotermal	Prasyarat		
Kegiatan Penunjang	Tutorial di kelas, ekskursi ke lapangan			
Pustaka	Shapiro, S.A.: "Microseismicity", EAGE Publications, 2008 ([Pustaka utama])			
	Huenges, E.: "Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization", WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, 2010 ([Pustaka utama])			
	Sharer, P.M.: "Introduction to Seismology", Second Edition, Cambridge University Press, 2009 [Penulis, Judul, Edisi, Penerbit, Tahun terbit] ([Pustaka utama])			
	Ottemoller, L., Havskov, J.: "Routine Data Processing in Earthquake Seismology", Springer, 2010 2009 ([Pustaka utama])			
	Beberapa paper (langsung disebutkan di sumber materi di tiap pertemuan)			
Panduan Penilaian	Nilai UAS + Nilai makalah dan presentasi (komponen utama), Nilai tugas (komponen penyerta)			
Catatan Tambahan				

Rincian kegiatan perkuliahan

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan dan konsep-konsep yang mendasari teknologi geofisika terkini untuk eksplorasi dan monitoring	- Sejarah perkembangan teknik eksplorasi geofisika - Pengenalan metode MEQ - Perkembangan teknologi MEQ terkini. - Kemampuan metode mikroseismik dalam berbagai aspek.	Mahasiswa mendapatkan gambaran umum mengenai metode geofisika terkini dan kemampuannya dalam memberikan informasi yang penting bagi eksplorasi dan monitoring	Shapiro, S.A.: "Microseismicity", EAGE Publications, 2008
2	Metode Mikroseismik: Mekanisme registrasi gelombang seismic mikro	- Review Teori Gelombang Seismik - Instrumentasi MEQ - Tektonik lempeng dan tempat terjadinya gempabumi - Induced seismicity Monitoring MEQ	Mahasiswa memahami mekanisme penalaran gelombang, paham apa yang disebut dengan data, bagaimana data dapat terekam oleh alat	
3	Identifikasi gelombang seismic	Identifikasi event mikroseismik dan analisis fasa-fasa gelombang mikroseismik	Mahasiswa mengerti jenis-jenis gelombang yang terkandung di dalam rekaman seismic dan dapat menentukan event yang mana yang menjadi data.	
4	Penentuan hiposenter secara klasik	Menentukan starting model, menentukan origin time, ray tracing, persamaan matriks, mencari solusinya	Mahasiswa memahami prinsip penentuan hiposenter secara umum	
5	Latihan pembuatan program untuk penentuan hiposenter	Menyelesaikan persamaan matriks menggunakan bahasa pemrograman Matlab	Mahasiswa mempunyai pengalaman untuk menyelesaikan persamaan matriks dengan membuat program sederhana	
6	Relokasi gempa mikro dengan metode Double-differential	Prinsip Double-difference, waveform cross-correlation, multiplet clustering, penyelesaian persamaan matriks	Mahasiswa memahami pentingnya metode ini agar menajamkan seismic cloud, sehingga pola rekaman dapat teridentifikasi dengan lebih baik	Waldhauser and Ellsworth, 2000, A Double-Difference Earthquake Location Algorithm: Method and Application to the Northern Hayward Fault, California, BSSA Vol. 90, 6, pp. 1353-1368.
7	Dasar-dasar tomografi waktu tempuh	Pembahasan persamaan eikonik, delay time, penentuan starting model, resolution test, inverse tomografi	Mahasiswa memahami prinsip travel time tomografi	Sule, 2004, Seismic Travel Time Tomography and Elastic Waveform Modeling - Application to Ore-Dyke Characterization, Logos Verlag - Berlin
8	Latihan pembuatan program tomografi waktu tempuh yang sederhana	Menyelesaikan studi kasus tomografi sederhana dengan menggunakan bahasa pemrograman Matlab	Mahasiswa mempunyai pengalaman untuk mengerjakan problem set tomografi sederhana	
9	Shear-wave splitting			
10	Penentuan mekanisme sumber gempa	Prinsip pembuatan bull-eye dan analisisnya	Mahasiswa mempunyai pemahaman mengenai informasi yang diperoleh dari mekanisme sumber	Sharer, P.M.: "Introduction to Seismology", Second Edition, Cambridge University Press, 2009
11	Tomografi lanjut: Tomo-DD dan Tomografi atenuasi	Prinsip Tomo-DD dan tomografi Atenuasi	Mahasiswa memahami jenis-jenis tomografi lainnya, yang dapat menunjang pemahaman struktur geologi, karena dapat dikaitkan dengan parameter elastic dan temperature.	Zhang and Thurber, 2003, Double-Difference Tomography: The Method and Its Application to the Hayward Fault, California, BSSA Vol. 93, p. 1875-1889
12	Presentasi Kelompok mengenai aplikasi metode advanced geosains geothermal (bagian ke-1)			
13	Presentasi Kelompok mengenai aplikasi metode advanced geosains geothermal (bagian ke-2)			
14	Presentasi Kelompok mengenai aplikasi metode			

	<i>advanced geosains geothermal (bagian ke-3)</i>			
15	<i>Pembahasan issue-issue terkini</i>	<i>Seismic coda, seismic interferometry, metode seismic refleksi untuk geothermal, migrasi gelombang seismik refleksi</i>		
16	<i>Ujian Akhir Semester (UAS)</i>			

16. PB 6015 Manajemen Reservoir Geotermal

Kode Matakuliah: PB6015	Bobot sks: 2 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Geologi Terapan/FITB dan KK Teknik Reservoir/FTTM	Sifat: Pilihan Prodi/Jalur pilihan Eksplorasi dan Rekayasa Geotermal
Nama matakuliah	Manajemen Reservoir Geotermal Geotermal Reservoir Managment			
Silabus ringkas	<p>Tujuan manajemen reservoir, proses, tim multidisiplin terintegrasi, database & tools, kegiatan pemantauan berkala kinerja sumur, kinerja reservoir, aktivitas manifestasi permukaan, subsidence, lingkungan, manajemen reservoir dan pengembangan lapangan</p> <p>Objective of reservoir managment, processes, integrated multidisciplinary team, regular monitoring of well performance, reservoir performance, geothermal surface manifestation activities, subsidence, environment, reservoir management and field mevelopment</p>			
Silabus Lengkap	<p>Tujuan manajemen reservoir, proses manajemen reservoir mulai dari penetapan target, strategi, implementasi, pemantauan, evaluasi dan pengembangan lanjut, tim multidisiplin terintegrasi, database & tools, kegiatan pemantauan berkala kinerja sumur, kinerja reservoir, aktivitas manifestasi permukaan, subsidence, lingkungan, manajemen reservoir dan pengembangan lapangan.</p> <p>Objective of reservoir managment, reservoir management processes, integrated multidisciplinary team, database and tools, periodic monitoring of geothermal surface manifestation activities, chemical monitoring, reservoir performance, groundwater monitoring, subsidence and erupsi hydrothermal, environment, monitoring of production well and hypodermic well, performance monitoring PLTP, periodic monitoring conducted in a number of geothermal fields, reservoir management and field development</p>			
Luaran (Outcomes)	Memahami dan menguasai teknik dan metoda monitoring dan menganalisa data hasil monitoring			
Mata Kuliah Terkait	PB5001 Sistem dan Teknologi Geotermal		Prerequisite / Corequisite / Prohibition	
Kegiatan Penunjang				
Pustaka	<ol style="list-style-type: none"> Grant, M.A., Donaldson I.G., Bixley P.F (1982): Geothermal Reservoir Engineering, Academic Press, 369 pp. Sanyal, K.S. (2005): Geothermal Resource Characteristics, Development, Assessment and Management, Course Material of the 2005 World Geothermal Conference. Chilingarian, G.V., Donaldson, E.C., YEN, T.F., (1995) : Subsidence due to fluid withdrawal, Elsevier Science, Amsterdam-Netherlands Ellis, A.J. and Mahon, W.A.J. (1977): Chemistry and Geothermal Systems, Academic Press, New York, 392 pp Kestin, J. (editor-in-chief), DiPippo, R et al. (1980): Source Book on the Production of Electricity from Geothermal Energy, U.S Department of Energy,, pp. 786 – 866 Fung, A.Y., "Chemical and Isotopic Studies in the Miravalles Geothermal Field Costa Rica", June 2000 Yglopaz D.M., Malate, C.M. (2005) et al.: Field Management Strategies for the Development of the Northern Negros Geothermal Field, Philippines, Proc. of the 2005 World Geothermal Conference. Amistoso, A. E., AQUI, A. R. (2005): Sustaining Steam Supply in Palinpinon 1 Production Field, Southern Negros Geothermal Project, Philippines, Proc. of the 2005 World Geothermal Conference. Gonzalez, R.C., Alcober, E.H. et al. (2005):Field Management Strategies for the 700 MW Greater Tongonan Geothermal Field, Leyte, Philippines, Proc. of the 2005 World Geothermal Conference. DiPippo, R. (2008):Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact, Elsevier, Second Edition, 493 pp Gordon, D.A., Scott, B.J. et al (2005): Rotorua Geothermal Field Management Monitoring Update:2005, New Zealand SKM Geothermal Lecturer : A Practical Guide to the Application of Science in Geothermal Development Gislason, G., (2005) "Production monitoring as a tool for field development a case history from the Nesjavellir Field, Iceland", Iceland Fronza, A.D., (2005) "Application of Database in Monitoring the Performance of Geothermal Steam Fields and Power Plants in the Philippines" Philippines Grant M. and Bixley, P.F.(2011), Geothermal Reservoir Engineering 2nd edition, Elsevier- Academic Press, 359 pp. 			
Panduan Penilaian	Penilaian berdasarkan tugas-tugas, quiz, rangkuman hasil kajian literatur, UTS dan UAS			
Catatan Tambahan	Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/telah dibahas.			

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	- SAP, Agenda Perkuliahan, - Referensi, - Sistem Penilaian, - Peraturan	Memahami tujuan kuliah, isi kuliah (topik bahasan tiap minggu), cara evaluasi, aturan, referensi.	SAP PB6015
		Manajemen Reservoir: - Latar belakang - Tujuan - Proses	Memahami tujuan dilakukannya manajemen reservoir, proses serta faktor-faktor yang mendukung keberhasilannya	11 Bab 1
2	Proses Manajemen Reservoir: Penetapan target dan strategi (1)	- Penetapan Target - Strategi pencapaian target: strategi pengembangan, strategi produksi, strategi injeksi	Dapat menjelaskan faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam menetapkan target pengembangan, strategi pengembangan lapangan di beberapa lapangan geotermal, strategi produksi dan strategi injeksi.	15 and selected papers
3	Proses Manajemen Reservoir: Penetapan target dan strategi (2)	Penetapan target pemoran sumur: - Sumur eksplorasi - Sumur pengembangan	Dapat menjelaskan faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam menetapkan target pemoran sumur, ditinjau dari aspek geoscience.	15 and selected papers
4	Proses Manajemen Reservoir: Implementasi proyek	Manajemen proyek dalam pembangunan lapangan uap (steam field) dan pembangunan PLTP	Dapat menjelaskan faktor-faktor yang harus dipertimbangkan merencanakan, mengelola dan memonitor proyek geotermal serta menjelaskan resiko yang mungkin terjadi serta mitigasinya	Selected papers
5	Proses Manajemen Reservoir: Pemantauan Reservoir	- Perubahan kinerja reservoir akibat produksi dan injeksi - Jenis-jenis pemantauan	Dapat menjelaskan akibat produksi dan injeksi terhadap reservoir dominasi air dan dominasi uap berdasarkan pengalaman dari beberapa lapangan geotermal	10, 14
6	Pemantauan Aktivitas Termal	-Pemantauan karakteristik manifestasi permukaan - Survey aliran panas - Kandungan kimia	Memahami cara-cara pemantauan karakteristik manifestasi geotermal, pengukuran yang dilakukan, data yang dikumpulkan dan analisa data	-1 Bab 10 - 4 Bab 7 - 12 Modul 3
7	Pemantauan Air Tanah (Groundwater Monitoring)	- Tujuan Monitoring - Kegiatan - Analisis data	Memahami cara-cara pemantauan, pengukuran yang dilakukan, data yang dikumpulkan dan mampu menganalisa data	- 1 Bab 9, Sub Bab 9.6 - 11 Bab 3
8	Ujian Tengah Semester			
9	Pemantauan Kinerja Reservoir dengan metoda geofisika	- Tujuan Monitoring - Gravity Monitoring	Memahami cara memonitor perubahan gravitasi yang terjadi sebagai akibat pergerakan masa fluida (mass movement), pembentukan/ pengembangan zona uap, serta memahami metodologi pengukuran dan data yang dikumpulkan dan mampu menganalisa data	-2, 11 Modul 16
10	Pemantauan Kinerja Reservoir dengan metoda geofisika	-Tujuan Monitoring - Microseismic Survey	Memahami cara memonitor perubahan reservoir yang terjadi sebagai akibat pergerakan masa fluida (mass movement), pembentukan/ pengembangan zona uap, serta memahami metodologi pengukuran dan data yang dikumpulkan dan mampu menganalisa data	selected papers
11	Pemantauan Lingkungan	- Emisi gas - Air - Flora dan Fauna - Subsidence - Erupsi hidrotermal	Memahami cara-cara pemantauan, pengukuran yang dilakukan, data yang dikumpulkan dan mampu menganalisa data	- 1 Bab 9, Sub Bab 9.6 - 12 Modul 27
12	Pemantauan Kandungan Kimia pada Fluida produksi dan Injeksi (Chemical Monitoring)	- Fluida sumur - Fluida di pipa alir permukaan - Air injeksi	Memahami cara-cara pemantauan, pengukuran yang dilakukan, data yang dikumpulkan dan menganalisa data	- 1 Bab 10 - 4 Bab 7 - 6
13	Pemantauan Sumur Produksi dan Injeksi	-Laju alir masa -Entalphy -Tekanan -Temperatur -Kandungan Kimia	Memahami metodologi, pengukuran yang dilakukan, data yang dikumpulkan dan mampu menganalisa data	- 1 Bab 9 - 13
14	Pemantauan Kinerja Reservoir	-Tekanan -Temperatur -Injection Returns	Memahami metodologi, pengukuran yang dilakukan, data yang dikumpulkan dan mampu menganalisa data	- 2 Modul 28 - Selected papers (6, 7, 8,9)
15	Pemantuan Kinerja PLTP	-Kandungan Kimia -Non-condensable gas -Tekanan dan Temperatur	Memahami metodologi, pengukuran yang dilakukan, data yang dikumpulkan Mampu menganalisa data	10 Sub Bab 5.7, 6.6, 6.7, 7.6, 14
16	Ujian Akhir Semester			

17. PB6016 Geokimia Gas Geotermal

Kode Matakuliah: PB6016	Bobot sks: 2 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Geologi Terapan/FITB	Sifat: Pilihan Prodi/Jalur pilihan Eksplorasi dan Rekayasa Geotermal
Nama matakuliah	Geokimia Gas Panasbumi			
	Geochemistry of Geothermal Gas			
Silabus ringkas	<p>Kuliah ini mempelajari karakteristik gas yang umum dijumpai pada sistem panas bumi (misalnya CO₂, H₂, He, Ar, dll), pembentukan dan kegunaannya di panas bumi.</p> <p><i>This lecture studies characteristics of gas commonly occurred in geothermal system (e.g. CO₂, H₂, He, Ar, etc.). their occurrences and application in a geothermal system.</i></p>			
Silabus Lengkap	<p>Kuliah ini mempelajari karakteristik gas yang umum dijumpai pada sistem panas bumi (misalnya CO₂, H₂, He, Ar, dll), pembentukan dan kegunaannya di panas bumi. Geotermometer gas dan asal fluida panas bumi ditinjau dari kandungan gasnya dipelajari dalam matakuliah ini. Pengambilan sample gas di daerah vulkanik dan panas bumi diperkenalkan dalam kuliah ini. Kuliah ini juga memperkenalkan berbagai eksplorasi panas bumi dengan menggunakan gas dalam tanah. Kuliah ini juga me-review kembali tentang vapour-dominated geothermal system dan bagaimana sistem tersebut terbentuk dan berubah</p> <p><i>This lecture studies characteristics of gas commonly occurred in geothermal system (e.g. CO₂, H₂, He, Ar, etc.). their occurrences and application in a geothermal system. Gas geothermometer and source of geothermal fluids assessed from gas content are given in this lecture. This lecture also introduces several methods regarding to gas used during geothermal exploration. The lecture also reviews a vapour dominated geothermal system, especially on how the system occurred and changed.</i></p>			
Luaran (Outcomes)	Mahasiswa mengetahui berbagai gas yang umumnya dijumpai pada sistem panasbumi dan mampu menginterpretasi kondisi bawah permukaan.			
	Eksplorasi Geologi Panasbumi		Prerequisit	
Pustaka	<ol style="list-style-type: none"> Ellis, A.J. and Mahon, W.A.J., 1977. <i>Chemistry and Geothermal System</i>. Academic Press, New York. Nicholson, K., 1993. <i>Geothermal Fluids : Chemistry and Exploration Techniques</i>. Springer-Verlag, Berlin. 			

SATUAN ACARA PERKULIAHAN (SAP)

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> - Aturan perkuliahan - Perhitungan nilai - Pustaka yang digunakan - Overview 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mengetahui pustaka yang digunakan. - Mahasiswa mengingat kembali tentang sistem panasbumi dan distribusi fluida panasbumi. 	-
	Kandungan dan sifat gas di alam (permukaan dan bawah permukaan)	<ul style="list-style-type: none"> - Kandungan gas di alam - Kandungan gas di bawah permukaan 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mengetahui kandungan gas di alam dan di bawah permukaan. - Mahasiswa mengetahui kandungan gas pada sistem panasbumi. 	1
2	Asal dan sifat gas panasbumi	<ul style="list-style-type: none"> - Asal gas panasbumi. - Sifat dan karakteristik gas panasbumi. - Solubilitas gas panasbumi - Pengaruh temperatur, waktu dan parameter utama lain terhadap gas panasbumi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mengetahui asal, sifat dan karakteristik gas panasbumi. - Mahasiswa mengetahui distribusi gas panasbumi dan pengaruh solubilitas, temperatur dan waktu. 	1 dan 2
3				
4	Faktor-faktor yang mempengaruhi kandungan gas panasbumi	<ul style="list-style-type: none"> - Boiling - Interaksi fluida-batuan - Kondensasi - Pencampuran - Proses-proses lain 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mengetahui pengaruh berbagai proses yang terjadi pada fluida panasbumi terhadap distribusi dan kandungan gas. 	1 dan 2
5	Karakteristik gas reaktif (H ₂ O, CO ₂ , H ₂ S, dll)	<ul style="list-style-type: none"> - Kesetimbangan H₂O-CO₂ - Kesetimbangan CO₂-HCO₃ - Kesetimbangan CO₂-H₂S - NH₄ - Kesetimbangan H₂/CO₂ - N₂, O₂ 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mengetahui berbagai kesetimbangan gas pada sistem panasbumi. - Mahasiswa mengetahui aplikasi kesetimbangan gas terhadap proses-proses yang terjadi pada fluida panasbumi. 	2
6	Karakteristik gas inert atau konservatif (He, Ne, CH ₄ , dll)	<ul style="list-style-type: none"> - Gas mulia (He, Ne, Ar, Kr dan Xe) - HF dan HCl - Logam dan non logam volatil 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mengetahui berbagai kesetimbangan gas mulia pada sistem panasbumi. - Mahasiswa mengetahui aplikasi kesetimbangan gas terhadap proses-proses yang terjadi pada fluida panasbumi. 	2
7	Ujian Tengah Semester			
8	Manifestasi gas panasbumi di permukaan dan cara pengambilan sampel	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe manifestasi keluaran gas - Cara pengambilan sampel gas 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mengetahui berbagai macam manifestasi keluaran gas. - Mahasiswa mengetahui cara pengambilan sampel gas pada manifestasi panasbumi di permukaan 	2
9		<ul style="list-style-type: none"> - Praktek cara melakukan gas sampling - Analisis kimia gas 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mengetahui cara pengambilan sampel gas pada sumur pemboran. - Mahasiswa mengetahui cara analisis kimia gas panasbumi dan membaca hasil analisis. 	2
10	Eksplorasi dengan gas panasbumi	<ul style="list-style-type: none"> - Soil survey - Soil-gas survey 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mengetahui berbagai metode eksplorasi yang menggunakan gas panasbumi. - Mahasiswa mampu menginterpretasi kondisi bawah permukaan berdasarkan distribusi gas di/dekat permukaan. 	2
11	Geotermometer gas	<ul style="list-style-type: none"> - Geotermometer CO - Geotermometer CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mengetahui berbagai metode menghitung temperatur reservoir berdasarkan kandungan gas. - Mahasiswa mampu menginterpretasi kondisi bawah permukaan berdasarkan kandungan gas panasbumi. 	2
12		<ul style="list-style-type: none"> - Geotermometer H₂-Ar - Geotermometer gas lain 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mengetahui berbagai metode menghitung temperatur reservoir berdasarkan kandungan gas. - Mahasiswa mampu menginterpretasi kondisi bawah permukaan berdasarkan kandungan gas panasbumi. 	2
13	Interpretasi gas panasbumi	<ul style="list-style-type: none"> - Studi kasus 1 	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mampu menginterpretasi kondisi bawah permukaan berdasarkan kandungan gas panasbumi. - Mahasiswa mampu merancang suatu survei pendahuluan berdasarkan geokimia gas. 	1 dan 2

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
14		- Studi kasus 2	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mampu menginterpretasi kondisi bawah permukaan berdasarkan kandungan gas panasbumi. - Mahasiswa mampu merancang suatu survei pendahuluan berdasarkan geokimia gas. 	1 dan 2
15	Gas pada sistem panasbumi dominasi uap dan air	- Perbandingan gas pada sistem dominasi uap dan air	<ul style="list-style-type: none"> - Mahasiswa mampu membedakan kandungan gas pada sistem panasbumi yang berbeda. - Mahasiswa mampu menginterpretasi kondisi bawah permukaan berdasarkan kandungan gas panasbumi. - Mahasiswa mampu merancang suatu survei pendahuluan berdasarkan geokimia gas. 	1 dan 2
16	Ujian Akhir Semester			

18. PB6017 Simulasi Reservoir Geotermal

Kode Matakuliah: PB6017	Bobot sks: 2 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Teknik Reservoir/FTTM	Sifat: Pilihan Prodi/Jalur pilihan Eksplorasi dan Rekayasa Geotermal
Nama Matakuliah	Simulasi Reservoir Panasbumi			
	Geothermal Reservoir Simulation			
Silabus ringkas	Prinsip dan metodologi pemodelan reservoir, pengembangan konseptual model, pengembangan model komputer, analisa data, persiapan data untuk pemodelan, prosedur pemodelan, history matching, peramalan kinerja dan pengembangan model dengan simulator TOUGH2			
	Principle and methodologies of reservoir modeling, conceptual development model, development of computer model, data analysis, data preparation for modeling, modeling procedure, history matching, performance forecasting and model development with simulator TOUGH2			
Silabus Lengkap	Konsep dasar dan tujuan simulasi reservoir, review sifat-sifat batuan dan fluida reservoir, penyelesaian persamaan-persamaan dasar simulasi reservoir secara numerik, melakukan simulasi reservoir dengan software TOUGH2 dalam satu, dua dan tiga dimensi serta melakukan berbagai skenario pengembangan untuk masa yang akan datang			
	Basic concept and objective of simulation reservoir, review of characteristic of rock and fluid reservoir, solving of basic equation of simulation reservoir by numerik, doing simulation reservoir by software TOUGH2 in one, two and three dimension and also to conduct various development scenario to future.			
Luaran (outcomes)	Mahasiswa mampu melakukan simulasi reservoir untuk menirukan kondisi reservoir kedalam model komputer dan juga mampu meramalkan berbagai skenario pengembangan untuk masa yang akan datang			
Mata Kuliah Terkait	Sistem dan Teknologi Geotermal	Prerequisite		
	Teknik Reservoir Geotermal	Prerequisite		
	Teknik Produksi Geotermal	Prerequisite		
Kegiatan Penunjang				
References/Bibliography	1. O'Sullivan, M.J. (1987) Geothermal Reservoir Simulation, Applied Geothermics, John Wiley & Sons, Ltd. 111-124			
	2. Mattax, C.C. and Dalton, R.L. (1990): Reservoir Simulation, the Society of Petroleum Engineers Inc, 173 pp			
	3. Pruess, K. (1983) Development of general purpose simulator Mulkom, Earth Sciences Division, Lawrence Berkeley Laboratory Report LBL-15500.			
	4. Pruess, K (1999) TOUGH user's guide Version 2.0. Earth Science Division, Lawrence Berkeley Laboratory, California USA			
	5. D'Sullivan M.J & McKibbin R. (1989) : Geothermal Reservoir Engineering, a Manual for Geothermal Reservoir Engineering Course at the Geothermal Institute – University of Auckland.			
	6. Grant, M.A., Donaldson I.G., Bixley P.F (1982) : Geothermal Reservoir Engineering, Academic Press, 369 pp.			
	7. Kumamoto, Y., Itoi, R., Tanaka, T., Hazama, Y. (2008) "Development of the optimum numerical reservoir model of the Origi geothermal field, Kyushu, Japan, Using iTOUGH2"			
	8. Noorollahi, Y., Itoi, R. (2008) " Numerical Simulation for Development Scenario of NW-Salaban Geothermal Reservoir, Iran			
	9. Home, R.N. (1988) Numerical Simulation, book extract			
	10. Handbook of Geothermal Energy, Editors: Edwards, L.M., Chilingar, G.V. et al. , Gulf Publishing Company, 1982, 613 pp.			
	11. Nenny Miryani Saptadji (2004): Simulasi Reservoir Panasbumi Menggunakan Simulator TOUGH2 di Lab Geothermal ITB, Materi Pendukung Kuliah TM8264 Prodi Teknik Perminyakan ITB.			
	12. DiPippo, R. (2008): Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact, Elsevier, Second Edition, 493 pp			
Panduan Penilaian	Penilaian berdasarkan tugas, quiz, rangkuman hasil kajian literatur, kajian kelompok, UTS dan UAS			
Catatan Tambahan	Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/telah dibahas.			

Uraian Rinci Materi Kuliah

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan dan Overview	SAP, Agenda Perkuliahan, Referensi, Sistim Penilaian, Peraturan	Memahami tujuan kuliah, isi kuliah (topik bahasan tiap minggu), cara evaluasi, aturan, referensi.	SAP PB6016 Simulasi Reservoir Geotermal
		<ul style="list-style-type: none"> - Pengertian dan tujuan Simulasi Reservoir - Keuntungan dan Manfaat dari Simulasi Reservoir - Tahapan Pekerjaan 	Memahami konsep dasar simulasi reservoir panasbumi dan tujuan simulasi, perbedaannya dengan lump parameter model dan tahap pekerjaan, mulai dari pengkajian data hingga penyusunan laporan	1, 2 Bab 1, 8
2	Konsep Pemodelan	<ul style="list-style-type: none"> - Konseptual Model - Konsep Grid Block dan Time Step - Konsekuensi dari Dikretisasi - Natural State Modelling - History Matching - Peramalan Kinerja 	Memahami konsep pembagian grid dalam model yang dibuat, konsekuensi dari dikretisasi (time step) serta memahami tujuan dari dilakukannya natural state modelling dan history matching dan peramalan kinerja	1, 2 Bab 2, 8
	Desain Model Reservoir	<ul style="list-style-type: none"> - Pemilihan Jumlah Dimensi - Merepresentasikan sifat batuan, sifat fluida, tekanan dan temperatur - Merepresentasikan sumur - Merepresentasikan manifestasi permukaan 	Memahami dasar-dasar yang harus dipertimbangkan dalam memilih dimensi model, peta-peta yang harus dipersiapkan untuk dapat merepresentasikan sifat batuan, fluida, P, T, sumur dan manifestasi permukaan	1, 2 Bab 3
	Pemilihan Ukuran Grid dan Time Steps	<ul style="list-style-type: none"> - Kriteria Pemilihan Ukuran Grid dan Orientasi Grid - Contoh-contoh Grid - Pemilihan Timesteps - Pertimbangan Biaya 	Memahami dasar-dasar pertimbangan untuk memilih ukuran grid dan selang waktu, contoh-contoh model grid	2, Bab 5
4	Pemilihan Metoda Solusi Numerik	<ul style="list-style-type: none"> - Persamaan-persamaan dasar - Solusi 	Memahami governing equations dan solusi numerik	2 Bab 5, 6, 7, 8, 14
	Natural State Modelling dan History Matching	<ul style="list-style-type: none"> - Prosedure - Manual Adjustment - Automatic History Matching 	Memahami langkah-langkah yang dilakukan untuk memodelkan kondisi reservoir pada keadaan awal, sebelum reservoir tersebut diproduksi, perubahan parameter yang dilakukan untuk memperoleh keselarasan dan automatic history matching	1, 14, 15 Bab 5
	Prediksi Kinerja Reservoir	<ul style="list-style-type: none"> - Mempersiapkan skenario produksi-injeksi yang akan di_run - Evaluasi Hasil 	Memahami faktor2 yang dipertimbangkan untuk membuat skenario produksi-injeksi kedepan, menganalisa hasilnya dengan mempelajarinya dari beberapa makalah.	1, 14, 15 Bab 5
	Simulator TOUGH2	<ul style="list-style-type: none"> - Struktur Simulator TOUGH2 - Struktur Input File TOUGH2 - Struktur Output File TOUGH2 - Latihan: Menyiapkan Input File dan menganalisa Output File 	Memahami struktur simulator reservoir, EOS (Equation of State) yang dipakai, dan sistem pembuatan grid, menguasai cara penulisan file input, memahami informasi-informasi yang dibutuhkan dalam file inpu, mampu menganalisa hasil keluaran simulator	6, 7
5	Pemodelan Kondisi Alamiah Satu Sel (Satu Blok)	Latihan: Memodelkan Kondisi Alamiah Satu Sel (Satu Blok)	Mampu menirukan kondisi alamiah reservoir dengan pendekatan sel tunggal, emahami pengaruh perubahan sink dan source, mampu menganalisa perubahan tekanan, temperatur dan saturasi tiap time step	Selecccted papers
6	Pemodelan Reservoir Satu Fasa Satu Dimensi	<ul style="list-style-type: none"> - Persiapan Data - Menguji Validitas Simulator 	Mampu membuat model aliran reservoir 1 fasa 1 dimensi, memahami teknik pengujian validitas suatu simulator dan ampu menguji validitas simulator dengan cara membandingkan hasil perhitungan numerik dari simulator dengan solusi analitik.	Selecccted papers
7	Pemodelan Aliran Dalam Reservoir Satu Fasa, Satu Dimensi Radial	<ul style="list-style-type: none"> - Persiapan Data - Menguji Validitas Simulator 	Mampu menguji validitas simulator untuk pemodelan reservoir 1 fasa 1 dimensi radial dengan cara membandingkan hasil keluaran simulator dengan solusi Theis	Selecccted papers
8	Ujian Tengah Semester			
9	Pemodelan Kondisi Alamiah Reservoir Dominasi Uap Dua Dimensi	<ul style="list-style-type: none"> - Persiapan Data - Menguji Validitas Simulator 	Memahami cara menyiapkan dan menganalisa data yang diperlukan dalam pembuatan model, Mampu membuat grid untuk memodelkan reservoir dominasi Uap 2 dimensi, serta emahami teknik penyalarsan model terhadap data pengukuran lapangan, menguji validitas model reservoir terhadap data-data sumur dan menganalisa distribusi sifat-sifat batuan dalam reservoir dominasi uap	Selecccted papers

10		Latihan History matching	Memahami cara menyiapkan dan menganalisa data yang diperlukan dalam pembuatan model produksi, teknik penyesuaian model produksi terhadap data sejarah produksi serta meng-update model reservoir terhadap data sejarah produksi	Selected papers
11	Pemodelan Kondisi Alamiyah Reservoir Dominasi Uap Tiga Dimensi	- Persiapan Data - Menguji Validitas Simulator	Memahami cara menyiapkan dan menganalisa data yang diperlukan dalam pembuatan model, Mampu membuat grid untuk memodelkan reservoir dominasi Uap 2 dimensi, serta memahami teknik penyesuaian model terhadap data pengukuran lapangan, menguji validitas model reservoir terhadap data-data sumur dan menganalisa distribusi sifat-sifat batuan dalam reservoir dominasi uap	Selected papers
12		Latihan History matching	Memahami cara menyiapkan dan menganalisa data yang diperlukan dalam pembuatan model produksi, teknik penyesuaian model produksi terhadap data sejarah produksi serta meng-update model reservoir terhadap data sejarah produksi	Selected papers
13				Selected papers
14		Latihan Prediksi Kinerja Reservoir	Memahami cara menyiapkan dan menganalisa data yang diperlukan dalam memprediksi kinerja reservoir	Selected papers
15	Pemodelan Kondisi Alamiyah Reservoir Dengan Mempertimbangkan Pengaruh CO ₂	- Persiapan Data - Simulasi	- Mampu menirukan kondisi alamiyah reservoir dengan mempertimbangkan pengaruh adanya CO ₂ - Menganalisa distribusi sifat-sifat batuan dalam reservoir	Selected papers
16	Ujian Akhir Semester			

19. PB6018 Pemodelan Aliran di Sumur dan Pipa

Kode Matakuliah: PB6018	Bobot sks: 2 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Teknik Reservoir/FTTM	Sifat: Pilihan Prodi/Jalur pilihan Rekayasa Geotermal
Nama Matakuliah	Pemodelan Aliran di Sumur dan Pipa			
	Flow Modelling in Wells and Pipes			
Silabus ringkas	Pengembangan model aliran secara analitis, empiris dan mekanistik, yang menjadi dasar pengembangan metoda perkiraan kehilangan tekanan aliran dua fasa dalam pipa serta pengembangan pola aliran dan aplikasinya di lapangan geotermal			
	Development of flow model analytically, empirically and mechanistic, as the basic of development of methods to estimate pressure loss in two phase f pipe and development of flow pattern, and their application in geothermal field			
Silabus Lengkap	Pengembangan model aliran secara analitis, empiris dan mekanistik, yang menjadi dasar pengembangan metoda perkiraan kehilangan tekanan aliran dua fasa dalam pipa serta pengembangan pola aliran dan aplikasinya di lapangan geotermal. Model diuji validasinya dengan menggunakan data lapangan atau data hasil pengukuran di laboratorium.			
	Development of flow model analytically, empirically and mechanistic, as the basic of development of methods to estimate pressure loss in two phase f pipe and development of flow pattern, and their application in geothermal field. The validity of the model is tested using field-measured data or laboratory data			
Luaran	Mahasiswa mampu memahami pengembangan model-model aliran dalam pipa, yang berangkat dari pemahaman fenomena aliran dalam pipa, serta metoda-metoda perkiraan kehilangan tekanan alir dalam pipa, baik untul aliran satu fasa maupun dua fasa. Selain itu, mahasiswa akan mampu menggunakan metoda-metoda tersebut untuk menyelesaikan permasalahan aliran fluida dalam pipa di industri panasbumi Mahasiswa dapat memperkirakan kehilangan tekanan di pipa dengan metoda dan korelasi aliran dalam pipa dan dapat mengaplikasikannya kedalam industri panasbumi			
Related Courses	1. Sistem dan Teknologi Geotermal	Prerequisite		
	2. Teknik Produksi Geotermal	Prerequisite		
	3. Perpindahan Panas dan Massa	Prerequisite		
Kegiatan Penunjang				
Pustaka	1. Brill J.P. and Beggs H.D. (1991): <u>Two Phase Flow in Pipes</u> . University of Tulsa, Sixth Edition.			
	2. Hadgu T. (1989): <u>Vertical Two-Phase Flow Studies and Modelling of Flow in Geothermal Wells</u> . University of Auckland, Department of Mechanical Engineering, Ph.D. Thesis.			
	3. Hasan A.R. and Kabir C.S. (2002): <u>Fluid Flow and Heat Transfer in Well Bores</u> , Society of Petroleum Engineers, Texas, 191 pp			
	4. Torrens, T.S. (1993): <u>Vertical Upward Two-Phase Flow in an Annulus</u> . University of Auckland, Department of Mechanical Engineering, M.E. Thesis.			
Panduan Penilaian	Tugas, quiz, rangkuman hasil kajian literatur, UTS dan UAS			
Catatan Tambahan	Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/telah dibahas.			

20. PB6019 Pembangkit Listrik Geotermal

Kode Matakuliah: PB6019	Bobot sks: 2 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Konversi/FTMD	Sifat: Pilihan Prodi/Jalur pilihan Rekayasa Geotermal
Nama Matakuliah	Pembangkit Listrik Geotermal			
	Geothermal Power Plant			
Silabus ringkas	Pemabhsan detail fasilitas pembangkit listrik di PLTP: turbin, condensor, gas extreactor, cooling tower dan peralatan lainnya, prinsip kerjanya, jenis-jenisnya, pemilihan dan konsep perencanaan			
	Detail discussion of power plant facilities: turbine, condensor, gas extractor, cooling tower and other facilities, their operation, types, selection and planning concept.			
Silabus Lengkap	Pemabhsan detail fasilitas pembangkit listrik di PLTP: turbin, condensor, gas extreactor, cooling tower dan peralatan lainnya, prinsip kerjanya, jenis-jenisnya, pemilihan dan konsep perencanaan, serta pemabngkit lisytrik kepala sumur, pembangkit listrik Ormat dan pemebangkit lainnya.			
	Detail discussion of power plant facilities: turbine, condensor, gas extractor, cooling tower and other facilities, their operation, types, selection and planning concept, and well head generating power plant, ormat power plant and others			
Luaran (outcomes)	Memahami dengan lebih detail sistem pemabngkit geotermal, baik yang terpusat (PLTP) maupun yang ditempatkan di kepala sumur (well head generating unit) serta memiliki pengetahuan yang memadai dalam memilih jenis fasilitas pembangkit			
Mata Kuliah Terkait	Sistem dan Teknologi Geotermal		Prasyarat	
	Utilisasi Geotermal		Prasyarat	
Kegiatan Penunjang				
Pustaka	1. Kestin, J. (editor-in-chief), DiPippo, R et al. (1980): Source Book on the Production of Electricity from Geothermal Energy, U.S Department of Energy,, pp. 786 – 866			
	2. DiPippo, R. (2008):Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact, Elsevier, Second Edition, 493 pp			
	3. Cerini D.J. (1983): Wellhead Geothermal Power Plant Utilizing the Rotary Separator Turbine, Course Material at the Geothermal Institute Univ. Auckland, unpublished			
	4. Cengel, Y. A., Heat and Mass Transfer: A Practical Approach, Third Edition, McGraw Hill Cmpanies, 2006, 879 pp			
	5. Holman, J.P., (alih Bahasa: E. Jasifi), Perpindahan Kalor, Penerbit Erlangga, 1988, 618 pp.			
Panduan Penilaian	Tugas, quiz, rangkuman hasil kajian literatur, UTS dan UAS			
Catatan Tambahan	Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/telah dibahas.			

Uraian Rinci Materi Kuliah

Mg #	Topik	Sub Topik	Capaian	Sumber Materi
1	Pendahuluan	SAP, Agenda Perkuliahan, Referensi, Sistem Penilaian, Aturan	Memahami tujuan kuliah, isi kuliah (topik bahasan tiap minggu), cara evaluasi, aturan, referensi.	SAP PB6019
	Fasilitas Pembangkit Listrik	- Fasilitas Pembangkit Utama - Review Beberapa Pembangkit Listrik Geotermal di Dunia dan di Indonesia	Memahami komponen-komponen utama pembangkit listrik geotermal dan fasilitas pembangkit listrik di beberapa PLTP	1,2
2	Turbin Uap	- Jenis-jenis turbin - Karakteristik - Performansi - Perancangan Rotor	Memahami jenis-jenis turbin, prinsip kerjanya, karakterisasi, dasar pemilihan, performansi dan perancangan	1,2
3	Heat Exchanger	- Jenis penukar panas - Koefisien perpindahan panas total (menyeluruh) - Analisis penukar panas - Metoda log mean temperatur difference (LMTD) atau metoda beda suhu rata-rata - Metoda effectiveness – NTU Method - Pemilihan Penukar Panas	Mengenal berbagai jenis penukar panas, cara penentuan koefisien perpindahan panas total (menyeluruh), faktor pengotoran (fouling factors), cara penentuan perbedaan temperatur antara fluida panas dan fluida dingin, utk aliran paralel dan aliran berlawanan arah dengan metoda LMTD dan metoda NTU, dasar pertimbangan pemilihan penukar panas.	4, Chapter 11 5, Bab 10
4	Kondenser	- Kondenser tidak kontak langsung - Kondenser kontak langsung	Memahami jenis-jenis kondenser, prinsip kerjanya, dasar pemilihan, performansi dan perancangan	1,2
5	Psychometry	- Sifat-sifat campuran gas/ tekanan parsial - Definisi-definisi: kelembaban, Rasio kelembaban spesifik - Tekanan embun. - Psychrometric Chart - Contoh sederhana proses pendinginan udara	Memahami prinsip-prinsip dasar campuran gas/tekanan parsial, istilah dan definisi-definisi dalam psychrometry serta mampu menggunakan Psychrometric Chart dan mendesain secara sederhana dan menganalisa proses pendinginan udara.	1,2
6-7	Cooling Tower	- Menara pendingin paksa - Menara pendingin basah - Moist (Mass Transfer) - Penggunaan Hukum Ficks - Perpindahan massa secara konveksi, - Direct proses - Prinsip dan Metodologi perencanaan Cooling Tower - Studi Kasus	Mampu menerapkan prinsip perpindahan massa untuk menganalisa proses di dalam cooling tower dan mendesain cooling tower secara sederhana.	1,2
8	- Ujian Tengah Semester			
9	Kunjungan ke PLTP	-	-	
10-11	Waste Heat Rejection	- Once Through Cooling Tower - Cooling Lake/Pond - Spray Pond dan Canal - Cooling Tower	Memahami jenis-jenisnya, prinsip kerjanya, istilah-istilah: Wet Mechanical Draft, Circular Mechanical Draft CT, Wet Natural Draft CT, Dry CT	1.2 & selected papers
12-13	Gas Extraction System	- Fungsi Sistem Pengekstrasian Gas - Pengaruh Non Condensable Gas dalam condenser - Condenser dan Gas Cooler - Tipe-tipe Sistem Pengekstrasian Gas: Positive Displacement Pump, Roto-Dynamic Pump, Steam Jet Ejector, Water Jet Ejector - Contoh-contoh pemakaian Sistem Pengekstrasian Gas di beberapa lapangan panasbumi - Desain sederhana Sistem Pengekstrasian Gas - Studi Kasus	- Mampu memahami prinsip-prinsip dasar sistem pengekstrasian gas, pengaruh non condensable gas dan tipe-tipe sistem pengekstrasian gas - Memahami dasar-dasar pemilihan sistem pengekstrasian gas yang sesuai untuk berbagai karakteristik lapangan - Mampu membuat desain sederhana dari berbagai tipe sistem pengekstrasian gas	1.2 & selected papers
14	Well Head Geothermal Power Plant	- Prinsip Operasi - Desain - Range of Performance	Mengenal well geothermal power plant, memahami prinsip kerjanya, desainnya	3
15	Ormat Geothermal Power Plant (kuliah Tamu)	- Jenis-jenis - Prinsip Operasi - Desain - Range of Performance	Mengenal jenis-jenis Ormat geothermal power plant, memahami prinsip kerjanya, desainnya	-
16	Ujian Akhir Semester			

21. PB6020 Pemanfaatan Langsung Geotermal

Kode Matakuliah: PB6020	Bobot sks: 2 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Konversi/FTMD	Sifat: Pilihan Prodi/Jalur pilihan Eksplorasi dan Rekayasa Geotermal
Nama Mata Kuliah	Pemanfaatan Langsung Geotermal			
	Direct Use of Geothermal Energy			
Silabus ringkas	Pengembangan model konseptual, model matematis, model komputer untuk pemanfaatan panas bumi langsung, dengan topik pengeringan teh, pengeringan tembakau, pengeringan beras, pengeringan kopi, atau topik lain yang diminati mahasiswa			
	Development of conceptual model, mathematical model and computer model for utilization of geothermal energy for drying tea, tobacco, rice or other topic of student's interest.			
Silabus Lengkap	Pengembangan model konseptual, model matematis, model komputer untuk pemanfaatan panas bumi langsung, dengan topik budidaya air, perternakan, rumah kaca, aplikasi industri atau topik lain yang diminati mahasiswa dengan menerapkan prinsip perpindahan panas, prinsip dan menggunakan alat penukar panas.			
	Development of conceptual model, mathematical model and computer model for utilization of geothermal energy for aquaculture, greenhouses, industrial application and other student's interest by implementing the principle of heat transfer dan using heat exchanger.			
Luaran (outcomes)	Mahasiswa mampu menerapkan konsep perpindahan panas dan masa untuk mendesain sistem pengeringa berikut model komputernya			
Related Courses	PB5001 Sistem dan Teknologi Geotermal	Prasyarat		
	PB5012 Utilisasi Panas Bumi	Prasyarat		
Pustaka	1. Integrated Use of Geothermal Energy, Pre and Post Congress Course, World Geothermal Congress 2005, Antalya-Turkey, 244 pp			
	2. Geothermal Energy Resources for Developing Country, Knapp Chandrasekharam D. and Bundschuh (eds), @ 2002 Lund, J, W: Direct Heat Utilization of Geothermal Resources, ISBN 90 5809 522 3, A.A. Balkema Publisher, Tokyo, 413 pp			
	3. Geothermal Direct Use Engineering and Design Guidebook, Lienau, P. J.; Lunis, B. C. (Editor) Oregon Inst of Technology; 4th Ed.(2001) • ISBN-10: 1880228009 • ISBN-13: 978-1880228005			
	4. Cengel, Y. A., Heat and Mass Transfer: A Practical Approach, Third Edition, McGraw Hill Companies, 2006, 879 pp			
	5. Holman, J.P., (alih Bahasa: E. Jasjfi), Perpindahan Kalor, Penerbit Erlangga, 1988, 618 pp.			
Panduan Penilaian	Tugas, quiz, rangkuman hasil kajian literatur, UTS dan UAS			
Catatan Tambahan	Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/telah dibahas.			

Uraian Rinci Materi Kuliah

Mg #	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	Road Map: Tujuan kuliah, pokok bahasan, sistim penilaian, peraturan	Memahami tujuan kuliah, isi kuliah (topik bahasan tiap minggu), cara evaluasi, aturan, referensi.	SAP PB5012 Utilisasi Panas Bumi
		<ul style="list-style-type: none"> - Overview Pemanfaatan Langsung Energi Panas Bumi - Pemanfaatan Energi Panas Bumi untuk Agro Bussiness 	Memahami berbagai konsep dan desain pemanfaatan panas bumi untuk pemanasan, pengeringan dan pemanfaatan lain.	1, 2
2	Konsep Termodinamika, fluida dan Perpindahan Panas	<ul style="list-style-type: none"> - Kekekalan energi pada sistem terbuka dan tertutup - Modal Perpindahan Panas - Aplikasi pada geothermal - Hukum bernouli dengan friksi - Moody's Diagram dan pemilihan pipa dan pompa - Konfigurasi dan prestasi pompa 	Memahami konsep termodinamika, fluida, dan perpindahan panas dan aplikasinya pada penggunaan panas bumi.	1
3	Aplikasi Psikometri	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem gas ideal - Pencampuran udara dan uap air - Prinsip psikometri - Aplikasi psikometri - Diagram psikometri - Dehumidifier dan humidifier 	Memahami psikometri yang lazim digunakan pada aplikasi panas bumi dan aplikasi lainnya	1
4	Aplikasi pada Sistem pengkondisian udara ruang	<ul style="list-style-type: none"> - Pemanasan ruangan - Pemanasan rumah dan area distrik dan kantor - Pengembangan Model Konseptual - Pengembangan Model Analitik 	Memahami penggunaan panas bumi pada system pengkondisian udara	3
5				
6	Aplikasi pada system budidaya air dan perternakan	<ul style="list-style-type: none"> - Aplikasi pada kolam renang dan ikan - Pengembangan Model Konseptual - Pengembangan Model Analitik 	Memahami penggunaan panas bumi pada system budidaya air dan perternakan	3
7				
8	UTS			
9	Aplikasi pada pertanian dan greenhouse	<ul style="list-style-type: none"> - Penggunaan pada pertanian - Persyaratan desain greenhouse - Pengembangan Model Konseptual - Pengembangan Model Analitik 	Memahami penggunaan panas bumi pada pertanian dan pembuatan greenhouse	3
10				
11	Aplikasi pada industri (Pemanasan dan Pengeringan)	<ul style="list-style-type: none"> - Aplikasi pada pengeringan (pulp dan paper, daun tembakau, dan ikan) - Pengembangan Model Konseptual - Pengembangan Model Analitik 	Memahami penggunaan panas bumi pada industri terutama pada industri terutama pemanasan dan pengeringan.	3
12				
13	Kombinasi energy entalpi rendah dan tinggi panas bumi pada industry dan masyarakat.	<ul style="list-style-type: none"> - Pemilihan penggunaan energy yang tepat. - Contoh kombinasi pada industri 	Memahami bagaimana pendekatan industri dan masyarakat dalam penggunaan energy entalpi rendah dan tinggi.	3
14	Pemanfaatan Panas Bumi Lain, dengan Topik sesuai minat mahasiswa	<ul style="list-style-type: none"> - Persyaratan desain - Pengembangan Model Konseptual - Pengembangan Model Analitik - Riset dan Status akhir dari Pemanfaatan Langsung panas bumi 	Memahami penggunaan panas bumi pada aplikasi yang lain	3, selected papers
15				
16	UAS			

22. 6021 Alterasi Hidrotermal

Kode Matakuliah: PB6021	Bobot sks: 2 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Geologi Terapan/FITB	Sifat: WajibProdi/Jalur pilihan Eksplorasi Geotermal
Nama matakuliah	Alterasi Hidrotermal Hydrothermal Alteration			
Silabus ringkas	Kuliah ini memberikan tentang peran kehadiran mineral alterasi terhadap pembentukan sistem geotermal.			
Silabus Lengkap	Pengetahuan tentang ubahan/alterasi hidrotermal yang terjadi pada sistem geotermal terutama yang terjadi di bawah permukaan. Memberikan pengetahuan tentang cara mengenal mineral alterasi hidrotermal, baik mineral lempung maupun non lempung. Mengetahui proses yang terjadi pada fluida geotermal/hidrotermal berdasarkan kumpulan mineral hidrotermalnya. Sehingga selanjutnya dapat menginterpretasi lingkungan geotermal dan memprediksi kemungkinan yang terjadi bila fluida geotermal dieksploitasi. Kuliah ini juga memberikan pengetahuan tentang transfer massa akibat interaksi fluida dan batuan, kimia mineral, diagram aktivitas, inklusi fluida, bore hole geology dan geophysical well logging yang dapat membantu interpretasi studi alterasi hidrotermal.			
Liaran	Mahasiswa dapat menginterpretasi lingkungan geotermal, terutama kondisi reservoir, berdasarkan kehadiran mineral sekunder hasil alterasi hidrotermal.			
Mata Kuliah Terkait	1. Sistem dan Teknologi Geotermal	Prerequisite / Corequisite / Prohibition		
	2. Eksplorasi Geologi Geotermal	Prerequisite / Corequisite / Prohibition		
Kegiatan Penunjang				
Pustaka	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kingston-Morrison, 1995. <i>An Introduction to Geothermal System</i>. Kingston-Morrison, Auckland, NZ. 2. Corbett, G.J., T.M. Leach (1995). <i>Southwest Pacific Rim gold/copper systems : structure, alteration, and mineralization . A workshop presented for the Society of Exploration Geochemists at Townville, 145pp</i> 3. Hedenquist, J.,W., E. Izawa, A. Arribas, N.C. White (1996). <i>Epithermal deposits: styles, characteristic, and exploration</i>. Res.Geol.Spec.Publ., 1, Soc. Res. Geol. 			
Panduan Penilaian	Tugas, quiz, rangkuman hasil kajian literatur, UTS dan UAS			
Catatan Tambahan	Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/ telah dibahas.			

Rincian kegiatan kuliah

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	- Silabus dan tujuan perkuliahan. - Daftar pustaka yang digunakan. - Persentase penilaian.	Memahami tujuan kuliah, isi kuliah (topik bahasan tiap minggu), cara evaluasi, aturan, referensi.	
	Sistem hidrotermal (review)	- Sistem hidrotermal dan epitermal - Fluida geotermal - Mineral-mineral hidrotermal yang umum terbentuk pada sistem geotermal	Mengingat kembali mengenai sistem geotermal, dan kaitannya dengan alterasi hidrotermal	
2	Pembentukan mineral alterasi hidrotermal	- Tipe alterasi hidrotermal - Intensitas dan tingkat alterasi - Faktor yang mempengaruhi terbentuknya alterasi hidrotermal - Proses yang mempengaruhi pembentukan mineral hidrotermal boiling, kondensasi, pencampuran	Mengetahui tipe-tipe alterasi hidrotermal, intensitas dan rangking alterasi, memahami proses dan faktor pembentukannya.	
	Teknik-teknik Identifikasi mineral alterasi hidrotermal	- Petrographic - XRD dan PIMA - Fluid Inclusion - XRF - SEM dan microprobe	Pengetahuan tentang berbagai metode identifikasi mineral yang umum dipergunakan dan tingkat akurasi/sensitivitasnya terhadap mineral tertentu.	
3	Alterasi hidrotermal dan perubahan kimia-fisika batuan reservoir	- Porositas dan permeability - Densitas dan resistivitas batuan - Kimia batuan (beku, sedimen, metamorf, dll)	Memahami perubahan kimia-fisika batuan karena proses alterasi hidrotermal	
4	Alterasi hidrotermal di/dekat permukaan	- Sinter silika - Sinter travertin - Residu silika	Mengingat kembali tipe alterasi hidrotermal yang hanya hadir di dan dekat permukaan.	
	Silika, kalsit dan anhidrit	- Silika dan kuarsa - Kalsit dan karbonat lain - Anhidrit dan gipsium	Memahami pembentukan mineral yang paling umum di sistem hidrotermal	
5	Teknik-teknik cutting dan core logging	- Case study - Latihan/presentasi	Dapat melakukan cutting dan core logging, dan melakukan interpretasi system geotermal dan reservoirnya	
6-7	Mineral lempung	- Tipe dan kimia mineral lempung - Aplikasi mineral lempung di bidang geotermal	Mengenal berbagai mineral lempung, komposisi kimia dan arti pentingnya dalam geotermal	
8	UJIAN TENGAH SEMESTER (UTS)			
9	Mineral kalk-silikat	- Tipe dan kimia mineral kalk silikat - Aplikasinya di geotermal (geoindikator)	Mengenal berbagai mineral kalk silikat dan arti pentingnya dalam geotermal	
10	K-bearing minerals	- Tipe dan kimia K-bearing minerals - Aplikasinya di geotermal (geoindikator)	Mengenal berbagai mineral kalk silikat dan arti pentingnya dalam geotermal	
11	Inklusi fluida	- Definisi - Temperatur fluida geotermal - Komposisi fluida geotermal - Case study	Mengenal prinsip dasar inklusi fluida dan aplikasinya dalam geotermal	
12	Pengenalan Bore hole geologi	- Driller's log dan data yang dapat dipergunakan (P, T, circulation loss, drilling rates) - Integrasi dengan litologi dan alterasi hidrotermal - Case Study	Mengenal prinsip dasar borehole geologi, dapat mengekstrak data yang diperlukan dari driller's log dan mengintegrasikannya dengan data alterasi hidrotermal.	
	Pengenalan Geophysical Well Logging	- Electrical resistivity, caliper, porosity and density logs, spinner static - Integrasi dengan litologi dan alterasi hidrotermal - Case Study	Mengenal beberapa teknik geophysical well logging, dapat mengekstrak data yang diperlukan untuk diintegrasikan dengan data alterasi hidrotermal.	
13	Composite Log dan Pemodelan Konseptual Geotermal	- Teknik-teknik membuat Composite log dan interpretasinya	Dapat membuat composite log dari berbagai data bawah permukaan dan melakukan interpretasi system geotermal dan reservoirnya	
14	Kimia batuan dan transfer massa	- Kimia batuan tak terubah dan terubah - Perhitungan transfer massa - Transfer massa dan alterasi	Memahami hubungan antara transfer massa dan proses alterasi, dapat melakukan perhitungan transfer massa.	

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
15	Alterasi hidrotermal dan fluida geotermal	- Diagram aktivasi - Case study: kumpulan mineral hasil alterasi hidrotermal untuk melihat proses yang terjadi pada fluida geotermal	Memahami penggunaan diagram aktivasi, memahami dinamika perubahan fluida geotermal berdasarkan kumpulan mineral alterasi	
	Studi kasus	- Alterasi dan sistem hidrotermal	Memahami bagaimana mengkompilasi data alterasi, inklusi fluida dan kimia batuan untuk mendeskripsi model sistem hidrotermal	
16	<i>Ujian Akhir Semester</i>			

23. PB6022 Kapita Selekt Geotermal

Kode Matakuliah: PB6022	Bobot sks: 2 aks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Geologi Terapan/FITB dan KK Teknik Reservoir/FTTM	Sifat: Pilihan prodi/jalur eksplorasi dan rekayasa geotermal
Nama Matakuliah	Kapita Selekt Geotermal			
	Special Topic on Geothermal			
Silabus Ringkas	Topik khusus dalam bidang geotermal yang tidak/belum termasuk dalam program kegiatan kuliah reguler			
	Special topics on a particular geothermal technology or contemporary knowledge related to geothermal technology that are not covered in regular courses.			
Luaran (Outcomes)	Mahasiswa menguasai ilmu dan teknologi lain yang telah dimanfaatkan industri.			
Matakuliah Terkait	Semua mata kuliah tahap - 1	Prasyarat		
Kegiatan Penunjang	Kuliah Tamu			
Pustaka	Selected papers			
Panduan Penilaian	Tugas, quiz, rangkuman hasil kajian literatur, UTS dan UAS			
Catatan Tambahan	Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/telah dibahas.			

24. PB6023 Geokimia Produksi Geotermal

Kode Matakuliah: PB6023	Bobot sks: 2 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Geologi Terapan/FITB	<i>Sifat: Pilihan Prodi/Jalur pilihan Eksplorasi dan Rekayasa Geotermal</i>
Nama matakuliah	Geokimia Produksi Geotermal			
	Geothermal Production Geochemistry			
Silabus ringkas	Kuliah ini menekankan tentang peranan geokimia di lapangan geotermal yang sudah dikembangkan atau sudah berproduksi. Materi kuliah meliputi monitoring geokimia, skaling dan korosi, serta aspek lingkungan			
Pustaka	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ellis, A.J. and Mahon, W.A.J., 1977. Chemistry and Geothermal System. Academic Press, New York. 2. Nicholson, K., 1993. Geothermal Fluids : Chemistry and Exploration Techniques. Springer-Verlag, Berlin. 			
Panduan Penilaian	Tugas, quiz, rangkuman hasil kajian literatur, UTS dan UAS			
Catatan Tambahan	Pengetahuan dalam matakuliah ini lebih ditekankan, sehingga diperlukan penyajian sejumlah contoh aplikasi dan latihan pengolahan/interpretasi data.			

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan	- Silabus dan tujuan perkuliahan. - Daftar pustaka yang digunakan. - Persentase penilaian.	Mahasiswa mengetahui: tujuan kuliah, daftar pustaka yang digunakan dan dapat menghitung presentase penilaian.	
	Sistem hidrotermal (review)	- Sistem hidrotermal - Sistem hidrotermal vulkanik	Mahasiswa mengingat kembali sistem hidrotermal dan berbagai komponennya.	
2	Fluida (air) hidrotermal (review)	- Tipe air dan pembentukannya - Unsur terlarut dalam air - Aplikasi kimia air untuk produksi fluida hidrotermal	Mahasiswa mengingat kembali semua aspek kimia air dan aplikasinya di sistem hidrotermal.	
3	Fluida (gas) hidrotermal (review)	- Berbagai gas dan sifatnya - Aplikasi kimia gas untuk produksi fluida hidrotermal	Mahasiswa mengingat kembali semua aspek kimia gas dan aplikasinya di sistem hidrotermal.	
4	Sampling dan analisis	- Sampling di sumur pemboran - Sampling di manifestasi	Mahasiswa mengetahui cara mengambil sampel di sumur pemboran dan melakukan analisa laboratorium.	
5	Problem produksi fluida hydrothermal	- Boiling - Mixing dan kondensasi - Problem lainnya	Mahasiswa mengetahui berbagai problem pada sistem hidrotermal yang sudah dikembangkan akibat proses boiling/flashing, mixing, dll.	
6	Perubahan reservoir 1	- Kimia air - Kimia gas - Karakteristik lainnya	Mahasiswa mengetahui bagaimana kondisi reservoir berubah akibat produksi fluida hidrotermal.	
7	UJIAN TENGAH SEMESTER			
8	Monitoring kimia 1	- Monitoring kimia air dan gas - Monitoring karakteristik lainnya	Mahasiswa mengetahui bagaimana melakukan monitoring kimia dan dapat memprediksi apa yang terjadi.	
9	Monitoring kimia 2	- Case study	Mahasiswa lebih memahami bagaimana melakukan monitoring kimia dan dapat memprediksi apa yang terjadi dari sebuah kasus.	
10	Skaling 1	- Silika - Kalsit	Mahasiswa mengetahui bagaimana pembentukan skaling silika dan kalsit.	
11	Skaling 2	- Anhidrit - Sulfida - Lainnya	Mahasiswa mengetahui bagaimana pembentukan skaling anhidrit, sulfida dan skaling lainnya.	
12	Korosi	- Unsur-unsur penyebab korosi - Pembentukan korosi	Mahasiswa mengetahui bagaimana pembentukan korosi di pipa produksi.	
13	Aspek lingkungan	- Kimia discharge - Monitoring	Mahasiswa mengetahui kimia keluaran sumur yang menjadi bahan pertimbangan aspek lingkungan.	
14	Case study 1	- Case study monitoring dan perubahan kondisi reservoir - Presentasi mahasiswa	Mahasiswa memahami terjadinya perubahan reservoir dari kasus monitoring suatu lapangan.	
15	Case study 2	- Case study pembentukan skaling dan korosi - Presentasi mahasiswa	Mahasiswa memahami terjadinya skaling dan korosi dari kasus monitoring suatu lapangan.	

25. PB6024 Sistem Geotermal Non-Konvensional

Kode Matakuliah: PB6024	Bobot sks: 2 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: KK Teknik Reservoir/FTTM dan KK Geologi Terapan FITB	Sifat: Pilihan Prodi/Jalur pilihan Eksplorasi dan Rekayasa Geotermal
Nama Mata Kuliah	<i>Sistem Geotermal Non-Konvensional</i>			
Silabus Ringkas	<i>Model konseptual sistem geotermal non-konvensional, teknologi konversi, peluang aplikasi dan teknologi pemanfaatan, keekonomian</i>			
Silabus Lengkap	<i>Model konseptual: Hot Dry Rock, Conductive Sedimentary Systems & Geo-Pressured Systems, Co-Production (w/ Oil & Gas) and Magma Bodies System, Conversion Technologies: Organic Rankine Cycle, Binary and Hybrid Systems, Direct Use from Low Temperature Geothermal Resources, aplikasi teknologi, analisis bisnis pengembangan</i>			
Keluaran (Outcomes)	<i>Mahasiswa dapat menggambarkan secara baik sistem dan model konseptual dari sistem geotermal non-konvensional, dapat melakukan analisa strategi pengembangan yang terukur mengenai sistem geotermal non-konvensional dari sisi teknologi, ekonomi, peluang, dan tantangan serta mampu memberikan solusi terhadap persoalan pengembangan selama ini serta menstimulasi diskusi mengenai inovasi pengembangan sistem geotermal non-konvensional.</i>			
Mata Kuliah Terkait	<i>PB 5001 Sistem dan Teknologi Geotermal</i> <i>PB 5012 Utilisasi Geotermal</i>			
Kegiatan Penunjang	Setiap minggu mahasiswa diberi tugas individu untuk membaca makalah dan membuat rangkumannya. Topik sesuai dengan topik yang akan/telah dibahas.			
Pustaka	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Publikasi Paper: Future of Geothermal Energy (Subir K. Sanyal)</i> 2. <i>Geothermal Systems (Huenges)</i> 3. <i>The State of Geothermal Technology Part II: Surface Technology (GEA)</i> 4. <i>Ronald Di Pippo, Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies, and Environmental Impact, Part One: Resource Identification and Development</i> 5. <i>Selected papers</i> 			
Panduan Penilaian	Tugas, quiz, rangkuman hasil kajian literatur, UTS dan UAS			
Catatan Tambahan				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Pendahuluan (1)	<ol style="list-style-type: none"> <u>Ketentuan Perkuliahan</u> <ul style="list-style-type: none"> Tujuan kuliah, Pokok bahasan, Sistem penilaian, Peraturan perkuliahan, Referensi dan Literatur <u>Pengenalan Sistem Geotermal Non-Konvensional</u> <ul style="list-style-type: none"> Sejarah & Latar Belakang Pengembangan Sistem Geotermal Non-Konvensional Review Sistem-Sistem Geotermal Secara Umum: Convective (Hydrothermal) Systems, Enhanced Geothermal Systems (Low Temp & Supercritical Reservoirs), Conductive Sedimentary Systems, Co-Production, Geo-pressured Systems, Magma Bodies Definisi Sistem Geotermal Non-Konvensional, Perbedaan Umum Sistem Geotermal Konvensional dengan Non-Konvensional 	<ol style="list-style-type: none"> Dengan ketentuan perkuliahan yang jelas, mahasiswa dapat merencanakan program belajar mandiri dengan lebih baik dan konsisten. Melalui pengenalan secara umum ini, mahasiswa dapat menjelaskan kembali informasi mengenai memahami pentingnya pengembangan sistem geotermal non-konvensional serta mengetahui lingkup bahasannya secara garis besar. Hal ini dimaksudkan agar mahasiswa dapat terpacu untuk menggali informasi lebih dalam lagi. 	<ol style="list-style-type: none"> Publikasi Paper: Future of Geothermal Energy (Subir K. Sanyal) The State of Geothermal Technology Part II: Surface Technology (GEA) Geothermal Systems (Huenges)
2	Pendahuluan (2)	<ol style="list-style-type: none"> <u>Karakterisasi Sistem Geotermal Non-Konvensional</u> <ul style="list-style-type: none"> Berdasarkan Potensi Sumber Daya: Low to Middle Temperature Resources, Supercritical Resources Berdasarkan Utilisasi dan Pemanfaatan Energinya: Pembangkitan Listrik (General & Hybrid) dan Pemanfaatan Langsung (GHP, District & Space Heating, Aqua-culture, Green Houses) <u>Potensi dan Aplikasi Pengembangan Sistem Geotermal Non-Konvensional</u> <ul style="list-style-type: none"> Status Aplikasi Global (US, Eropa, Pasifik dan Asia) dan di Indonesia Tantangan dan Permasalahan (Issues) dari Pengembangan Sistem Geotermal Non-Konvensional: Secara Umum (Global) dan Lokal (Indonesia). Peluang & Potensi Pengembangan di Indonesia: Potensi Aplikasi sesuai Sumberdaya Geotermal Indonesi 	<ol style="list-style-type: none"> Mahasiswa mampu mengkorelasikan karakter sumberdaya geotermal non-konvensional tertentu dengan metode utilisasi yang optimal. Mahasiswa mampu memahami dan sanggup menjelaskan kembali secara garis besar status pengembangan sistem geotermal secara global dan lokal, sehingga muncul ide, pemikiran, dan pemahaman akan peluang potensi aplikasi serta penyelesaian hambatan pengembangan selama ini. 	<ol style="list-style-type: none"> Publikasi Paper: Future of Geothermal Energy (Subir K. Sanyal) The State of Geothermal Technology Part II: Surface Technology (GEA) Geothermal Systems (Huenges)
3	Kajian Sistem Geotermal (1): Enhanced Geothermal System & Hot Dry Rock System	<ul style="list-style-type: none"> Overview Sistem Geotermal: Model Konseptual dan Karakterisasi Sistem Geotermal 	Mahasiswa mendapatkan gambaran yang komprehensif terkait hulu-hilir dan pengembangan sistem geotermal konvensional tertentu.	Ronald Di Pippo, Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies, and Environmental Impact, Part One: Resource Identification and Development
4	Kajian Sistem Geotermal (2): Conductive Sedimentary Systems & Geo-Pressured Systems	<ul style="list-style-type: none"> Metode Eksplorasi, Ekstraksi/Exploitasi dan Utilisasinya Potensi Sumberdaya Ke-ekonomian Pengembangan (The Economics) 		
5	Kajian Sistem Geotermal (3): Co-Production (w/ Oil & Gas) and Magma Bodies System	<ul style="list-style-type: none"> Aplikasi, Peluang dan Tantangan Pengembangan 		
6	Kajian Teknologi (1): Conversion Technologies: Organic Rankine Cycle, Binary and Hybrid Systems	<ul style="list-style-type: none"> Karakterisasi Teknologi Konversi terhadap Sistem Geotermal Design engineering dari Sistem Organic Rankine Cycle, Binary and Hybrid Systems Perkembangan Industri dan Pasar Teknologi Konversi 	Mahasiswa mampu memahami alur kerja dari beberapa sistem konversi atau pembangkitan listrik serta penyesuaian parameter kerjanya terhadap sumberdaya geotermal non-konvensional yang ada.	Ronald Di Pippo, Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies, and Environmental Impact, Part Two: Geothermal Power Generating System

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
7	Kajian Teknologi (2): Direct Use from Low Temperature Geothermal Resources	<ul style="list-style-type: none"> - Overview: GHP, District & Space Heating, Aqua-culture, Green Houses - Konsep Pemanfaatan dan Teknologi yang Digunakan - Perkembangan Industri dan Pasar Pemanfaatan Langsung 	Mahasiswa mengetahui sistem kerja berbagai bentuk pemanfaatan langsung dari geotermal non-konvensional hingga gambaran mengenai pemasaran produk pemanfaatan langsung yang ada di pasar saat ini.	<ul style="list-style-type: none"> - Reference Bookon Geothermal Direct Use (US DOE, 2005) - WGC proceedings paper (Enhanced Geothermal System and Geothermal Heat Pump)
8	Kuliah Tamu	Organic Rankine Cycle Technology Development (ORMAT Technologies; Tentative)	Mahasiswa mendapatkan informasi perkembangan terkini dari industri teknologi konversi secara langsung dari praktisi.	
9	UTS			
10	Presentasi Kelompok 1	Kajian Prospek Pengembangan Sistem Geotermal Non-Konvensional (Kasus - 1)	Mahasiswa mendapatkan kesempatan bekerjasama untuk mengevaluasi secara lebih mendalam dan terukur prospek sumberdaya geotermal non-konvensional pada suatu lokasi tertentu serta memutuskan pilihan teknologi pemanfaatan yang paling optimal sesuai dengan karakterisasi sumberdaya di lokasi tersebut.	<ul style="list-style-type: none"> - Publikasi Ilmiah Internasional dan Nasional - World Geothermal Congress Proceedings Paper 2005 dan 2010.
11	Presentasi Kelompok 2	Kajian Prospek Pengembangan Sistem Geotermal Non-Konvensional (Kasus - 2)		
12	Presentasi Kelompok 3	Kajian Prospek Pengembangan Sistem Geotermal Non-Konvensional (Kasus - 3)		
13	Presentasi Kelompok 4	Kajian Prospek Pengembangan Sistem Geotermal Non-Konvensional (Kasus - 4)		
14	Presentasi Kelompok 5	Kajian Prospek Pengembangan Sistem Geotermal Non-Konvensional (Kasus - 5)		
15	Kuliah Tamu	Worldwide Enhance Geothermal System Development (Tentative)	Mahasiswa dapat mengikuti perkembangan sistem geotermal non-konvensional (enhanced geothermal system) yang diusahakan oleh sejumlah negara di dunia dan memahami adanya peluang pengembangan sistem geotermal non-konvensional di Indonesia seperti yang telah dilakukan negara-negara lain.	
16	UAS			

26. PB6025 Remote Sensing untuk Geotermal

<i>Kode Matakuliah:</i> PB6025	<i>Bobot sks:</i> 2 sks	<i>Semester:</i> ganjil/genap	<i>KK / Unit Penanggung Jawab:</i> KK Geologi Terapan	<i>Sifat: Pilihan Prodi/Jalur</i> <i>pilihan Eksplorasi</i>
<i>Nama Matakuliah</i>	Remote Sensing untuk Geotermal			
	Remote Sensing for Geothermal			
<i>Silabus Ringkas</i>	Pengenalan dan aplikasi Remote Sensing untuk gunung api aktif dan eksplorasi geotermal yang mencakup teori dasar, jenis data, penggunaan, pemrosesan, sampai analisa.			
<i>Silabus Lengkap</i>	This lecture is aimed to student who wish to study about the use of remote sensing data for spesific purposes, especially for observing active volcanoes and geothermal explorations. The remote sensing data type from Optic to advanced Microwave sensor will be explained including how to process and interpret the data based on advanced theory as well. The basic Math, Statistics, and computer programming will be used as tools for analyses.			
<i>Luaran (Outcomes)</i>	Mahasiswa memahami dan mengetahui jenis dan fungsi data satelit yang bisa digunakan untuk monitoring gunung api aktif dan ekplorasi geothermal.			
<i>Matakuliah Terkait</i>	Sistem dan Teknologi Geotermal	Prasyarat		
<i>Kegiatan Penunjang</i>	Praktikum dan Kerja lapangan			
<i>Pustaka</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. S. M. de Jong and F. D. van Der Meer, <i>Remote Sensing Image Analysis: Including the Spatial Domain</i>, Vol. 5, Kluwer Academic Publishers, 2005 (Pustaka utama) 2. G. M. Foody and P. M. Atkinson Eds., <i>Uncertainty in Remote Sensing and GIS</i>, John Wiley & Sons Ltd., 2002 (Pendukung) 3. J. A. Richards, <i>Remote Sensing with Imaging Radar</i>, Springer-Verlag, 2009 (Pendukung) 4. Saepuloh A., Koike K., Omura M., Iguchi M., Setiawan A., SAR- and gravity change-based characterization of the distribution pattern of pyroclastic flow deposits at Mt. Merapi during the past ten years, <i>Bulletin of Volcanology</i>, Springer-Verlag, Vol. 72, No. 2, 2010 (Pendukung) 5. Saepuloh A., Koike K., Omura M., <i>Applying Bayesian decision classification to Pi-SAR polarimetric data for detailed extraction of the geomorphologic and structural features of an active volcano</i>, <i>IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters (IEEE - GRSL)</i>, Vol. PP, No. 99, 2012 (Pendukung) 6. Saepuloh A., Koike K., <i>Discriminating alteration of pyroclastic flow deposits in an active volcano by SAR image analysis for assessing the geothermal system</i>, <i>Proceeding of the World Geothermal Congress 2010 (WGC 2010)</i>, Bali, Indonesia, 2010 (Pendukung) 7. Wohletz, Keneth and Grant, Heiken, 1992, <i>Volcanology and Geothermal Energy</i>, University of California Press, Berkeley. 			
<i>Panduan Penilaian</i>	Kehadiran, tugas, praktikum, dan ujian			
<i>Catatan Tambahan</i>				

Mg#	Topik	Sub Topik	Capaian Belajar Mahasiswa	Sumber Materi
1	Konsep <i>Remote Sensing</i> untuk gunung api aktif	Pengenalan <i>Remote Sensing</i> secara umum dan peranannya untuk gunungapi aktif.	Mahasiswa memahami prinsip kerja <i>Remote Sensing</i> dengan berbagai kelebihan dan kekurangannya.	<i>de Jong and van Der Meer, 2005 (bab: 1, sub: 1.1 – 1.3)</i>
2	Data satelit dan penggunaan	Pengenalan berbagai jenis data satelit. Kelebihan dan kekurangan setiap data.	Mahasiswa mengetahui jenis data yang dibutuhkan berdasarkan keperluan.	<i>de Jong and van Der Meer, 2005 (bab: 1, sub: 1.4 – 1.7) (bab: 2, sub: 2.1 – 2.6)</i>
3	<i>Optic sensor I</i>	Penjelasan lanjut mengenai data-data <i>optic sensor</i> . <i>Pre-processing</i> dan kalibrasi data.	Mahasiswa memahami konsep dasar, mengetahui <i>pre-processing</i> , dan kalibrasi <i>optic sensor</i> yang diperlukan terutama untuk daerah tropis.	<i>de Jong and van Der Meer, 2005 (bab: 7, sub: 7.1 – 7.12)</i>
4	<i>Optic sensor I</i>	Aplikasi untuk gunung api aktif: Pendeteksian produk letusan dan monitoring gunung api aktif.	Mahasiswa mengetahui kegunaan <i>optic sensor</i> untuk gunung api aktif.	<i>Saepuloh et al., 2010 and other international journals.</i>
5	<i>Optic sensor III</i>	Aplikasi untuk eksplorasi geothermal. Pemetaan manifestasi permukaan.	Mahasiswa mengetahui kegunaan <i>optic sensor</i> untuk keperluan eksplorasi geothermal.	<i>Saepuloh and Koike, 2010 and other international journals.</i>
6	<i>Microwave sensor I</i>	Konsep dasar Synthetic Aperture Radar (SAR). Pengenalan sistem kerja, dan konfigurasi SAR <i>remote sensing</i> .	Mahasiswa memahami cara kerja dan penggunaan data-data SAR.	<i>Richards, 2009 (bab: 1, sub: 1.1 – 1.7)</i>
7	UTS			
8	<i>Microwave sensor II</i>	Pengenalan jenis dan data-data SAR	Mahasiswa mengetahui berbagai data SAR dan penggunaannya.	<i>Richards, 2009 (bab: 1, sub: 1.1 – 1.7)</i>
9	<i>Microwave sensor III</i>	Pemrosesan data-data SAR Pendeteksian permukaan geologi	Mahasiswa mengetahui pemrosesan data dan penggunaan untuk membantu pemetaan geologi.	<i>Richards, 2009 (bab: 2, sub: 2.1 – 2.18) Richards, 2009 (bab: 3, sub: 3.1 – 3.10)</i>
10	<i>Microwave sensor IV</i>	Aplikasi untuk gunung api aktif	Mahasiswa mengetahui penggunaan data-data SAR untuk gunung api aktif.	<i>Saepuloh et al., 2012 and other international journals.</i>
11	<i>Microwave sensor V</i>	Aplikasi untuk eksplorasi geothermal	Mahasiswa mengetahui penggunaan data-data SAR untuk keperluan eksplorasi geothermal.	<i>Saepuloh and Koike, 2010 and other international journals.</i>
12	Kombinasi <i>Remote Sensing</i> data	Penggabungan data-data optic dan microwave.	Mahasiswa mengetahui kegunaan penggabungan data-data untuk mendeteksi target di permukaan.	<i>Saepuloh et al., 2010 and other international journals.</i>
13	Analisa data multi-sensor <i>Remote Sensing</i> data	Penggabungan data satelite, Geologi, dan Geofisika dengan parameter-parameter statistik	Mahasiswa mampu menganalisa berbagai data satelit secara kuantitatif untuk karakterisasi permukaan.	<i>Saepuloh et al., 2010 and other international journals.</i>
14	Sampling dan <i>ground-truthing</i>	Konsep pengambilan data dan pembuktian lapangan	Mahasiswa mampu melakukan pembuktian lapangan dan mengetahui pentingnya data lapangan dalam menganalisa data-data satelit.	<i>Foody and Atkinson, 2002 (bab: 1, sub: 1.1 – 1.18)</i>
15	Evaluasi lapangan geothermal	<i>Kombinasi data RS dengan data geosains</i>	<i>Mahasiswa mampu melakukan analisis lebih mendalam dengan bantuan RS</i>	<i>Wohletz, Keneth and Grant, Heiken</i>
16	UAS			

27. PB6099 Tesis

Kode Matakuliah: PB6099	Bobot sks: 6 sks	Semester: ganjil/genap	KK / Unit Penanggung Jawab: FTTM	Sifat: Wajib Prodi/Jalur pilihan Eksplorasi dan Rekayasa Geotermal
Nama Mata Kuliah	Tesis			
	Thesis			
Silabus Ringkas	Riset/Penelitian suatu proyek yang berkaitan dengan aspek eksplorasi geotermal (ahli ilmu kebumihan) atau teknologi geotermal (rekayasa)			
	Research related to aspect of geothermal exploration (earth scientist) or geothermal technology (engineering).			
Silabus Lengkap	Penelitian yang berkaitan dengan aspek eksplorasi geotermal (ahli ilmu kebumihan) atau teknologi geotermal (rekayasa), mulai dari identifikasi dan perumusan masalah, mengkaji literatur, melaksanakan penelitian/kajian dan analisis			
	Investigation of a practical project related to aspect of geothermal exploration (earth scientist) or geothermal technology (engineering), starting from identification of problem, problem statement, literature review, conducting research/investigation and analysis			
Kegiatan Penunjang	Mengikuti seminar/forum geotermal minimal 8 (delapan) kali sebelum diizinkan sidang magister			
Luaran (outcomes)	Mahasiswa mampu mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan, mengkaji literatur untuk mencari metodologi yang tepat, melaksanakan kajian dan analisis, menyimpulkan hasil kajian, menulis laporan dan mempresentasikannya.			
Panduan Penilaian	Penilaian didasarkan pada cara penulisan, cara presentasi dan menjawab pertanyaan, penguasaan materi			