

**Pengembangan Mata Ajaran Pilihan:  
Teknologi dan Sistem Mekanikal Pemboran Migas,  
Sebagai Sinergi Perguruan Tinggi dan Industri dalam Menjawab Kebutuhan dan  
Peluang Pasar Nasional dan Internasional**

**Wahyu Nirbito**

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia  
Kampus UI Depok, Depok Jawa Barat 16424  
E-mail: wahyu.nirbito@ui.edu

**Abstrak**

*Satu topik belajar-mengajar, yang dirancang untuk meningkatkan daya saing lulusan dalam masuk ke dunia kerja yang sesuai dengan kompetensinya, khusus dikembangkan sebagai satu mata kuliah yang sifatnya pilihan dalam bidang pekerjaan Eksplorasi dan Produksi (E/P) migas setelah lulus. Peluang pekerjaan bagi lulusan Teknik Mesin di sektor migas ternyata masih terus berkembang dengan ditemukannya sumur sumur baru maupun dengan bantuan teknologi ditingkatkannya produksi sumur sumur lama sebagai akibat kenaikan harga migas di pasaran dunia yang mendorong peningkatan E/P migas. Hal ini juga adalah dalam rangka program Optimasi E/P Migas Nasional. Dengan adanya tantangan dan peluang tersebut, Departemen Teknik Mesin harus meningkatkan mutu dan kemampuan lulusannya sehingga mempunyai daya saing yang lebih tinggi terutama didalam sektor bidang pekerjaan E/P migas. Pemboran migas yang bila diperhatikan sebagian besarnya adalah implementasi sistem mekanikal yang biasa diajarkan pada bidang kompetensi teknik mesin. Melalui penambahan wawasan mengenai implementasi dasar-dasar pengetahuan kompetensi teknik mesin yang merupakan inti dari teknologi dan teknik pemboran migas, maka diharapkan lulusan mampu dilatih serta dibentuk agar bisa langsung beradaptasi dengan mudah dan bekerja tanpa kecanggungan di dunia E/P migas pada umumnya dan bidang pemboran migas khususnya. Nantinya para lulusan mampu ikut didalam suatu operasi pemboran migas dengan penuh percaya diri dan kesiapan menambah pengetahuan dan keterampilannya sehingga di lapangan kerja menjadi lebih mudah dan lebih cepat dididik sebagai drilling engineer.*

*Kata Kunci: pemboran migas, sistem mekanikal, eksplorasi migas, drilling engineering*

## **1. Latar Belakang.**

Krisis ekonomi yang masih belum pulih sampai saat ini sangat berdampak kepada kemampuan daya serap industri terutama manufaktur untuk menyediakan lapangan pekerjaan bagi lulusan dengan latar belakang kompetensi teknik mesin. Walaupun demikian peluang di sektor migas masih cukup luas dan terus berkembang dengan ditemukannya sumur sumur baru maupun dengan bantuan teknologi ditingkatkannya produksi sumur sumur lama. Sisa cadangan minyak terbukti pada tahun 2006 tinggal 4,37 milyar barrel dengan tambahan cadangan terbukti hanya sekitar 2,4 milyar barrel pada periode 1999-2006. Sedangkan total cadangannya yaitu total *proven+possible+probable* adalah 8,68 milyar barrel pada tahun 2006 [1]. Walaupun produksi minyak bumi Indonesia merosot tajam dalam periode 1995-2005 setelah boom puncak produksi di tahun 1995, akan tetapi target produksi minyak bumi Indonesia dapat direncanakan menaik kembali pada periode 2006-2009. Hal ini adalah disebabkan upaya pengembangan lapangan-lapangan baru serta melalui optimasi perawatan sumur lama, fasilitas produksi dan penerapan *infill drilling*. Proyeksi kenaikan produksi minyak bumi Indonesia adalah terendah peningkatan 0,36% dan terbaik adalah peningkatan 6,82% dari produksi tahun 2006 pada tahun 2009 [1]. Untuk gas bumi keadaannya lebih menjanjikan yaitu cadangan terbukti menaik 20% dari 78,13 TCF tahun 1999 menjadi 93,90 TCF tahun 2006. Sedangkan cadangan totalnya yaitu total *proven+possible+probable* adalah 169,35 TCF pada tahun 2006 dari 134,53 TCF tahun 1999 atau naik sebesar 26% [1]. Tambahan lagi adalah dengan rencana kenaikan pengembangan energi panas bumi untuk memenuhi kebutuhan energi terutama listrik dengan basis energi terbarukan. Dari 1052 MW yang sudah berproduksi akan dikembangkan menjadi 1647,5 MW dan masih ada lagi sebesar 680 MW yang akan ditawarkan [2]. Dapat dibayangkan bahwa kegiatan eksplorasi dan produksi migas serta panas bumi yang utamanya adalah pekerjaan pemboran akan menaik secara mencolok dalam tahun-tahun mendatang. Dengan demikian, kebutuhan akan tenaga kerja yang

memiliki dasar kompetensi dan siap untuk dilatih serta dibentuk sehingga kemudian bisa langsung beradaptasi dengan mudah dan bekerja tanpa kecanggungan didunia E/P migas pada umumnya dan bidang pemboran migas khususnya akan meningkat dan menjadi krusial. Hal tersebut adalah dalam rangka program Optimalisasi Eksplorasi dan Produksi (E/P) Migas Nasional.

Dalam proses belajar-mengajar di perguruan tinggi, salah satu aspek yang harus selalu diupayakan adalah meningkatkan daya saing lulusan dalam masuk kedunia kerja yang sesuai dengan kompetensinya. Dengan adanya tantangan dan peluang tersebut diatas, Departemen Teknik Mesin FTUI harus meningkatkan mutu dan kemampuan lulusannya sehingga mempunyai daya saing yang lebih tinggi terutama didalam sektor bidang pekerjaan E/P migas. Salah satu bidang penting dalam E/P migas adalah pemboran migas yang bila diperhatikan sebagian besarnya adalah implementasi sistem mekanikal yang biasa diajarkan pada bidang kompetensi teknik mesin seperti antara lain : teknik pompa, kompresor, aplikasi mekanika fluida dan sistem fluida, hidrolik dan pneumatik serta mesin mesin rotasi.

Melalui satu topik belajar-mengajar yang khusus dirancang untuk merangkum sistem sistem mekanikal tersebut diatas, maka akan dikembangkan satu mata kuliah yang sifatnya pilihan yaitu hanya bagi mahasiswa yang berminat karena ingin masuk dalam bidang pekerjaan E/P migas setelah lulus. Diharapkan mata kuliah pilihan ini bisa memberikan gambaran dan pengertian yang lengkap bagi para mahasiswa mengenai teknologi dan teknik pemboran migas yang sebagian besarnya merupakan aplikasi ilmu teknik mesin. Diharapkan nantinya sebagai lulusan dengan latar belakang kompetensi teknik mesin mereka mempunyai pengetahuan praktis yang cukup lengkap mengenai teknologi dan teknik pemboran migas sehingga siap untuk dilatih serta dibentuk agar bisa langsung beradaptasi dengan mudah dan bekerja tanpa kecanggungan didunia E/P migas pada umumnya dan bidang pemboran migas khususnya. Mata kuliah pilihan tersebut diatas akan disebut sebagai mata kuliah "*Teknologi dan Sistem Mekanikal Pemboran Migas*". Direncanakan akan ditawarkan pada setiap semester genap dengan bobot 4 sks atau 4 jam perminggu. Karena sifatnya yang aplikatif, maka sistem pengajarannya adalah melalui diskusi kelas, tugas mandiri maupun kelompok, kunjungan ke lapangan ataupun pemutaran film dan terutama melalui kuliah kuliah tamu dari para tenaga ahli pemboran migas.

### **Rasional.**

Melalui penambahan wawasan mengenai implementasi dasar dasar pengetahuan kompetensi teknik mesin yang merupakan inti dari teknologi dan teknik pemboran migas, maka diharapkan lulusan mampu mengembangkan kompetensi teknik mesinnya dengan nilai tambah pengetahuan pemboran migas sehingga siap untuk dilatih serta dibentuk agar bisa langsung beradaptasi dengan mudah dan bekerja tanpa kecanggungan didunia E/P migas pada umumnya dan bidang pemboran migas khususnya. Dengan demikian lulusan itu mempunyai keunggulan dan pilihan yang lebih luas didalam dunia kerja nyata nantinya.

## **2. Metodologi.**

### **1. Tujuan dan hasil pembelajaran yang ingin dicapai.**

- Lulusan berkemampuan mengenal peralatan-peralatan dasar beserta fungsi dan cara kerja masing-masing yang dibutuhkan dalam suatu operasi pemboran migas.
- Lulusan berkemampuan menjelaskan teknik operasi pemboran migas beserta aspek aspek lainnya yang berkaitan seperti masalah keselamatan kerja, peralatan keselamatan kerja, keadaan darurat dan masalah lingkungan hidup.
- Lulusan memiliki pemahaman pengetahuan dengan cukup baik sehingga mampu ikut didalam suatu operasi pemboran migas dengan penuh percaya diri dan kesiapan menambah pengetahuan dan keterampilannya nanti setelah lulus.

## 2. Mekanisme dan Rancangan Proses Belajar-Mengajar.

- Materi utama disampaikan didalam kelas melalui kegiatan tatap muka perkuliahan dari dosen ataupun pembicara tamu yaitu tenaga ahli pemboran migas, serta melalui diskusi diskusi diluar kelas dalam seminar, konferensi ataupun pengamatan operasi lapangan serta pemutaran film/audio visual.
- Materi tambahan akan didistribusikan kepada para mahasiswa melalui akses akses:
  - a. Situs internet, homepage DTM khusus untuk mata ajaran yang bersangkutan.
  - b. Email milik para mahasiswa, maillist kelas, diskusi melalui maillist Komunitas Migas Indonesia.
  - c. Handout yang akan dibagikan.
- Evaluasi Keberhasilan Proses Belajar Mengajar adalah melalui quizzes,kegiatan diskusi dan/atau seminar, ujian berbentuk essay, tugas karya tulis mandiri dan/atau kelompok, tugas dalam observasi seperti yang ditunjukkan dalam Tabel I.

**Tabel I. Penilaian / Evaluasi Keberhasilan Belajar**

Komponen	Formatif	Summatif	Prosentase
Teori	Diskusi kelas	Quiz	25%
Kunjungan Lapangan	-tidak ada-	Laporan	15%
Kemampuan Umum	-tidak ada-	Soft-Skills: ☞ Kerja sama dlm kelompok ☞ Mengumpulkan info ☞ Formulasi permasalahan	-tidak ada-
Ujian Semester	-tidak ada-	Ujian Tengah Semester dan Ujian Akhir Semester berbentuk Karya Tulis mandiri (essay) dan Presentasi	60%

## 3. Sumber Daya yang Dibutuhkan.

- Dibutuhkan Pemberi Materi Kelas sesuai dengan Satuan Acara Pembelajaran yang telah disusun. Pemberi Materi Kelas ini adalah Tenaga Ahli Pemboran Migas yang diundang khusus sebagai dosen tamu. Ketersediaan Dosen Tamu akan didukung/dibantu oleh Komunitas Migas Indonesia (KMI).
- Dibutuhkan bahan ajar seperti antara lain : handouts dari paparan, copy paper, buku referensi, buku bibliografi yang dianjurkan dan materi audio visual (film/VCD/DVD). Diharapkan perusahaan pemboran, perusahaan minyak ataupun Asosiasi Pemboran Migas dapat membantu.
- Dibutuhkan kesempatan untuk berkunjung ke lapangan untuk observasi. Diharapkan perusahaan pemboran, perusahaan minyak ataupun Asosiasi Pemboran Migas dapat membantu.

## 4. Materi Pengajaran.

Materi pengajaran yang akan disampaikan adalah disusun mengacu kepada silabus yang umum pada institusi-institusi pendidikan tinggi kelas dunia yang telah memberikan mata ajaran *drilling engineering*, seperti antara lain di *Petroleum Super School - Colorado School of Mines* [3] dan *Harold Vance Department of Petroleum Engineering - Texas A&M University* [4]. Garis besar silabus yang telah dikembangkan adalah Pengenalan sumur minyak dan gas, eksplorasi-eksploitasi-produksi minyak dan gas, rig pemboran, terminologi, Problematika Pemboran, Fluida pemboran, Sistem dalam pemboran migas, Sistem kerekan (*Hoisting System*), Sistem Mesin Berputar (*Rotating System*), Sistem

Sirkulasi Fluida Pemboran (*Circulating System*), Sistem Daya (*Power System*), Sistem Pencegahan Ledakan (*Blowout Prevention System*), Rancangan Sumur yang aman dan efisien (*Well design for safety and efficiency*), Penyemenan (*Cementing*), Persiapan Pemboran (*Drilling Preparation*), Operasi Pemboran (*Drilling Operations*), Proses Pemboran (*Drilling Process*), Metode Pengangkatan Buatan (*Artificial Lift methods*), Kunjungan ke Lapangan pemboran migas [5]. Satuan Acara Pembelajaran yang telah dibuat disusun dalam **Tabel II**.

### 5. Buku Ajar / Referensi.

Buku buku yang akan dijadikan sebagai buku pegangan bahan belajar mengajar ataupun referensi bibliographie antara lain telah disediakan sebagai berikut:

- **“Drilling – Oil and Gas Field Development Techniques”**, J.P. Nguyen, Institut Français Du Pétrole Publication, Paris – France.
- **“Drilling Equipment and Operations”**, Don A. Gorman, Jerry W. Meyer, Action Systems Inc., Dallas, Texas – USA.
- **“Applied Drilling Engineering”**, Adam T. Bourgoyne, Martin E. Chenevert, et. al., Society of Petroleum Engineers, Richardson, Texas – USA.
- **“The Technology of Artificial Lift Method”**, Kermit E. Brown, University of Tulsa, Petroleum Publishing Co., Tulsa – USA.
- **“New Technologies and General Capabilities”**, B.N. Murali, Halliburton Energy Services, Texas – USA.
- **“Oil Well Testing Handbook”**, A.U. Chaudhry, Advanced TWPSOM Petroleum Systems INC., Houston, Texas – USA.
- **“Gas Well Testing Handbook”**, A.U. Chaudhry, Advanced TWPSOM Petroleum Systems INC., Houston, Texas – USA.

Disamping buku buku tersebut diatas, telah juga disediakan sejumlah banyak film film mengenai Drilling Operation and Equipments dalam format VCD dan DVD produksi **GLOBAL SANTAFE, OILWELL DRILLING** dan **WEATHERFORD**.

### 6. Program Sosialisasi / Pengenalan.

Sebagai Mata Ajaran yang baru sama sekali dan belum pernah ditawarkan sebelumnya, maka perlu dilakukan sosialisasi dan penjelasan yang sekaligus merupakan bentuk penawaran kepada para mahasiswa yang berminat. Selama tahun akademik 2007-2008 telah diadakan serangkaian seminar umum/kuliah tamu tentang pemboran migas bumi sebagai pembuka wawasan awal serta pengenalan topik. Pada setiap seminar/kuliah tamu tersebut hadir lebih dari 100 orang mahasiswa dari teknik mesin, teknik metallurgi, teknik elektro dan teknik kimia serta mahasiswa teknik mesin perguruan tinggi lainnya yang juga diundang. Telah diselenggarakan 4 kuliah tamu dan direncanakan masih ada 2 kuliah umum/tamu selanjutnya sebagai berikut :

1. Kuliah Umum Pembuka I  
Topik /Pembicara :  
Teknologi & Teknik Pemboran Migas Bumi, Introduksi / Harry Eddyarso (Sipil'79 ITB), PT SPA Drilling & Field Services.
2. Kuliah Umum Pembuka II  
Topik / Pembicara :
  - State of the Art, the latest technology of drilling technique / Anung Prabawa (Mesin'92 UI) dan Faried Rudiono (Mesin'76 ITB), Exxonmobil Cepu.
  - Deepsea & Unconvensional Drilling Techniques / Lukman Bratasurya (Mesin'76 UI), IPM-Schlumberger

**Tabel II. Satuan Acara Pengajaran mata ajaran *Teknologi dan Sistem Mekanikal Pemboran Migas***

<b>Mingguan</b>	<b>Topik Bahasan dan subtopik bahasan</b>
<b>Minggu 1</b>	Introduksi. Konsep sistem, rig pemboran, terminologi, Problematika Pemboran, fluida pemboran
<b>Minggu 2</b>	Sistem dalam pemboran migas. Hoist system, Rotating system, Circulating system, Power System, Blowout Prevention system
<b>Minggu 3</b>	Hoisting System. Supporting Structure, Rig Floor, Drawworks, Overhead tools, Drilling line, Drill string/casing/tubing, material grades, Casing design procedures : burst, tension, collapse
<b>Minggu 4</b>	Rotating System. Rotary, Rotary Accessories, Swivel, Kelly, Drill pipe, Drill collars, Special Down-hole tools, Bit,
<b>Minggu 5</b>	Circulating System. Wellbore hydraulics and design of circulation system : Drilling fluid testing and treatment, Drilling fluid preparation area, Circulating equipment, Drilling fluid conditioning area, Mud systems : diagnostic tests, water & oil based muds, additives, handling.
<b>Minggu 6</b>	Power System. Primary power source, Power transmission, Metering : Orifice, PD, turbine, vortex, coriolis, ultrasonic, multiphase.
<b>Minggu 7</b>	Blowout Prevention System. Intro to Class, Kicks, Blowouts, Terminology. Blowout Prevention System Components, Basic well control calculations, cause of kicks, kick detection, shut-in procedures, Abnormal pressure prediction, Bottomhole & surface backpressure analysis, Fracture gradient prediction.
<b>Minggu 8</b>	Well design for safety and efficiency. Well control equipment, Unusual Well control operations, shallow gas, subsea operation, Surface and Subsurface Safety Systems : Safety device symbols, Safety valves and pilots
<b>Minggu 9</b>	Cementing. Function & type of cement, well construction process, Design of primary & secondary cementing jobs, Liner cementing, setting of cement plugs, gas migration,
<b>Minggu 10</b>	<b>QUIZZES</b>
<b>Minggu 11</b>	Drilling Preparation. Site preparation, Equipments move in, Drilling crew assignation, Rig preparation, Tower rise, Assembling of supporting equipments, Final preparation.
<b>Minggu 12</b>	Drilling Operations. Drilling for oil and gas, Making hole, Straight hole drilling, Directional drilling, wellbore surveying, planning trajectory, kickoff methods, limitations, Controlling Drilling Operations, Air drilling, Fishing Operations, Separation methods: conventional vertical & horizontal separators, compact separators.
<b>Minggu 13</b>	Drilling Operations (cont.) Horizontal drilling, coiled tubing drilling, Intro. to Underbalanced Drilling (UBD), UBD techniques, benefits of UBD, UBD equipments, Offshore Drilling : Floating drilling operations, Intro. to dual gradient drilling, U-tube concepts & Pressure profiles, Deepwater Well Control incl. Dual gradient gradient well control, Intro. to Horizontal/Extended Reach/Multilateral Drilling (unconventional wells).
<b>Minggu 14</b>	Drilling Process. Starting the drill stem, Adding the drill collars, Attaching the Kelly, Moving drill pipe to the mouse hole, Adding drill pipe, Removing the Kelly, "Tripping Out", Changing a bit, "Tripping In", Running Surface Casing, Cementing, Pressure Boosting : liquid pumps, gas compressors, ESP's, PCP's, multiphase pumps, Artificial Lift methods : overview & selection of gas-lift system and injection rate.
<b>Minggu 15</b>	Kunjungan Lapangan
<b>Minggu 16</b>	<b>REVIEW</b> (sebelum UAS)

Sedangkan untuk 2 kuliah umum/tamu selanjutnya adalah :

- Kuliah Umum III  
Tanggal : *-akan ditentukan-*  
Topik : *Prospek dalam bidang pemboran migas bumi Indonesia dalam rangka optimasi E/P migas bumi (tentative)*  
Pembicara : *Bambang Purwohadi (Mesin'70 UI), Ketua Asosiasi Perusahaan Pemboran Migas Bumi Indonesia (tentative)*
- Kuliah Umum IV (terakhir/penutup)  
Tanggal : *-akan ditentukan-*  
Topik : *Tantangan, Pengembangan Diri dan Karir didalam bidang Pemboran Migas Bumi (tentative)*  
Pembicara : *Hamdion Nizar (Elektro'76 UI) , BP Drilling VP (tentative)*

### **3. Konklusi.**

Kegiatan pemboran migas dan panas bumi di Indonesia akan semakin meningkat di tahun mendatang seiring dengan implementasi peningkatan produksi migas dan panas bumi sebagai sumber energi. Hal tersebut dimungkinkan dengan optimasi sumur sumur tua dan pengembangan pengembangan lapangan baru untuk memenuhi kebutuhan energi yang semakin meningkat dengan tingkat harga yang semakin baik. Dengan demikian kebutuhan tenaga kerja yang kompeten juga akan meningkat sehingga menjadi kendala karena sumber utama tenaga kerja bidang migas selama ini adalah terutama para lulusan dari teknik perminyakan yang jumlahnya tidak mencukupi.

Oleh karena itu pengembangan mata ajaran Teknologi dan Sistim Mekanikal Pemboran Migas akan menjadi relevan dan layak serta menjadi kebutuhan didalam kurikulum pendidikan Teknik Mesin. Diharapkan daya saing lulusan teknik mesin di bidang E/P migas akan meningkat seiring dengan peningkatan kapasitas dan kompetensinya yang didapat di bangku kuliah sehingga bisa lebih berperan membangun negara dan bangsa untuk mensejahterakan masyarakat. Dan yang lebih utama adalah mampu bersaing di tingkat global dan mampu menahan laju masuknya tenaga tenaga engineer dari negara negara lain ke Indonesia pada sektor E/P migas.

### **Ucapan Terimakasih.**

Penulis menyampaikan penghargaan dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Komunitas Migas Indonesia (KMI) dengan ketuanya Bapak Budhi Swastioko serta Bapak Harry Eddyarso selaku KBK Pemboran beserta rekan lainnya yang telah memberikan dukungan, saran, pengarahan dan bantuan atas wacana pengembangan mata ajaran Teknologi dan Sistim Mekanikal Pemboran Migas yang akan diterapkan pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

### **Daftar Pustaka.**

- Pusdatin ESDM, *Oil and Gas Trend 2006-2009*, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta, desember 2007
- Pusdatin ESDM, *Indonesia Energy Statistics 2008*, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta, 2008
- 2008, *Petroleum Super School – Colorado School of Mines*, [http://inside.mines.edu/Outreach/cont\\_ed/pss.htm](http://inside.mines.edu/Outreach/cont_ed/pss.htm)
- 2008, *Texas A&M Petroleum Engineering*, <http://www.pe.tamu.edu/academics/Undergraduate.shtml>
- Gorman D.A., Meyer J.W., *The Petroleum Industry – Drilling Equipment and Operations*, Action Systems, INC., Dallas, Texas-USA, 2003