



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Pidato Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Profesor Pudjo Sukarno

**PERKEMBANGAN
PERANCANGAN SISTEM PRODUKSI
LAPANGAN GAS DAN MINYAK BUMI
BERDASARKAN SISTEM TERPADU**

24 Juni 2011
Balai Pertemuan Ilmiah ITB

Hak cipta ada pada penulis

**Pidato Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung**
24 Juni 2011

Profesor Pudjo Sukarno

**PERKEMBANGAN
PERANCANGAN SISTEM PRODUKSI
LAPANGAN GAS DAN MINYAK BUMI
BERDASARKAN SISTEM TERPADU**



Majelis Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Judul: PERKEMBANGAN PERANCANGAN SISTEM PRODUKSI
LAPANGAN GAS DAN MINYAK BUMI BERDASARKAN
SISTEM TERPADU

Disampaikan pada sidang terbuka Majelis Guru Besar ITB,
tanggal 24 Juni 2011.

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama **7 (tujuh) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)**.
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama **5 (lima) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.

Hak Cipta ada pada penulis

Data katalog dalam terbitan

Pudjo Sukarno

**PERKEMBANGAN PERANCANGAN SISTEM PRODUKSI
LAPANGAN GAS DAN MINYAK BUMI BERDASARKAN
SISTEM TERPADU**

Disunting oleh Pudjo Sukarno

Bandung: Majelis Guru Besar ITB, 2011

vi+78 h., 17,5 x 25 cm

ISBN **978-602-8468-31-2**

1. Teknik 1. Pudjo Sukarno

KATA PENGANTAR

Sebagai bagian dari tugas seorang Guru Besar makalah ini disusun untuk menunjukkan rencana akademik yang akan dilaksanakan pada tahun-tahun mendatang. Pada kesempatan paparan hari ini, kami akan menyampaikan judul tentang "**Perkembangan Perancangan Sistem Produksi Lapangan Gas dan Minyak Bumi Berdasarkan Sistem Terpadu**" yang sangat terkait dengan pengembangan bidang penelitian dan pendidikan di Kelompok Keahlian Teknik Pemboran, Produksi, dan Manajemen MiGas pada umumnya, serta penulis sendiri pada khususnya.

Kami menyampaikan terima kasih kepada Majelis Guru Besar yang telah memberi kesempatan kepada kami untuk memaparkan rencana ke depan di bidang penelitian dan pendidikan. Kami juga menyampaikan terima kasih kepada teman-teman di KK Teknik Pemboran, Produksi, dan Manajemen Migas, teman-teman di Program Studi Teknik Perminyakan, teman-teman di KK Matematika Industri dan Keuangan, FMIPA, teman-teman dan mahasiswa di P2MS - Oppinet yang telah bekerjasama sehingga memungkinkan tulisan ini dapat disampaikan di hadapan Majelis Guru Besar.

Kami berharap bahwa paparan ini bermanfaat bagi kita semua.

Bandung, 24 Juni 2011

Pudjo Sukarno

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
1. PENDAHULUAN	1
2. PERKEMBANGAN PEMODELAN SISTEM SUMUR PRODUKSI	5
3. KONTRIBUSI DI BIDANG PENELITIAN	14
1. Sub-sistem reservoir/produktivitas lapisan produktif (<i>Inflow Performance Relationship</i>)	15
2. Sub-sistem batas antara permukaan lapisan produktif dengan lubang bor (<i>near wellbore</i>)	17
3. Sub-sistem Sumur/Tubing	18
4. Sub-sistem Flow Line/Pipeline	20
5. Integrasi seluruh sub-sistem dalam sistem produksi dalam skala sumur dan lapangan	20
4. KONTRIBUSI DI BIDANG PENDIDIKAN	23
5. PERSPEKTIF MASA DEPAN	25
6. PENUTUP	28
7. UCAPAN TERIMA KASIH	30
BAHAN RUJUKAN	31
CURRICULUM VITAE	33

PERKEMBANGAN PERANCANGAN SISTEM PRODUKSI LAPANGAN GAS DAN MINYAK BUMI BERDASARKAN SISTEM TERPADU

1. PENDAHULUAN

Sistem produksi di lapangan gas atau minyak terbagi dalam beberapa sub-sistem mulai dari reservoir sampai ke proses pemisahan fluida reservoir di permukaan. Sub-sistem yang berurutan saling terkait satu sama lain, sehingga membentuk satu mata rantai sistem produksi, baik untuk sumur tunggal ataupun sistem produksi lapangan. Dalam urutan tersebut masing-masing mata rantai sub-sistem mempunyai karakteristik aliran fluida reservoir yang berbeda. Jumlah sub-sistem di dalam sistem produksi lapangan makin meningkat, sesuai dengan perkembangan peralatan produksi yang digunakan, baik di bawah ataupun di atas permukaan. Dalam kurun waktu 30 – 40 tahun, sejak awal tahun '50-an, hasil-hasil penelitian di setiap sub-sistem sumur produksi di lapangan tersebut makin meningkat yang merupakan representasi kelakuan aliran di dalam setiap sub-system, dalam bentuk korelasi ataupun persamaan. Berdasarkan korelasi dan persamaan tersebut dituangkan dalam bentuk perangkat lunak. Dengan menggunakan perangkat lunak tersebut memungkinkan dapat dilakukan pemodelan sistem produksi di lapangan gas dan minyak bumi secara terpadu, baik untuk satu sistem sumur

tunggal, maupun sistem produksi lapangan yang lebih rumit. Dengan menggunakan perangkat lunak untuk sistem produksi lapangan yang terpadu tersebut memungkinkan dapat dilakukan optimasi terhadap laju produksi minyak atau gas, ukuran dan kapasitas peralatan-peralatan produksi, dan waktu produksi, dengan tujuan memaksimalkan faktor perolehan minyak atau gas dari suatu reservoir, serta pertimbangan keekonomian yang lengkap. Dengan menggunakan model yang terpadu tersebut dapat dilakukan dua hal yang sangat penting, yaitu yang pertama dapat dilakukan analisa terhadap kinerja di masing-masing sub-sistem dalam sistem produksi di lapangan. Hal ini memungkinkan mengetahui permasalahan yang terjadi ataupun sebaliknya permasalahan tersebut dapat segera diselesaikan, sehingga efisiensi operasi produksi lapangan dapat diupayakan dan dipertahankan tinggi; yang kedua adalah dapat dilakukan peramalan (*forecasting*) produksi sumur atau lapangan sehingga perolehan gas dan minyak bumi dari reservoir dapat selalu dipantau dari waktu ke waktu, sehingga perolehan gas atau minyak bumi secara maksimal untuk jangka waktu kontrak produksi tertentu dapat ditentukan secara teliti.

Perkembangan pemodelan sistem produksi lapangan yang dapat merepresentasikan keadaan lapangan secara keseluruhan memerlukan perubahan strategi penelitian, yang semula berbasis pada setiap sub-sistem dalam sistem produksi lapangan, maka perkembangan selanjutnya mengarah kepada strategi penelitian terhadap sistem produksi lapangan

secara terpadu, yang disebut sebagai *integrated asset modelling*. Pemodelan ini dibangun untuk dapat mewakili sistem produksi lapangan minyak dan gas yang heterogen serta sangat kompleks, dan memungkinkan dapat dilakukannya analisis baik terhadap sistem secara keseluruhan ataupun terhadap masing-masing sub-sistem. Pemodelan lapangan minyak secara terpadu tersebut, tidak hanya dimanfaatkan untuk hal-hal teknis saja, tetapi dapat digunakan untuk pertimbangan manajemen dan keekonomian (*net present value* ataupun efisiensi dalam penggunaan sumber daya yang tersedia). Selain itu, dengan menggunakan pemodelan yang terintegrasi tersebut, dapat dilakukan perencanaan investasi secara efisien, seperti jumlah pemboran sumur pengembangan (jumlah dan lokasi sumur), pemboran sumur vertical atau horizontal, perubahan fasilitas produksi di permukaan (optimasi jaringan pipa produksi), penerapan stimulasi sumur (fracturing dan/atau acidizing), perancangan dan operasional secondary recovery, perancangan *Enhanced Oil Recovery* yang sesuai, dan masih banyak lagi. Pemodelan sistem produksi lapangan tersebut bertujuan untuk optimasi teknis terhadap pelaksanaan operasional, serta efisiensi investasi terutama untuk eksploitasi lapangan *marginal, brownfields* (lapangan-lapangan minyak tua), ataupun *reservoir unconventional*. Brownfield adalah lapangan minyak tua yang produksinya mengalami penurunan, yang akan diusahakan untuk memperpanjang waktu produksinya (secara ekonomis), dengan menggunakan teknologi yang beresiko rendah, seperti melakukan

stimulasi (fracturing ataupun acidizing), dan/atau pemasangan *artificial lift* (*gas lift* dan pompa) sebelum dilaksanakan pemboran sumur baru.

Perkembangan *integrated asset modelling* tersebut memperluas hasil dari pemodelan, yang semula berorientasi pada aspek teknis saja, dengan pemodelan terpadu ini dapat memberikan tambahan hasil seperti strategi alokasi produksi sumur/lapangan untuk memaksimalkan keuntungan, ataupun prioritas penyediaan investasi yang dibutuhkan sehingga dapat mengefisienkan dana yang akan digunakan. Pendekatan yang digunakan dalam kasus lapangan yang terpadu, yang terkait dengan efisiensi tersebut adalah penggunaan berbagai teori optimasi untuk mencapai tujuan dari berbagai kasus di lapangan secara terintegrasi yang makin kompleks.

Perkembangan arah penelitian sistem terpadu tersebut telah dimulai beberapa tahun yang lalu di berbagai universitas di negara maju. Berbagai scenario produksi reservoir nyata telah dilakukan, seperti lapangan Glufak di Norway, yang diselesaikan dengan pendekatan sistem produksi lapangan yang terpadu.

Kelompok Keahlian Teknik Pemboran, Produksi, dan Manajemen Migas sudah membangun *road map* penelitian yang berbasis pada *integrated asset modelling* tersebut terutama ditekankan pada penggunaan akan diarahkan untuk lapangan-lapangan tua di Indonesia, serta untuk reservoir yang *unconventional*. Kerjasama penelitian dengan bidang-bidang ilmu yang lain sangat perlu ditingkatkan, seperti bidang ilmu

dasar, matematika, kimia, biologi, fisika, yang akan meningkatkan kualitas hasil-hasil penelitian.

Dalam paparan ini akan disampaikan tentang perkembangan perancangan sistem produksi lapangan secara terpadu, hasil penelitian penulis yang memberikan kontribusi keilmuan di beberapa sub-sistem dari sistem yang terpadu tersebut, serta hasil-hasil penelitian tentang pemecahan permasalahan lapangan untuk sistem produksi yang terpadu, yang pada kesempatan ini baru berupa tugas akhir dan tesis.

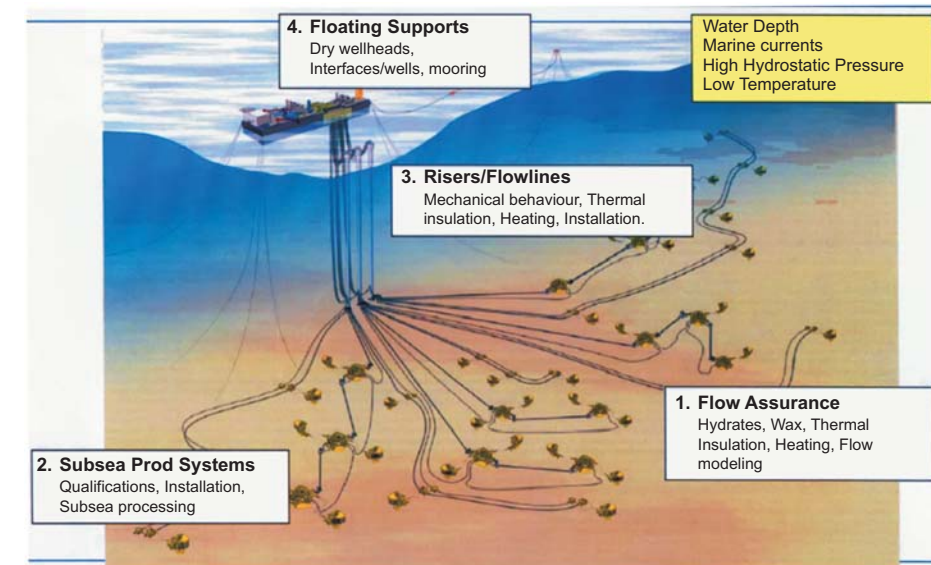
Arah dari pengembangan penelitian seperti yang disampaikan sebelumnya, yang dalam waktu dekat akan menjadi prosedur umum di perusahaan minyak, tentunya perlu diantisipasi baik dalam bentuk isi kurikulum maupun dalam metode pembelajaran. Persiapan pengembangan metode pembelajaran di Program Studi Teknik Perminyakan, antara lain dalam hal penanaman pemahaman tentang keterpaduan sistem produksi kepada para mahasiswa, dimana selain memahami tentang sub-sistem juga harus memahami tentang keterkaitan antar sub-sistem yang berurutan. Selain itu judul-judul tugas akhir, tesis, dan disertasi yang terkait dengan sistem terpadu perlu disediakan.

2. PERKEMBANGAN PEMODELAN SISTEM SUMUR PRODUKSI

Memproduksi gas dan minyak bumi dari reservoir yang berada pada kedalaman ribuan feet dari permukaan bumi merupakan suatu upaya

yang rumit. Kerumitan tersebut disebabkan ditemukannya berbagai media alir yang berbeda dalam sistem sumur produksi, yaitu dimulai dari media berpori (reservoir), pipa vertical/directional dalam sumur, choke di kepala sumur, pipa horizontal atau mengikuti permukaan bukit, jaringan pipa di permukaan, dan fasilitas pemisahan di permukaan. Selain itu sifat fisik gas dan minyak bumi yang berubah jika terjadi perubahan tekanan dan temperatur selama fluida tersebut mengalir dari reservoir ke permukaan akan menyebabkan terjadinya perubahan kondisi fisik fluida di setiap sub-sistem media alir. Terbebaskannya gas dari minyak bumi sebagai akibat penurunan tekanan dan temperatur akan menyebabkan perlunya diperhitungkan keberadaan fasa gas tersebut dalam media alir. Selain itu, mengingat bahwa reservoir minyak pada umumnya berasosiasi dengan lapisan yang mengandung air, maka dalam media alir di sistem sumur gas/minyak sering ditemui keadaan aliran fluida tiga fasa, yaitu gas, minyak, dan air yang mengalir secara bersama-sama. Kerumitan permasalahan fluida tersebut ditambah dengan dimensi reservoir yang luas secara lateral, berlapis-lapis secara vertikal, diameter pipa sumur (diameter 2 – 4 inch) namun dengan panjang sampai ribuan feet, diameter pipa salur di permukaan (diameter 3 – 5 inch) untuk rentang panjang antara beberapa ratus feet sampai puluhan kilometer, selain itu pipa-pipa tersebut terhubung dalam sistem jaringan pipa yang sederhana sampai yang kompleks, serta ditambah kerumitan dalam proses pemisahan gas, minyak, dan air yang disesuaikan dengan permintaan pasar dan

persyaratan lingkungan. Gambar 1 menunjukkan salah satu contoh kompleksitas sistem produksi lapangan minyak untuk lapangan minyak lepas pantai.



Gambar 1. Sistem Produksi Lapangan Minyak Lepas Pantai

Kelompok Keahlian Teknik Pemboran, Produksi, dan Manajemen Migas di Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan mempunyai tanggung jawab untuk mengembangkan diri terkait dengan sistem produksi sumur, baik tunggal maupun lapangan. Keterkaitan yang sangat erat antara teknik pemboran, teknik produksi, dan manajemen minyak dan gas bumi menumbuhkan kerjasama antara anggota Kelompok Keahlian dalam menyelesaikan permasalahan terpadu tersebut.

Secara operasional di lapangan, yang menjadi landasan pengem-

bangun teknik merancang sistem sumur produksi, terdiri dari beberapa sub-system yang meliputi:

- Sub-sistem lapisan produktif (yang merupakan bagian dari reservoir hidrokarbon)
- Sub-sistem pada batas antara permukaan lapisan produktif dengan lubang bor (*near wellbore*)
- Sub-sistem sumur/tubing, baik untuk flowing well dan artificial lift well
- Sub-sistem choke/jepitan sebagai pengatur laju produksi
- Sub-sistem pipa salur (*flow line*)
- Sub-sistem pemisahan fluida reservoir di permukaan

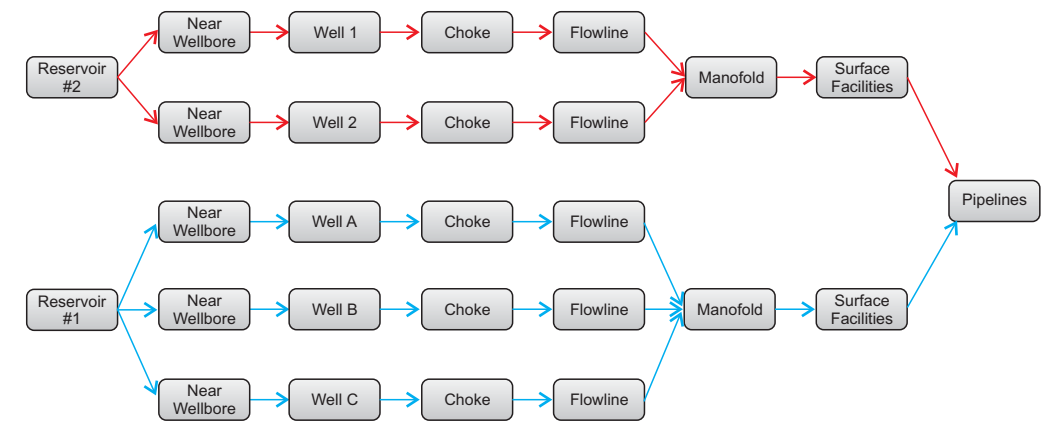
Gambar 2 berikut ini merupakan diagram yang menunjukkan urutan dari sub-sistem tersebut yang membentuk sistem tunggal, sedangkan Gambar 3 adalah diagram yang merepresentasikan sub-sistem untuk beberapa sistem sumur di lapangan.



Gambar 2. Diagram Urutan Komponen Produksi Sumur Tunggal¹⁾

Diagram pada Gambar 2 tersebut menunjukkan urutan keterkaitan antara setiap sub-sistem yang membentuk sistem produksi sumur tunggal. Akibat dari keterkaitan yang berurutan tersebut menyebabkan gejala penyimpangan kelakuan produksi yang diukur di ujung akhir,

yaitu fasilitas pemisahan, dapat disebabkan oleh kurangnya kinerja di salah satu atau lebih sub-sistem yang berada di hulu dalam sistem produksi suatu sumur. Identifikasi sumber permasalahan merupakan tantangan bagi *engineer* di lapangan.



Gambar 3. Diagram Urutan Komponen Produksi Skala Lapangan¹⁾

Untuk sistem sumur produksi di lapangan permasalahan menjadi lebih rumit mengingat bahwa di lapangan akan melibatkan banyak sumur yang masing-masing menembus satu reservoir, kemudian beberapa sumur yang berproduksi dari reservoir yang sama ditampung dalam satu fasilitas pemisahan yang sama, yang kemudian hasil pemisahan tersebut digabungkan dengan minyak atau gas yang berasal dari reservoir yang lainnya untuk dikirim ke kilang atau ke pelabuhan untuk diekspor.

Di tahun '50-an perancangan dan evaluasi produksi sumur hanya dilandasi oleh kemampuan setiap sumur untuk berproduksi, yang

berbasis pada pengetahuan terhadap kelakuan aliran fluida reservoir ke lubang sumur. Pada awalnya metode yang digunakan dikembangkan dari model matematik sederhana, yang mewakili suatu sistem sumur tunggal dengan anggapan bahwa reservoir homogen, dan fluida yang mengalir satu fasa (gas atau minyak saja). Pada masa ini perancangan sumur produksi tunggal secara terpadu, dari reservoir sampai ke permukaan sudah dilakukan, dengan menggunakan metode yang dicantumkan dalam buku yang ditulis oleh Nind. Namun representasi dari masing-masing sub-sistem masih sangat sederhana, meskipun secara konsep tidak berbeda dengan pendekatan yang dilakukan pada saat ini.

Untuk dapat merancang operasi sumur produksi dengan baik dan teliti, maka setiap sub-sistem dalam sistem sumur produksi tersebut harus direpresentasikan dalam bentuk metode ataupun korelasi yang mendekati keadaan lapangan yang sebenarnya. Hal ini menjadi tantangan bagi para peneliti untuk melakukan penelitian-penelitian melalui pemodelan sub-sistem secara fisik maupun matematik. Keadaan nyata tentang kondisi aliran di setiap sub-sistem seperti fluida yang mengalir berupa fluida multi-fasa, hambatan aliran di sekitar lubang sumur, jenis media berpori (porositas tunggal dan ganda, batuan yang sangat kompak (tight reservoir), coal bed methane reservoir, reservoir yang direkahkan atau distimulasi dengan asam, fluida 2 fasa yang mengalir dalam pipa, dan masih banyak lagi). Penelitian yang dilakukan oleh para peneliti di bidang ini menghasilkan metode-metode kelakuan aliran dalam setiap sub-sistem.

Pada tahun '50-an tersebut perancangan secara terpadu belum didukung oleh metode yang dapat merepresentasikan kelakuan aliran di setiap sub-sistem secara baik dan teliti, dimana pada masa itu kemampuan produksi suatu sumur semata-mata ditentukan dari kemampuan reservoirnya.

Penelitian tentang aliran fluida dua fasa dalam pipa dimulai pada tahun '60-an, dimana para peneliti membangun model fisik aliran fluida dua fasa dalam pipa, dengan menggunakan berbagai alat ukur tekanan dan laju alir yang pada waktu itu dianggap mempunyai ketelitian yang tinggi. Penelitian dengan menggunakan model fisik ini berkembang sampai dengan awal tahun '90-an, dan dihasilkan berbagai metode (tidak kurang dari 25 metode) untuk menghitung kehilangan tekanan alir fluida dua fasa dalam pipa. Dengan tersedianya metode perhitungan kehilangan tekanan alir dalam pipa tersebut, maka kesinambungan antara sub-sistem reservoir dengan sub-sistem pipa dalam sumur/tubing, dengan pipa di permukaan dapat dikembangkan, sehingga pada awal tahun '80-an perangkat lunak perhitungan kehilangan tekanan alir dua fasa dalam pipa, sudah tersedia yang sangat membantu *engineer* di lapangan untuk memodelkan sistem sumur tunggal secara lengkap mulai dari reservoir sampai dengan fasilitas pemisahan fluida reservoir di permukaan.

Pada akhir tahun '90-an telah dikembangkan model terpadu mulai dari reservoir sampai ke fasilitas pemisahan di permukaan. Model ini sangat berguna untuk merancang instalasi sumur produksi ataupun

mengevaluasi/analisis kinerja produksi suatu sumur. Pengembangan lebih lanjut dari model sistem sumur produksi tersebut adalah dilengkapinya perhitungan kehilangan tekanan alir dua fasa di pipa di permukaan dalam bentuk jaringan pipa, yang mendekati dengan keadaan di lapangan, terutama lapangan lepas pantai. Dengan model yang terakhir ini dapat diperkirakan keberadaan *bottle necking* dalam sub-sistem jaringan pipa serta dapat dilakukan optimasi operasi produksi sumur yang menghasilkan efisiensi aliran dalam sistem produksi lapangan yang tinggi.

Namun penggunaan perangkat lunak pada waktu itu belum terkait dengan perubahan potensi produksi reservoir, yang selalu mengalami penurunan seiring dengan peningkatan jumlah produksi fluida reservoirnya. Sedangkan dalam keadaan yang sebenarnya kemampuan reservoir untuk berproduksi selalu berkurang secara kontinu dengan berjalannya waktu, dipengaruhi oleh meningkatnya fluida reservoir yang diproduksi, tenaga pendorong di reservoir, jumlah sumur yang berproduksi, dan masih banyak lagi. Akibat dari keterbatasan ini *engineer* di lapangan tidak dapat melakukan analisis produksi sumur atau reservoir atau lapangan secara kontinu sesuai dengan berjalannya waktu produksi, sehingga peramalan tentang kelakuan produksi sampai dengan perkiraan jumlah gas dan minyak yang dapat dihasilkan di waktu yang akan datang tidak dapat dilakukan sepenuhnya secara terpadu. Dengan demikian dibutuhkan simulator yang merepresentasikan sistem sumur

ataupun lapangan mulai dari reservoir sampai ke permukaan secara menerus yang dapat memperkirakan perubahan-perubahan di dalam reservoir selama reservoir tersebut diproduksi.

Sejak tahun '80-an perangkat lunak yang memodelkan reservoir secara utuh telah dikembangkan dan perkembangan makin meningkat, dimana reservoir dapat dibagi dalam ratusan ribu gridblock, dan di setiap gridblock diisi dengan data sifat fisik batuan dan fluida reservoir yang berbeda, sehingga dapat mewakili suatu keadaan di reservoir yang heterogen yang mendekati dengan keadaan sebenarnya. Namun perangkat lunak tersebut hanya mewakili reservoir gas atau minyak saja. Dengan demikian, dua perangkat lunak yang tersedia memodelkan sistem sumur produksi baik sumur tunggal ataupun di seluruh lapangan secara terpisah, yaitu model reservoir dan model sumur dan fasilitas permukaan. Penggabungan kedua perangkat lunak tersebut dapat dilakukan dengan cara membangun tabel keluaran dari perangkat lunak reservoir, yang akan dibaca (dengan interpolasi) oleh perangkat lunak sumur dan fasilitas permukaan.

Pada tahun 2002-an telah dibangun perangkat lunak yang menjadi interface antara perangkat lunak simulasi reservoir dengan perangkat lunak aliran fluida dalam sumur dan fasilitas di permukaan. Sejak tahun tersebut sudah dapat dilakukan suatu perancangan ataupun analisa produksi sumur dalam sistem yang terpadu. Penggunaan perangkat lunak yang terpadu tersebut pada saat ini belum digunakan secara luas di

industri minyak, namun perkembangan penelitian untuk sistem yang terpadu tersebut telah dilakukan secara luas di berbagai perguruan tinggi terkemuka di dunia, terutama terkait dengan masalah optimasi produksi lapangan dan efisiensi investasi.

Pada saat ini Program Studi Teknik Perminyakan memperoleh sumbangan perangkat lunak dari Schlumberger, Computer Modelling Group (CMG), dan beberapa perangkat lunak lainnya, yang dapat digunakan untuk melakukan simulasi sistem produksi di tingkat lapangan ataupun sumur tunggal. Dengan menggunakan simulator-simulator tersebut, maka penelitian tentang pemodelan sistem yang terpadu dapat dilaksanakan.

Berikut ini akan disampaikan beberapa butir kegiatan yang dilaksanakan oleh penulis, dalam upaya memberikan sumbangan keilmuan dalam bentuk penelitian, serta dampak dari perkembangan tersebut dalam pendidikan Teknik Perminyakan, terutama di bidang Teknik Produksi.

3. KONTRIBUSI DI BIDANG PENELITIAN

Ringkasan kegiatan penelitian ini disusun sesuai dengan urutan sub-sistem dalam sistem sumur produksi seperti yang telah diuraikan di Bagian 2 dan secara skematik ditunjukkan dalam bentuk diagram di Gambar 2. Kegiatan penelitian dilaksanakan melalui dana dari Lembaga

Penelitian ITB, Osaka Gas, Hibah Bersaing-Dikti, Riset KK LPPM ITB, dan Riset Program Doktor LPPM ITB, ataupun riset mandiri. Selain itu, sejak sekitar tahun 2005 aktif dalam kegiatan penelitian di Oppinet.

Berikut ini penelitian-penelitian yang dilakukan untuk masing-masing sub-sistem dalam sistem sumur produksi.

1. Sub-sistem reservoir/produktivitas lapisan produktif (Inflow Performance Relationship)

- a. Terkait dengan judul Thesis dalam Program Master di University of Tulsa (1982), tentang modifikasi persamaan Inflow Performance Relationship (IPR), dengan melibatkan factor skin atau flow efficiency di sekitar lubang bor, yang menjadi ukuran produktivitas suatu sumur produksi, termasuk peramalan di waktu produksi yang akan datang.
- b. Mengembangkan persamaan IPR baru dengan memasukkan unsur kondisi sekitar lubang bor (kerusakan lapisan produktif), yang dimodelkan secara matematik, sebagai Disertasi untuk Program Doktor (1986). Hasil implementasi disertasi ini dipublikasikan di IPA di Jakarta, pada tahun 1987 dengan judul *Application of the New IPR Curve Equations in Sangatta and Tanjung Miring Timur Fields*. Disertasi ini menjadi salah satu referensi oleh:
 - Michael L. Wiggins dalam publikasinya SPE 25458, tahun 1994 (*Generalized Inflow Performance Relationships For Three Phase Flow*).

- Dianli Han, Wiggins, M.L., dan Donald E. Menzie dalam publikasinya SPE 29535, *An Approach to the Optimum Design of Sucker Rod Pumping Systems*, pada tahun 1995.
- c. Dalam disertasi tersebut juga diturunkan metode peramalan Inflow Performance Relationship yang sangat berguna untuk prediksi laju produksi sumur di waktu yang akan datang.
 - d. Mengembangkan persamaan kurva IPR untuk sumur yang berproduksi dari lapisan rekah alami (sebagai Thesis Sdr. Amega Yasutra) yang dipublikasikan di Prosiding Seminar IATMI tahun 2005 dengan judul Kelakuan Produksi Sumur Minyak pada Reservoir Rekah Alami
 - e. Bersama Sdr. Nurhidayat mahasiswa Program Magister, dan Dr. Asep Kurnia Permadi sebagai Pembimbing II, melakukan penelitian tentang produktivitas sumur minyak satu fasa yang berproduksi dari reservoir *bottom water drive*. Penelitian ini dipublikasikan di Simposium IATMI tahun 2006, dengan judul: Peramalan Produktivitas Sumur Satu Fasa pada Reservoir dengan Bottom-Water.
 - f. Melalui thesis dan tugas akhir penelitian tentang produktivitas lapisan untuk berbagai aspek dilanjutkan, seperti pengembangan kurva IPR untuk *fractured wells*, *tight gas reservoir*, *coal bed methane reservoir*, *naturally fractured reservoir*, dan lain-lain, namun sampai saat ini hasil-hasil penelitian tersebut belum sempat dipublikasikan.

2. Sub-sistem batas antara permukaan lapisan produktif dengan lubang bor (*near wellbore*)

- a. Penelitian di komponen ini mempelajari produktivitas suatu sumur yang dipengaruhi oleh kerusakan lapisan di sekitar lubang sumur, sebagai akibat pemboran dan kompleksitas sumur. Sebagai tugas akhir mahasiswa program sarjana, telah dilakukan penelitian tentang pengaruh *flow efficiency* yang dinamis terhadap IPR, yang dipublikasikan di Seminar IATMI, pada tahun 1995 di ITB Bandung, dengan judul *Generalized Two-Phase Flow IPR Curve Equation Under Influence of Non-linear Flow Efficiency*. Publikasi ini dirujuk oleh:
 - Frederic Gallice dalam publikasinya yang dimuat dalam *Journal of SPE Production & Facilities* May 2004, dengan judul *A Comparison of Two-Phase Inflow Performance Relationships*,
 - Sarfraz A. Jochio, et al. Dalam publikasinya di SPE 76752 tahun 2002, dengan judul *Establishing Gas Phase Well Performance for Gas Condensate Wells Producing Under Three-Phase Conditions*
 - Mohamed Elias, et.al dalam papernya (SPE 124041) yang berjudul *New Inflow Performance Relationship for Solution Gas Drive Oil Reservoir*
- b. Bersama mahasiswa program magister, Edward L. Tobing, dilakukan penelitian tentang pengaruh lubang perforasi terhadap produktivitas sumur, yang hasilnya dipublikasikan dalam Asia

Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition, di Kualalumpur, 1995, dengan judul *Inflow Performance Relationship for Perforated Wells Producing From Solution Gas Drive Reservoir*

- c. Pengembangan model invasi lumpur di sekitar lubang bor, yang sangat mempengaruhi produktivitas lapisan. Penelitian ini dilaksanakan dalam rangka program Doktor Sdr. Windarto dari Program Studi Matematika. Promotor penelitian ini adalah Prof. Edy Soewono, dan promotor Dr. Agus Yodi dan penulis. Hasil penelitian adalah makalah yang di submit ke *Journal of Petroleum Science and Engineering, Elsevier*, dengan judul *Modelling of Mud Filtrate Invasion and Damage Zone Formation*. Makalah ini sudah di-review dan sudah diperbaiki dan disubmit ulang pada bulan Januari 2011 yang lalu, dan pada saat ini sedang menunggu diterbitkan.

3. Sub-sistem Sumur/Tubing

- a. Pada tahun 1992 bersama dengan Dr. Sutopo (staf akademik Teknik Perminyakan), yang pada waktu itu sebagai mahasiswa program sarjana, melakukan penelitian aliran fluida dua fasa dalam sumur, sebagai bagian dari tugas akhir, yang dipresentasikan dan dipublikasikan di 21st Annual Convention of Indonesia Petroleum Association, dengan judul *Modification of Flowing Gradient Equation in Gas Wells with Liquid Present*. Makalah ini dirujuk oleh N. Kumar, dalam makalahnya *Improvements for*

Flow Correlations for Gas Wells Experiencing Liquid Loading, yang dimuat di SPE 92049, tahun 2005. Penelitian sejenis juga dilakukan untuk memodifikasi hasil semi-mechanistic model oleh Hasan dan Kabir untuk aliran *mist*. Hasil penelitian sedang dalam proses publikasi.

- b. Penelitian tentang perkiraan kehilangan panas aliran gas dalam tubing, yang dipublikasikan dalam Simposium Teknologi Gas dan Konggres III IATMI, dengan judul *Distribusi Temperatur Transien Aliran Gas dalam Tubing*. Penelitian tentang kehilangan panas tersebut dilanjutkan dalam program Doktor dari Sdr. Darmadi, dengan Co-Promotor Dr. Agus Yodi dan Dr. Asep Kurnia Permadi untuk sumur di laut dalam. Pengaruh arus laut, distribusi temperatur pada kedalaman laut merupakan parameter yang diteliti. Pada tahun 2011 ini, penelitian ini dibiayai oleh Riset Program Doktor ITB.
- c. Penelitian tentang Artificial Lift Method juga dilakukan terutama tentang Metoda Gas Lift, bersama Sdr. Deni Saepudin, mahasiswa program doktor dari Program Studi Matematika dengan Promotor Prof. Dr. Eddy Suwono, menghasilkan publikasi di:
 - *Journal of Energy Resources and Technology : Optimization of Gas Injection Allocation in a Dual Gas Lift Well System*, September 2009
 - *International Conference on Engineering Optimization*, Juni 2008 di Rio de Janeiro, Brazil : *Optimization of Gas Injection*

Allocation in Multi Gas Wells System.

Kedua penelitian tersebut didanai oleh Osaka Gas (2008) dan LPPM (2007). Sdr. Deni Saepudin telah memperoleh gelar Doktor di bidang matematika dan pada saat ini kembali menjadi staf akademik di Institut Telkom.

4. Sub-sistem Flow Line/Pipeline

Dua penelitian di komponen ini adalah :

- i. *Leak Detection Modeling and Simulation for Oil Pipeline with Artificial Intelligence Method*, yang dipublikasikan dalam ITB Journal of Engineering Science, May 2007
- ii. *Identification of Oil Pipeline Leaks Using Artificial Neural Network Method*, Simposium IATMI tahun 2007 di Yogyakarta

Kedua penelitian tersebut dilaksanakan bersama Dr. Kuntjoro Adji dan Tim Peneliti di OPPINET dengan menggunakan dana penelitian dari Osaka Gas.

5. Integrasi seluruh sub-sistem dalam sistem produksi dalam skala sumur dan lapangan

Penelitian dengan pendekatan integrasi seluruh sub-sistem dalam sistem sumur produksi, baik dalam bentuk sumur tunggal ataupun banyak sumur untuk lapangan yang dilaksanakan melalui tugas akhir, thesis, dan doktor. Pada penelitian ini digunakan perangkat lunak dari Schlumberger, yang merupakan integrasi dari Simulator

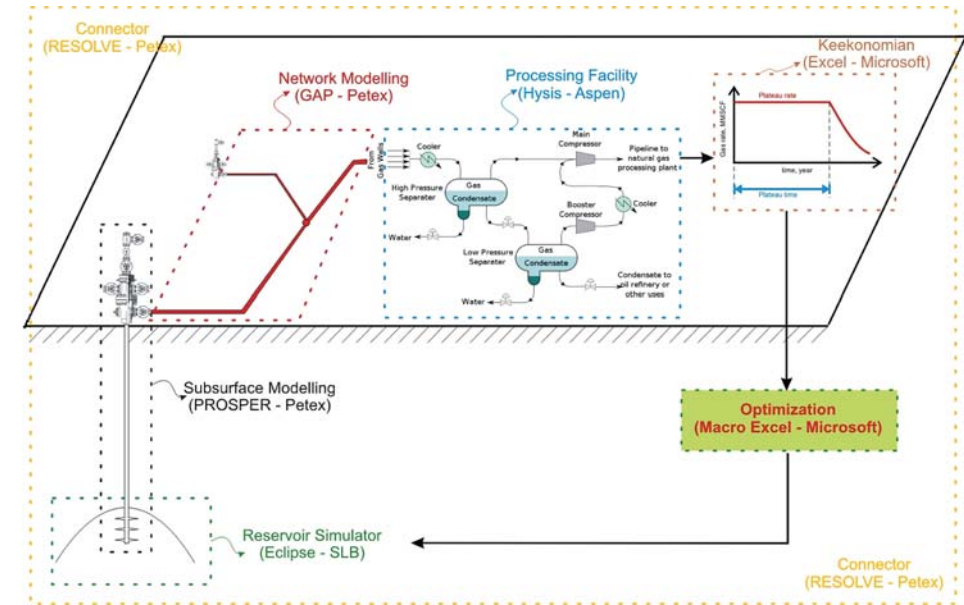
Reservoir ECLIPSE, simulator sumur dan fasilitas di permukaan, PIPESIM, dengan menggunakan interface FPT (Field Planning Tool).

Terkait dengan tugas akhir dan thesis telah dilakukan penelitian tentang:

- Peramalan produksi sumur gas yang memproduksi air dari akuifer, melalui pendekatan terintegrasi dengan memperkirakan terjadinya liquid unloading.
- Utilisasi produksi gas dari tight gas reservoir untuk sumur tegak, horizontal, dan multi-lateral dengan variable optimasi Net Present Value. Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tesis, dan 3 tugas akhir.
- Optimasi produksi sumur gas lift, atau electric submersible pump untuk sistem yang terintegrasi dari reservoir sampai dengan separator. Penelitian ini dilaksanakan untuk satu tesis program magister, dan 4 tugas akhir program sarjana.
- Terkait dengan dengan program doktor, sedang dikerjakan penelitian oleh Sdr. Amega dan Iskandar masing-masing tentang optimasi jumlah sumur di suatu reservoir minyak, dan strategi produksi lapangan gas-kondensat yang keduanya memperhitungkan sistem sumur produksi di lapangan secara keseluruhan. Penelitian Sdr. Amega Yasutra dilaksanakan di Ogrindo, sedangkan Sdr. Iskandar Fahmi di Oppinet. Gambar berikut ini menunjukkan skema sistem sumur yang terpadu yang ber-

produksi dari reservoir gas-kondensat. Skema ini merupakan bagian dari persiapan proposal penelitian untuk program doctor dari Sdr. Iskandar Fahmi.

- Selain itu dua penelitian tentang integrasi sistem sumur produksi ini yang terkait dengan aspek lingkungan adalah produksi air dari reservoir dikaitkan dengan kebijakan *zero water discharge* berdasarkan UU No. 32 Tahun 2009, maka pengelolaan air terproduksi dengan menginjeksikan kembali air yang terproduksi ke dalam reservoir, dan pemanfaatan air formasi yang diolah untuk irigasi lahan pertanian. Penelitian tersebut sebagai kegiatan thesis 2 mahasiswa program magister (Sdri. Desti Primaning Rizki dan Indresvari Deborah Napitupulu, dimana kedua penelitian tersebut menggunakan pendekatan *integrated optimization*, mulai dari reservoir sampai dengan output proses pemisahan. Kedua penelitian tersebut diilhami oleh Dr. Nyoman Widiasa dosen Teknik Kimia Universitas Diponegoro yang telah berhasil membangun instalasi penjernihan air yang sudah diaplikasikan sebagai alat penjernihan air sungai untuk keperluan rumah sakit.



Gambar 4. Sistem Sumur Terpadu untuk Reservoir Gas-Kondensat

4. KONTRIBUSI DI BIDANG PENDIDIKAN

Sejak bulan Februari 1974, penulis ditugasi sebagai pengampu mata kuliah Teknik Produksi, di Jurusan Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Industri, sampai dengan tahun 1979. Pada tahun 1979 penulis melanjutkan studi di University of Tulsa, Oklahoma, untuk bidang Production Engineering, sesuai dengan tugas yang diberikan oleh Jurusan. Pada akhir menyelesaikan Program Master, tahun 1982, penulis memperoleh kesempatan sebagai *contributing author* untuk buku *The Technology of Artificial Lift Methods, Volume IV*, yang diterbitkan oleh PennWell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma. Bahan yang ditulis ditempatkan di Bab II tentang Inflow Performance Relationship, yang

merupakan bagian awal dari urutan komponen sistem sumur produksi (Gambar 2).

Setelah menyelesaikan program doktor, penulis kembali ke ITB, dan kembali bertugas mengampu mata kuliah Teknik Produksi. Selain memberi kuliah tentang Teknik Produksi, juga melakukan bimbingan tugas akhir, thesis, dan doktor dengan judul penelitian ataupun pemecahan masalah lapangan di bidang teknik produksi. Hasil dari penelitian dalam bentuk tugas akhir dan thesis digunakan untuk memperkaya materi kuliah, sehingga selain menggunakan buku ajar, materi kuliah ditambah dengan berbagai materi tambahan yang dihasilkan dari penelitian, seperti materi produktivitas sumur, aliran fluida dalam pipa, dan masih banyak lagi.

Selama melaksanakan tugas mengajar penulis secara kontinu melakukan evaluasi proses pembelajaran yang terkait dengan bidang teknik produksi terutama untuk mengembangkan metode pembelajaran yang terkait dengan sifat keterpaduan dari komponen-komponen dalam sistem sumur produksi.

Beberapa hasil evaluasi terhadap proses pembelajaran untuk bidang Teknik Produksi yang sifatnya mendasar adalah:

- Upaya untuk membawa mahasiswa berpikir secara terpadu sangat sulit, hal ini terutama disebabkan penguasaan ataupun pemahaman tentang kinerja masing-masing sub-sistem sangat lemah.

- Cara belajar yang hanya untuk ujian, dengan persiapan yang sangat pendek, menyebabkan penguasaan materi ajar tidak melekat dalam waktu panjang. Sedangkan materi belajar yang terkait dengan keterpaduan sub-sistem berasal dari mata kuliah pre-requisite. Sehingga pada waktu membangun model sistem sumur, dan melakukan perhitungan serta analisis banyak yang menemui kesulitan. Meskipun, mata kuliah dalam kurikulum sudah disusun dalam bentuk *road map* mata kuliah yang saling terkait, namun akibat dari cara belajar yang salah sasaran pendidikan tidak tercapai sepenuhnya.
- Dengan demikian perlu dilakukan upaya untuk merubah cara belajar mahasiswa yang salah tersebut.

5. PERSPEKTIF MASA DEPAN

Perkembangan tentang pemodelan sistem sumur terpadu dalam skala lapangan sudah menjadi *trend* di industri minyak dan penggunaan dari pemodelan tersebut makin meluas. Industri minyak di Indonesia belum sepenuhnya menggunakan pemodelan tersebut untuk perancangan produksi lapangan. Untuk perancangan strategi produksi lapangan baru penggunaan pemodelan terpadu ini lebih mudah dibandingkan dengan strategi produksi lapangan tua, terutama terkait dengan penyediaan data. Keterpaduan dari sub-sistem ini memerlukan data yang teliti untuk setiap

sub-sistem dalam model; kekurangan data akan menyebabkan tidak sempurnanya model dalam merepresentasikan lapangan.

Di waktu yang akan datang perkembangan industri minyak Indonesia, terkait dengan makin langkanya penemuan cadangan minyak/gas yang baru, maka pengelolaan lapangan-lapangan tua (brownfields) akan menjadi bagian yang menarik sebelum dilakukan program *enhanced oil recovery*. Cadangan sisa untuk tahap *primary recovery* masih besar untuk diproduksi dengan investasi rendah. Namun kebijakan production sharing perlu dipertimbangkan kembali mengingat potensi produksi reservoir sudah tidak sesuai lagi dengan potensi reservoir pada awal reservoir tersebut dikembangkan.

Tantangan selanjutnya adalah eksploitasi reservoir di laut dalam dimana aliran fluida dalam sumur akan melalui laut dalam dengan temperature yang rendah, yang dapat merubah sifat fisik gas dan minyak bumi, yang menghambat aliran sampai ke anjungan. Keberadaan sumur di dasar laut yang dalam dan dingin, jaringan pipa di dasar laut (Gambar 1) menjadi salah satu bagian yang harus diperhitungkan sehingga memerlukan pemodelan yang terintegrasi.

Diketemukannya lapisan gas dalam reservoir yang sangat ketat, namun berada dalam daerah yang luas mulai menjadi perhatian untuk dikembangkan. Perusahaan Total Indonesia di Kalimantan Timur mempunyai reservoir gas semacam ini. Namun, sebagai akibat kecilnya harga permeabilitas reservoir, yang mempunyai kisaran antara 0.001 – 1

md, produksi lapangan tight gas ini tidak dapat dibandingkan dengan reservoir gas konvensional. Untuk mencapai jumlah yang masuk dalam klasifikasi ekspor seperti yang dinyatakan dalam kontrak, ataupun peraturan production sharing, maka akan dibutuhkan jumlah sumur yang banyak, yang berarti membutuhkan investasi yang tinggi. Hasil penelitian yang penulis lakukan bersama mahasiswa program master dan sarjana jika menggunakan peraturan production sharing yang berlaku pada saat ini, maka perusahaan tidak akan dapat memperoleh keuntungan, sehingga eksploitasi lapangan tight gas tidak akan menarik. Namun jumlah cadangan gas yang besar tersebut masih dapat digunakan untuk pembangkit listrik yang dapat memberikan pasokan listrik untuk beberapa ribu rumah untuk jangka waktu yang panjang, misalnya 60 tahun. Jika hal ini dipertimbangkan maka tight gas reservoir akan menarik untuk dikembangkan. Salah satu hal yang perlu disiapkan adalah regulasi terkait dengan eksploitasi tight gas reservoir tersebut. Kelompok Keahlian Teknik Pemboran, Produksi, dan Manajemen Migas mempunyai pengalaman panjang tentang regulasi produksi gas dan minyak. Dengan kerjasama penelitian di bidang teknik pemboran dan produksi secara terpadu dimana pemodelan eksploitasi tight gas reservoir setelah melalui perhitungan optimasi dapat dilakukan eksploitasi dengan investasi yang rendah, namun manfaatnya dapat dirasakan oleh masyarakat. Hasil penelitian terpadu ini dapat menjadi landasan untuk studi kebijakan pengembangan regulasi pemerintah terkait dengan eksploitasi tight gas reservoir.

6. PENUTUP

Perkembangan ilmu pengetahuan merupakan produk dari berbagai penelitian, yang didorong oleh kebutuhan masyarakat. Dengan demikian, perguruan tinggi di Indonesia yang diberi tanggung jawab menyelenggarakan dan melaksanakan penelitian perlu membangun sumber daya serta mengembangkan program penelitian di setiap unit penelitian yang terkecil sampai di tingkat ITB. Selain itu, kegiatan tersebut diselenggarakan dalam wadah organisasi perguruan tinggi, ITB, yang baik, yang memungkinkan terlaksananya program penelitian secara terpadu dari berbagai bidang ilmu.

Belajar dari perkembangan penelitian tentang perancangan sistem produksi lapangan gas dan minyak bumi berdasarkan sistem terpadu, para peneliti di ITB pada umumnya, khususnya di Kelompok Keahlian Teknik Pemboran, Produksi, dan Manajemen MiGas, belum tertinggal jauh dari perkembangan penelitian di perguruan tinggi terkenal di dunia. Penggunaan perangkat lunak dalam modeling ini membuka peluang yang besar bagi peneliti di ITB untuk bersaing dengan perguruan tinggi maju di dunia. Selain itu, fasilitas computer yang menunjang penelitian relatif murah dibandingkan dengan penelitian dengan menggunakan model fisik, hal ini menambah peluang kesempatan untuk bersaing. Namun, sangat disadari bahwa penelitian berbasis pemodelan ini sangat tergantung pada aplikasi lapangan, sehingga data lapangan sangat diperlukan.

Dengan demikian kerjasama dengan industri di Indonesia perlu dikembangkan dengan baik, dalam bentuk forum ilmiah untuk memperoleh informasi kebutuhan industri. Forum ilmiah ini dilandasi dengan nuansa akademik yang baik, tidak hanya berorientasikan proyek, sehingga dapat dipertahankan kebebasan akademik dalam memandang setiap permasalahan di industri. Hasil penelitian yang berkualitas dalam jumlah yang banyak, sangat tergantung pada penyelenggaraan program pasca sarjana di ITB, yang berorientasikan kualitas tidak berdasarkan waktu studi. Hal yang terakhir ini menyebabkan banyak hasil penelitian yang dipaksakan selesai, yang kurang mempertimbangkan kualitas.

Perjalanan panjang untuk penelitian di bidang ini masih diperlukan, hal ini membutuhkan komitmen dan konsistensi terhadap pelaksanaan program penelitian. Dengan demikian, penelitian perlu dilandasi dengan road map penelitian jangka menengah dan panjang, yang terbagi dalam judul-judul penelitian yang berkembang sesuai dengan arah kegiatan penelitian. Salah satu hal penting, terkait dengan hasil penelitian, adalah desiminasi dari hasil penelitian melalui seminar, ataupun publikasi. Mengingat bahwa penggunaan integrated asset modeling ini di industri masih terbatas, maka deseminasi menjadi penting, karena melalui deseminasi tersebut dapat dilakukan sosialisasi terhadap penggunaan model tersebut.

Pelaksanaan lebih jauh dari penelitian ini memerlukan peran tambahan dari bidang ilmu lain, seperti matematika, yang akan

memperkaya kualitas penelitian di bidang optimasi. Kerjasama antar Kelompok Keahlian di Teknik Perminyakan dengan Kelompok Keahlian di Matematika, juga dengan bidang ilmu yang lain merupakan faktor penting yang dapat memperkaya kualitas penelitian.

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama kami menyampaikan penghargaan dan ucapan terimakasih kepada Pimpinan dan Anggota Majelis Guru Besar ITB atas kehormatan dan kesempatan yang diberikan sehingga kami dapat menyampaikan Pidato Ilmiah di hadapan hadirin sekalian.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tulus juga kami sampaikan kepada beliau-beliau yang telah mempromosikan saya, terutama Prof. Dr. Sudarto Notosiswojo, pada waktu itu sebagai Dekan FTTM, yang tidak henti-hentinya mendorong saya, yang sudah tidak lagi mempunyai semangat menjadi Guru Besar, untuk menyelesaikan berkas yang diperlukan untuk pengajuan Guru Besar.

Terima kasih juga saya sampaikan kepada rekan-rekan di KK Teknik Reservoir dan KK Teknik Pemboran, Produksi, dan Manajemen Migas, yang memberikan dukungan untuk memperoleh jabatan Guru Besar serta kerjasama selama ini dalam diskusi ilmiah. Terima kasih juga saya sampaikan kepada teman-teman di Matematika, terutama di Kelompok Keahlian Matematika Industri dan Keuangan yang selama ini kerjasama

dalam berbagai penelitian di Pusat Pemodelan Matematika dan Simulasi (P2MS) – Oppinet. Tidak lupa saya sampaikan terima kasih kepada para mahasiswa, program sarjana dan pasca sarjana yang sangat saya cintai yang selama ini berperan serta dalam berbagai penelitian saya.

BAHAN RUJUKAN

1. Jansen, J.D., Currie, P.K., *Modelling and Optimisation of Oil and Gas Production System*, TU Delft, 2004
2. Saputelli L., et.al., *How Integrated Field Studies Help Asset Teams Make Optimal Field Development Decisions*, SPE 110250, 2008
3. M. Rotondi, et.al., *The Benefits of Integrated Asset Modelling: Lesson Learned from Field Cases*, SPE 113831, 2008
4. F. Ursini, R. Rossi, and F. Pagiliari, *Forecasting Reservoir Management Through Integrated Asset Modelling*, SPE 128165, 2010
5. A. Binda, S. Giliberti, A. Preti, and R. Rossi, *Dealing With Risk Analysis for Integrated Asset Modelling*, SPE 134294, 2010
6. A. Downie, et.al, *Integrated Asset Model in Camisea, Peru*, SPE 142936, 2011
7. A. Crerar and A. Robertson, *Uncertainty and Value in Integrated Asset Modelling*, SPE 96636, 2006
8. Nind, T.E.W., *Principles of Oil Well Production*, McGraw-Hill, 1981
9. Brown, Kermit E, et.al, *The Technology of Artificiallift Lift Methods, Volume I*, PennWell Publishing Company, Tulsa – Oklahoma, 1984
10. Brown, Kermit E., et.al, *The Technology of Artificial Lift System, Volume*

CURRICULUM VITAE



Nama : **PUDJO SUKARNO**

Tempat, tgl lahir : Cilacap, 10 Desember 1946

Pekerjaan : Staf Pengajar FTTM ITB

Alamat Kantor : Program Studi Teknik

Perminyakan, Fakultas Teknik Pertambangan
dan Perminyakan

Jl. Ganesa 10, Bandung 40132;

Telp. (022) 2504955

Nama Istri : Surti Lestariyati

Nama Anak : 1. Pudji Lestari

2. Dwipuji Shelomita

1. RIWAYAT PENDIDIKAN:

- Sarjana Teknik Perminyakan, ITB, Bandung, 1972.
- Master of Science, the University of Tulsa, Oklahoma, USA, 1982.
- Doctor of Philosophy, the University of Tulsa, Oklahoma, USA, 1986.

2. RIWAYAT KERJA DI ITB

- 1974 - skrg Staf Pengajar Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan ITB.
- 1975 - 1979 Sekretaris Jurusan Teknik Per inyakan, FTI – ITB.
- 1991 - 1992 Pembantu Dekan Bidang Akademik, Fakultas Ilmu Kebumian dan Teknologi Mineral

- 1992-1999 Dekan Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral.
- 1987-2008 Staf Ahli/Asisten Pembantu Rektor I, ITB.
- 1988–2005 Anggota/Sekretaris/Ketua/Nara Sumber Panitia Penerimaan Mahasiswa Baru ITB.
- 2003, 2008 Anggota/Ketua Penyusun Kurikulum ITB, 1988.
- 2000-2001 Ketua LP3–ITB.
- Anggota Penyusun Proposal Hibah Kompetisi PHK (2001), PHK (2005), I-MHERE (xxxx), I-MHERE B.2C, PHKI (2010), Institut Teknologi Bandung
- Anggota Komisi Program Hibah Kompetisi Ditjen Dikti

3. RIWAYAT JABATAN FUNGSIONAL FTTM - ITB

- Guru Besar, 2010
- Lektor Kepala, 1995
- Lektor, 19
- Lektor Madya, 19
- Asisten Ahli Madya, 1974

4. RIWAYAT DALAM ORGANISASI PROFESI/MASYARAKAT KEILMUAN

1. Penghargaan Satyalancana Karya Satya 20 Tahun, dari Presiden RI.
2. Penghargaan Pengabdian 25 Tahun Institut Teknologi Bandung.
3. Penghargaan Satyalancana Karya Satya 30 Tahun, dari Presiden RI.
4. Penghargaan Ganesa Cendekia Widya Adiutama, Institut Teknologi

Bandung, 2011

5. Anggota Society of Petroleum Engineers, 2010.