



**PEMBERDAYAAN ENERGI ALTERNATIF
BERBASIS BIOMASSA SEBAGAI UPAYA
MENGAMANKAN PASOKAN ENERGI NASIONAL**

PIDATO PENGUKUHAN

Diucapkan pada Upacara Penerimaan
Jabatan Guru Besar Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Semarang, 24 Maret 2007

Oleh :

BAMBANG PRAMUDONO

**PEMBERDAYAAN ENERGI ALTERNATIF
BERBASIS BIOMASSA SEBAGAI UPAYA
MENGAMANKAN PASOKAN ENERGI NASIONAL**

Bambang Pramudono

PIDATO PENGUKUHAN

Diucapkan pada Upacara Penerimaan
Jabatan Guru Besar Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Semarang, 24 Maret 2007

Diterbitkan oleh :
Badan Penerbit Universitas Diponegoro
Semarang

ISBN :

” Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman dan orang-orang yang berilmu beberapa derajat. Allah mengetahui apa yang kamu kerjakan”
(*Al Mujadilah 58 : 11*).

Tiada kekayaan lebih utama daripada akal.
Tiada kepapaan lebih menyedihkan daripada kebodohan.
Tiada warisan yang lebih baik daripada pendidikan.
Ilmu lebih utama daripada harta,
karena ilmu menjagamu sedangkan harta
malah kamu yang harus menjaganya.
Ilmu lebih utama daripada harta,
karena pemilik harta bisa mengaku menjadi Tuhan
akibat harta yang dimiliki, sedangkan orang yang berilmu
justru mengaku sebagai hamba karena ilmunya.
Harta itu jika engkau *tasarruf* kan (berikan)
menjadi berkurang, sebaliknya jika ilmu engkau *tasarruf* kan
malahan bertambah.
(*Ali bin Abi Thalib*)

Isteriku tercinta Mega Kasmiyatun
dan anak-anakku tercinta : Yoki, Gerry dan Corry.
Yang penuh pengertian, yang menjadi obor semangat, yang
berjuang bersama dalam duka dan suka.
Inilah buah dari jerih payah kita.

Yang terhormat,

Rektor / Ketua Senat dan Sekretaris Senat Universitas

Diponegoro

Para Anggota Senat dan Dewan Guru Besar

Ketua dan Para Anggota Dewan Penyantun

Para Pejabat Sipil, Militer dan Polri

Para Pembantu Rektor

Para Pimpinan Perguruan Tinggi Negeri dan Swasta

Para Dekan dan Pembantu Dekan

Para Pimpinan Lembaga / Program / Jurusan / Biro baik

di lingkungan Undip maupun luar Undip

Para Mahasiswa dan Fungsionaris Mahasiswa

Tamu Undangan, keluarga dan para hadirin serta segenap sivitas

akademika Undip yang saya hormati dan saya muliakan,

Assalammu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Salam sejahtera bagi kita semua.

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat, nikmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada kita semua sehingga pada pagi yang bahagia ini atas ridho dan kehendak-Nya kita bersama dapat berkumpul disini dalam keadaan sehat walafiat, pada Sidang Senat Terbuka Universitas Diponegoro dengan acara pengukuhan saya sebagai Guru Besar pada Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

Selanjutnya saya dengan tulus menyampaikan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya atas kehadiran ibu-ibu dan bapak-bapak sekalian dimana merupakan suatu kehormatan dan kebahagiaan bagi saya sekeluarga.

Sesuai dengan tradisi di Perguruan Tinggi, bahwa seseorang yang diangkat menjadi Guru Besar wajib menyampaikan orasi ilmiah di hadapan Sidang Senat Terbuka Universitas. Oleh karena itu pada kesempatan yang berbahagia ini perkenankan saya untuk menyampaikan Pidato Pengukuhan Guru Besar dalam Bidang Teknik Kimia dengan judul :

**” PEMBERDAYAAN ENERGI ALTERNATIF BERBASIS
BOIMASSA SEBAGAI UPAYA MENGAMANKAN PASOKAN
ENERGI NASIONAL”**

Hadirin yang saya muliakan,

Pemilihan judul ini didasarkan pada kenyataan bahwa Indonesia tidak mungkin terus menerus mengandalkan energi nasional dari minyak bumi dan gas alam yang cadangannya makin menipis. Untuk mengamankan pasokan energi nasional perlu perencanaan yang matang tentang sistem energi nasional jangka panjang dengan menitikberatkan pada usaha konservasi, intensifikasi, dan deversifikasi energi. Salah satu usaha yang sesuai dengan sumberdaya energi yang kita punyai adalah dengan cara pemberdayaan energi alternatif.

Sumber energi dapat digolongkan menjadi dua yaitu : energi fosil dan energi nonfosil. Energi fosil terdiri dari minyak bumi, gas bumi dan batubara yang didapat dari perut bumi. Energi ini tidak dapat diperbarui (*non renewable energy*) oleh alam dalam jangka waktu kehidupan manusia yang relatif singkat sebab terjadinya akibat proses fisika dan kimia selama berjuta tahun. Energi nonfosil meliputi : tenaga air, tenaga angin, tenaga surya, panas bumi, biomassa, mikrohidro, tenaga samudra, tenaga nuklir dan lain lain, di mana jenis energi ini (kecuali nuklir) tergolong dapat diperbarui (*renewable energy*) sebab setiap saat selalu terjadi pemulihan oleh alam.

Penggunaan energi dari minyak dan gas bumi dipastikan terus bertambah seiring dengan pertambahan penduduk dan meningkatnya kesejahteraan, sehingga dikhawatirkan cadangan minyak dan gas bumi cenderung akan habis. Hal ini menimbulkan kegelisahan diberbagai negara di dunia, terutama negara-negara yang berpenduduk padat dan miskin, yang mengandalkan kebutuhan energinya dari minyak bumi. Sebagai contoh tahun 2003 cadangan minyak Indonesia tinggal sekitar 0,5 % dari cadangan minyak dunia, sedangkan cadangan gas sekitar 1,7 % dari cadangan gas bumi yang ada di dunia yang tersebar pada beberapa negara ^[1]. Diperkirakan sekitar 18 tahun ke depan cadangan minyak, dan 50 tahun cadangan gas, akan habis apabila tidak ditemukan sumur sumur baru ^[2].

Dewasa ini, Indonesia walaupun menjadi negara pengekspor minyak mentah, namun sudah digolongkan menjadi negara *net oil importer*, artinya nilai impor minyak kita lebih besar dibanding nilai eksportnya; atau dengan perkataan lain produksi BBM kita mengalami defisit. Produksi minyak Indonesia sekarang ini sekitar 1 juta barrel per hari, sedangkan kebutuhan dalam negeri adalah 1,3 juta barrel per hari. Hal ini berarti bahwa ada kekurangan minyak sebesar 0,3 juta barrel per hari, yang harus dipenuhi dari impor^[3]. Diperkirakan Indonesia pada tahun 2020 mencapai *Net Oil Import Dependency* sebesar 58 %^[4].

Penurunan produksi ini, disamping disebabkan oleh semakin tuanya sumur-sumur minyak yang ada, juga belum diketemukannya sumber minyak yang baru. Sebagaimana diketahui bahwa semakin tua sumur minyak menunjukkan semakin besar kandungan airnya, di mana akan menyebabkan permasalahan yaitu terbentuknya emulsi air dalam minyak (*water in oil emulsion*). Emulsi tersebut harus dipecahkan untuk mengambil kembali minyak mentah yang bercampur dengan air sebelum dikirim ke unit pengilangan (*refinery*). Laju produksi minyak mentah di ladang eksplorasi akan tergantung pada efisiensi pemisahan emulsi. Pemecahan emulsi dapat menggunakan beberapa cara, namun perlu dipilih teknologi pemecahan emulsi yang menghasilkan efisiensi pemisahan yang tinggi dan biaya operasi yang paling murah. Salah satu cara

pemecahan emulsi air dalam minyak adalah dengan penambahan zat kimia yang disebut *demulsifier* ^[5,6].

Berbeda dengan cadangan minyak bumi, untuk gas bumi Indonesia merupakan negara pengeksport LNG terbesar di dunia meskipun mempunyai cadangan gas hanya 1,7 % dari cadangan dunia dan hanya menempati urutan ke-11 dari 20 negara penghasil gas bumi. Data dari Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral menyebutkan bahwa cadangan gas bumi pada tahun 2003 diperkirakan mencapai 91 TSCF di mana sebanyak 58,4 % diekspor dalam bentuk LNG ^[2, 7]. Hal tersebut menunjukkan kondisi yang sangat ironis di mana akan berdampak pada habisnya cadangan gas bumi Indonesia dalam waktu dekat.

Sampai saat ini kebutuhan energi dalam negeri masih mengandalkan dari sumber energi fosil, terutama minyak bumi. Sebagai contoh pusat-pusat pembangkit listrik di Indonesia dengan total kapasitas 35.500 MW, sebanyak 85 % menggunakan bahan bakar dari energi fosil (46 % BBM, 18 % Gas bumi, 21 % Batubara), sedangkan sisanya sebesar 15 % menggunakan sumber energi nonkonvensional seperti panas bumi, *hydropower*, biomassa dan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa penganeekaragaman pemakaian sumber energi belum dilaksanakan secara berencana, walaupun sesungguhnya potensi sumber energi non fosil sangat besar. Di lain pihak

kebutuhan energi primer diperkirakan akan terus meningkat dengan rata-rata sebesar 8,5 % per tahun ^[1].

Kondisi objektif menunjukkan bahwa Indonesia sangat boros dalam pemakaian energi. Hal ini ditunjukkan oleh tingginya elastisitas pemakaian energi, yaitu sebesar 1,84 dibanding dengan Malaysia, Singapore dan Jepang yang masing masing hanya sebesar 1,69 ; 0,73 dan 0,40. Kondisi lain menunjukkan bahwa intensitas energi cukup tinggi, sedangkan konsumsi energi per kapita relatif kecil bila dibanding dengan negara-negara tetangga ^[1].

Permasalahan besar akan timbul yaitu menipisnya cadangan minyak dan gas bumi, yang apabila tidak diantisipasi dan dipikirkan jalan keluarnya, sudah tentu akan mengancam pasokan energi nasional. Usaha-usaha penghematan dan penganekaragaman pemakaian energi yang ditunjang dengan regulasi dan partisipasi dari semua jajaran akan dapat menjawab tantangan kelangkaan energi di masa datang ^[8].

Hadirin yang saya hormati,

Pada pidato ini saya akan memaparkan perlunya segera kita mengembangkan sumber-sumber energi nonkonvensional dalam rangka mengamankan kebutuhan energi nasional yang terus meningkat.

Sampai saat ini kebutuhan energi nasional sebagian besar dipasok dari sumber energi minyak bumi dan gas bumi yang merupakan jenis energi tidak terbarukan. Sebagian kecil sisanya dipenuhi dari sumber-sumber energi nonkonvensional seperti energi surya, energi angin, energi air, biomassa dan lain lain yang sering disebut dengan energi alternatif. Energi alternatif mengandung pengertian sebagai energi pengganti dari energi-energi utama (dominan) yang dipakai pada suatu masa (biasanya energi konvensional) untuk tujuan konservasi dan deversifikasi.

Untuk menggambarkan jumlah sumberdaya alam tidak terbarukan yang terkandung dalam bumi, dikenal istilah sumberdaya (*resources*) dan cadangan (*reserves*). Pengertian sumberdaya alam (*natural resources*) berbeda dengan sumberdaya (*resources*). Sumberdaya alam adalah kekayaan alam seperti minyak bumi, gas bumi, kayu di hutan, ikan di laut, batubara di bumi dan lain lain, sedangkan sumberdaya adalah jumlah sumberdaya alam yang dimiliki oleh suatu wilayah. Oleh karena terbatasnya pengetahuan manusia maka tidak seluruh jumlah sumberdaya (yang ada dalam perut bumi) seperti minyak bumi, gas bumi, panas bumi, dan batu bara dapat diketahui dengan tepat pada suatu saat. Besarnya cadangan sumberdaya (tambang) tersebut lebih bersifat perkiraan dan sangat subjektif sifatnya. Maka dari itu, sumberdaya-sumberdaya alam tak terbarukan hampir tidak mempunyai nilai perencanaan komersial,

meskipun nilai politis dan perencanaan jangka panjang sangat besar pengaruhnya.

Besaran yang lebih bermakna secara komersial adalah cadangan. Cadangan adalah sebagian dari sumberdaya yang sudah diketahui keberadaannya secara lebih pasti, walaupun masih juga mengandung ketidakpastian, tergantung dari data dan informasi yang terkumpul. Tingkat ketidakpastian cadangan dikenal dengan tiga kategori, yaitu : cadangan terbukti atau P90 (*proven reserves*), cadangan mungkin atau P50 (*probable reserves*) dan cadangan harapan atau P10 (*possible reserves*), yang di Indonesia dikenal dengan singkatan masing masing P1, P2 dan P3. Index 90, 50 dan 10 menunjukkan persentase gas / minyak yang diperkirakan dapat diproduksi secara komersial. Sebagai contoh cadangan terbukti (P90) artinya jumlah gas / minyak yang dapat diproduksi secara komersial hanya 90 % saja. Cadangan potensial adalah jumlah dari P50 dan P10, sedangkan cadangan hipotetif adalah cadangan yang tingkat ketidakpastiannya lebih kecil lagi daripada P10. Jumlah dari cadangan P90, P50, P10 dan cadangan hipotetif merupakan sumberdaya. *Reserve to Production Ratio (R/P)* adalah perbandingan antara cadangan terbukti dengan tingkat produksi pada tahun tertentu. Sebagai contoh cadangan gas Timur Tengah memiliki cadangan terbukti yang terbesar di dunia, diikuti Eropa dan Erasia (terutama Rusia). Dengan cadangan yang

begitu besar sehingga R/P untuk Timur Tengah melebihi 100 tahun. Sebaliknya, Amerika Utara sebetulnya sedikit cadangan gasnya di mana ditunjukkan oleh R/P nya yang hanya 9 tahun ^[9].

POTENSI ENERGI NASIONAL

Energi Fosil

Potensi energi yang berasal dari energi fosil, terutama minyak bumi dan gas bumi, saat ini masih menjadi andalan sebagai pemasok kebutuhan energi nasional. Jumlah sumberdaya, cadangan dan nilai R/P disajikan pada Tabel 1. Meskipun Indonesia mempunyai cadangan minyak (9 miliar barrel) dan gas (188 TSCF) cukup besar, tetapi apabila dibandingkan dengan cadangan dunia, cadangan minyak dan gas Indonesia hanya sebesar 0,5 % dan 1,4 % saja, seperti terlihat pada Tabel 2. Dengan tingkat produksi tertentu yang sesuai dengan kebutuhan, dari nilai R/P menunjukkan bahwa cadangan minyak bumi akan habis sekitar 18 tahun dan gas bumi sekitar 62 tahun, apabila tidak diketemukan sumur-sumur baru. Dengan diketemukan sumber minyak baru, produksi minyak mentah hanya mengalami penambahan sebesar 170 kilo barrel/hari setelah Blok Cepu beroperasi. Hal ini mengisyaratkan bahwa penghematan terhadap energi fosil dan penganekaragaman energi sudah harus dilaksanakan.

Tabel 1: Potensi Energi Fosil Indonesia

JENIS ENERGI FOSIL	SUMBER DAYA	CADANGAN (Proven + Possible)	PRODUKSI (per tahun)	R/P (tanpa eksplorasi) Tahun
Minyak	86,9 miliar barel	9 miliar barel	500 juta barel	18
Gas	384,7 TSCF	188 TSCF	3,0 TSCF	62
Batubara	57 miliar ton	19,3 miliar ton	130 juta ton	147

Sumber : DJLPE 2005^[1]

Tabel 2: Perbandingan Cadangan Energi Fosil Berbagai Kawasan.

NEGARA / KAWASAN	CADANGAN ENERGI DUNIA (%)		
	MINYAK BUMI	GAS BUMI	BATUBARA
Timur-Tengah	64,0	33,8	
Bekas Uni Soviet	6,3	38,8	23,4
Amerika Utara	8,3	5,6	24,3
China	2,3		11,1
Indonesia	0,5	1,4	3,1
Lain-lain	18,9	20,4	38,1

Sumber : DJLPE 2005^[1]

Sumberdaya gas bumi di Indonesia sebagian besar terkonsentrasi di daerah Sumatera Selatan, Natuna, Jawa Barat, Kalimantan Timur dan Papua. Rincian volume cadangan pada masing-masing daerah disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3: Sumber Cadangan Gas Bumi di Indonesia

No.	DAERAH	CADANGAN (BSCF)		
		PROVEN (P90)	PROBABLE (P50)	POSSIBLE (P10)
1.	Aceh	2.686	1.211	4.912
2.	Sumatera Utara	603	125	2
3.	Sumatera Tengah	1.756	1.460	4.280
4.	Sumatera Selatan	8.771	5.488	12.320
5.	Natuna	32.326	19.756	2.731
6.	Jawa Barat	4.242	948	696
7.	Jawa Tengah	106	0	0
8.	Jawa Timur	2.337	1.952	1.413
9.	Kalimantan Timur	24.168	7.646	12.732
10.	Sulawesi	2.694	960	471
11.	Irian Jaya	11.481	3.300	4.555
	Jumlah total	91.170	42.845	44.113

Sumber : Rancangan Pedoman dan Pola Tetap Kebijakan Pemanfaatan Gas Bumi 2004-2020, Dep. ESDM ^[2, 7].

BSCF : *billion standard cubic feet*

Dengan jumlah cadangan gas bumi yang terbatas, maka pemanfaatannya perlu dihemat dan sedapat mungkin menghasilkan suatu aset yang dapat menciptakan nilai tambah yang sebesar besarnya bagi kepentingan nasional.

Untuk batubara, Indonesia mempunyai cadangan yang cukup melimpah (19,3 miliar ton) dan dengan tingkat produksi yang relatif masih kecil maka akan dapat bertahan 147 tahun. Dalam rangka deversifikasi maka program penggalakan pemakaian energi batubara harus segera direalisasikan. Melalui penguasaan teknologi dan dukungan dana maka usaha untuk menambah cadangan energi fosil di Indonesia sangat terbuka, mengingat potensi sumberdaya masing-masing energi tersebut masih cukup besar.

Energi Non-Fosil

Potensi energi Indonesia yang berasal dari energi nonfosil meliputi: energi air, panas bumi, mikrohidro, energi surya, biomassa, energi angin dan energi nuklir. Sumberdaya masing-masing energi, pemanfaatan dan kapasitas terpasang disajikan pada Tabel 4. Potensi energi yang berasal dari tenaga air, panas bumi, dan mikrohidro bukan merupakan energi primer yang dapat dikonsumsi langsung sebagai energi, tetapi perlu dikonversi lebih dulu menjadi energi listrik. Sumber energi surya dan energi angin dipengaruhi oleh kondisi geografis sehingga intensitas cahaya

matahari maupun kecepatan angin di suatu tempat tidak serta merta memenuhi persyaratan untuk dapat diberdayakan secara teknis maupun ekonomis. Dengan teknologi yang ada sekarang ini, harga energi surya dan energi angin masih belum dapat bersaing dengan energi konvensional. Oleh sebab itu, pemakaian energi surya dan energi angin sifatnya masih khusus dan terbatas. Sedangkan untuk pemanfaatan energi air dan mikrohidro, pembangunannya memerlukan biaya investasi yang sangat besar.

Energi nuklir digolongkan ke dalam energi baru, di mana Indonesia sudah merintis pemanfaatan energi nuklir sebagai pembangkit listrik (PLTN). Direncanakan PLTN Muria-1 dan Muria-2 beroperasi pada tahun 2016 dan 2017 dengan kapasitas masing-masing 1000 MWe, sedangkan PLTN Muria-3 dan Muria-4 dengan kapasitas yang juga sama masing-masing 1000 MWe akan beroperasi tahun 2023 dan 2024. Dengan demikian pada tahun 2025 sektor energi nuklir menyumbang pasokan energi listrik sebesar 4-5 % dari listrik nasional.

Energi nonfosil yang mempunyai prospek yang bagus untuk dikembangkan adalah biomassa, karena mempunyai cadangan sumberdaya yang besar yang dapat diperoleh dari limbah pertanian, perkebunan, peternakan dan kehutanan.

Tabel 4: Potensi Energi Non-Fosil Indonesia

ENERGI NON FOSIL	SUMBER DAYA	SETARA	KAPASITAS TERPASANG
Tenaga Air	845 juta BOE	75,67 GW	4.200,00 MW
Panas Bumi	219 juta BOE	27,00 GW	800,00 MW
Mini/mikrohidro	458,75 MW	458,75 MW	84,00 MW
Biomassa		49,81 GW	302,4 MW
Tenaga Surya		4,8 kWh/m ² /day	8,00 MW
Tenaga Angin		9,29 GW	0,50 MW
Uranium (Nuklir)	24.1 Ton* e.q 33 GWe		

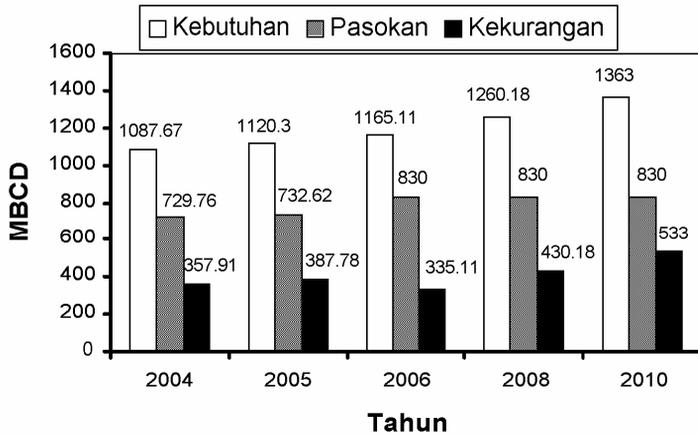
Sumber : Dept. ESDM dan Badan Tenaga Nuklir Nasional ^[1, 4].

KEBUTUHAN ENERGI DAN PEMANFAATANNYA

Kebutuhan BBM tahun 2005 sebesar 63-64 juta kiloliter, sedangkan untuk tahun 2006 diperkirakan 66,5 juta kiloliter atau 1,145 juta barrel/hari. Dari konsumsi BBM sebesar itu, sektor transportasi menempati kebutuhan yang terbesar yaitu 48,4 % diikuti berikutnya oleh rumah tangga (18,3 %), Industri (18,3 %) dan tenaga listrik (15,0 %). Ditinjau dari penggunaan jenis BBM, Solar menempati jumlah terbesar yaitu 44,3 % diikuti berikutnya oleh premium (28,2 %), minyak tanah (18,5 %), minyak bakar (7,4 %) dan minyak diesel (1,6 %).

Kapasitas pengolahan minyak mentah (*crude oil*) dalam negeri sampai tahun 2005 sebesar 1,05 juta barrel/hari yang dipenuhi oleh 7 kilang milik Pertamina yang berada di Sumatra (3), Jawa (2), Kalimantan (1), dan Irian Jaya (1 kilang). Dari pengolahan *crude oil* tersebut hanya didapat produksi BBM rata-rata 730 ribu barrel/hari (kb/d). Dari data kebutuhan dan kemampuan kilang dalam negeri maka pada tahun 2005 Indonesia telah mengimpor BBM sebesar 340-370 kb/d. Defisit BBM tersebut akan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi. Diperkirakan pada tahun 2010 impor BBM mencapai 500 kb/d atau 65 % dari produksi kilang dalam negeri^[3].

Pada pertengahan tahun 2006 ada penambahan kapasitas produksi BBM sebesar 100 kb/d yang berasal dari 40 kb/d Mogas dari kilang Blue Sky di Balongan dan 60 kb/d terdiri dari Premium, Kerosene dan Solar dari Tuban Petrochemical Plant. Dengan demikian produksi BBM kilang dalam negeri pada tahun 2006 sebesar 830 kb/d. Apabila diasumsi tingkat pertumbuhan 4% per tahun maka pada tahun 2010 defisit BBM mencapai 533 kb/d atau sebesar 62 % dari total produksi kilang dalam negeri. Gambar 1 menunjukkan prediksi kebutuhan dan pasokan BBM pada tingkat pertumbuhan 4 % per tahun.



Gambar 1. Kebutuhan dan ketersediaan BBM dalam negeri dengan tingkat pertumbuhan 4 % ^[3].

Berbeda dengan kebutuhan BBM dalam negeri yang sudah mengalami defisit, untuk kebutuhan gas bumi nasional sangat cukup bahkan dapat mengekspor dalam bentuk LNG. Produksi dan pemanfaatan gas bumi Indonesia per tahun 2003 seperti disajikan pada Tabel 5. Produksi gas bumi dalam negeri sebesar 8.420 MSCFD yang berasal dari pasokan Pertamina sebesar 930 MSCFD dan dari KPS sebesar 7.490 MSCFD. Dari produksi tersebut untuk kebutuhan domestik sebesar 3.567,3 MSCFD (42,4 %) dan untuk ekspor sebesar 4.853,2 MSCFD (57,6 %).

Tabel 5: Pemanfaatan Gas Bumi Indonesia Tahun 2003

KEBUTUHAN	PEMANFAATAN GAS BUMI	KUANTITAS	
		MSCFD	(%)
DOMESTIK	Pupuk + Petrokimia	696,5	8,3
	Kilang	63,0	0,7
	LPG	77,1	0,9
	PGN	435,4	5,2
	Semen	7,9	0,1
	Listrik	500,2	5,9
	Industri Baja	71,5	0,8
	Industri Lain	273,2	3,2
	Pemakaian Sendiri	968,8	11,5
	Dibakar hilang (Flare)	473,7	5,8
	TOTAL KEBUTUHAN DOMESTIK	3.567,3	42,2
EKSPOR	LNG	4516,2	53,6
	LPG	15,5	0,2
	Gas Pipa	321,5	3,8
	TOTAL EKSPOR	4853,2	57,6

Sumber : Ditjen Migas^[10].

MSCFD : *million standard cubic feet per day*

Ekspor gas bumi sebesar ini sebagian besar dalam bentuk gas alam cair (LNG) di mana menempatkan Indonesia menjadi negara pengekspor LNG terbesar di dunia dengan total ekspor sebesar 1,49 TSCF per tahun atau setara dengan 25 juta ton per

tahun , meskipun cadangan gasnya hanya 1,7 % dari cadangan dunia. Gas bumi dalam bentuk LNG sudah sejak lama diekspor ke Jepang, Korea, dan Taiwan, sementara kontrak penjualan dengan China baru dimulai tahun 2005 sebesar 2,6 juta ton per tahun.

Kebijakan ekspor sebanyak itu sebenarnya dengan tujuan untuk mendapatkan devisa sebanyak-banyaknya atau dana *cash* untuk kepentingan pembangunan yang sesungguhnya berorientasi jangka pendek. Sumber dari Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral menyebutkan bahwa kontribusi sektor Migas dalam penerimaan negara kurun 5 tahun terakhir mencapai rata-rata 31,5 % dari total penerimaan negara, di mana gas bumi menyumbang ke negara rata-rata 10,2 %. Sebagai contoh tahun 2002 penerimaan negara dari gas bumi hasil ekspor LNG dan ekspor gas melalui pipa berjumlah Rp 17,2 triliun. Idealnya pemanfaatan gas bumi lebih menguntungkan bila digunakan sebagai bahan baku untuk menghasilkan produk-produk yang mempunyai nilai tambah lebih tinggi dibanding apabila dijual dalam bentuk gas alam cair atau LNG. Sebagai contoh Malaysia dan China (meskipun tidak mempunyai cadangan gas bumi) dalam memanfaatkan gas bumi lebih berorientasi kepada kebutuhan dan tujuan jangka panjang. Persentase pemanfaatan gas bumi untuk keperluan non-power (untuk menghasilkan aneka produk yang mempunyai nilai

ekonomis lebih besar) jauh lebih tinggi dibanding dengan Indonesia. Demikian pula ekspor gas bumi Malaysia hanya 7,3 % jauh lebih kecil dibanding Indonesia yang eksportnya 57,6 % dari produksinya. Perbandingan pemanfaatan gas bumi ketiga negara tersebut seperti terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6: Perbandingan Komposisi Pemanfaatan Gas Bumi

No.	PEMANFAATAN GAS	INDONESIA	MALAYSIA	CHINA
1.	Power	35,7 %	70,1 %	2,7 %
2.	Non Power	8,9 %	22,6 %	87,3 %
3.	Ekspor	57,6 %	7,3 %	0 %
4.	Cadangan Gas, TSCF	93	75	<<

Sumber : Makalah Seminar Optimalisasi Pemanfaatan Gas Bumi^[2].

Kebijakan ekspor LNG secara besar-besaran tanpa memperhatikan pengembangan industri dalam negeri yang berbasis gas bumi, akan merugikan kepentingan nasional jangka panjang, sehingga perlu dievaluasi kembali secara cermat. Ekspor LNG selayaknya dikurangi secara bertahap dan pemanfaatan gas bumi sebaiknya diarahkan bagi pengembangan industri (industri petrokimia) dalam negeri yang berbasis gas bumi yang jelas mempunyai nilai tambah yang lebih besar seperti ditunjukkan dalam Tabel 7.

Tabel 7 : Perbandingan Nilai Tambah Ekonomis Berbagai Industri Petrokimia.

No.	JENIS INDUSTRI	NILAI TAMBAH (US\$/MMBTU)
1.	L N G	2,40
2.	Ammonia	3,81
3.	Urea	4,06
4.	Methanol	5,71
5.	Melamine	14,06
6.	Asam Nitrat	17,96
7.	Hidrogen Peroksida	28,03
8.	Asam Asetat	36,74
9.	Formaldehid	7,71
10.	Amonium Nitrat	16,73
11.	Asam Formiat	75,60

Sumber : Usulan Kebijakan Pemanfaatan Gas Bumi Depperindag ^[2].

Gambaran perbandingan keekonomian antara industri LNG dan industri Petrokimia tentang besarnya investasi, jumlah pabrik yang bisa dibangun, revenue, dan SDM yang diperlukan, seperti yang disajikan pada Tabel 8. Ditinjau dari keempat aspek, menunjukkan bahwa pembangunan pabrik Petrokimia lebih menguntungkan dibanding dengan pabrik LNG, di samping menghasilkan nilai tambah yang lebih besar. Berdasarkan Tabel 7 dan 8 dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan gas bumi untuk industri petrokimia lebih menguntungkan dibanding apabila

diekspor dalam bentuk LNG. Hal ini merupakan masukan penting dan perlu mendapat perhatian bagi pembuat kebijakan.

Tabel 8 : Perbandingan Keekonomian Industri LNG dan Industri Petrokimia

Item	L N G	PETROKIMIA
Investasi	US\$ 750 Juta	US\$ 1.650 Juta
Pabrik	1 Train LNG	9 Pabrik (4 Amonia, 4 Urea, 1 Methanol)
Revenue	USD 247,5 Juta	USD 546,8 Juta
SDM	300 orang	3000 orang

Sumber : Makalah Seminar Optimalisasi Pemanfaatan Gas Bumi ^[2].

Dalam mengelola gas bumi, para pembuat kebijakan juga perlu mencermati kondisi komoditas gas dunia dewasa ini dan kecenderungannya di masa datang. Suatu kajian memprediksi bahwa peran gas akan meningkat sampai sekitar tahun 2060 selanjutnya relatif konstan hingga akhir Abad XXI. Pada kurun waktu tersebut pemakaian *crude oil* akan menurun setelah mencapai puncaknya sekitar tahun 2030. Permintaan gas akan terus meningkat, baik untuk keperluan bahan bakar maupun untuk digunakan sebagai bahan baku industri petrokimia. Sebagian besar gas diekspor melalui pipa (Rusia ke Eropa, Canada ke AS). Demikian pula peran LNG dalam memenuhi kebutuhan gas dunia semakin meningkat. Diperkirakan pada

tahun 2015 permintaan LNG dunia akan naik, dari sekitar 134 juta ton pada tahun 2004 menjadi sekitar 370 juta ton pada tahun 2015 atau naik sekitar 3 kali lipat ^[11, 12]. Atas dasar tersebut maka langkah penghematan dan pengelolaan gas bumi yang bijaksana dan berpihak pada kepentingan nasional, mutlak diperlukan sebagai antisipasi ke depan.

BIOMASSA SEBAGAI ANDALAN ENERGI ALTERNATIF

Hadirin yang saya muliakan,

Program pengembangan energi alternatif sudah lama dan jauh dilaksanakan di berbagai negara yang tujuannya hampir sama yaitu : mengurangi ketergantungan pada minyak dan gas bumi, penganekaragaman energi, penghematan energi fosil (konvensional), pemberdayaan sumberdaya yang ada, dan pemanfaatan limbah domestik yang semua itu implikasinya akhirnya pada masalah efisiensi dan kepedulian lingkungan. Berbagai tingkatan yang telah dicapai oleh negara-negara yang melaksanakan program tersebut mulai dari tingkatan yang masih tahap riset, uji coba skala pilot, sampai pada tingkat skala komersial. Sebagai contoh beberapa negara agraris yang mempunyai cadangan limbah biomassa yang besar dan sebagian besar penduduknya bermukim di pedesaan seperti China, Sudan, dan Nepal telah mengembangkan energi biomassa.

China salah satu contoh negara yang mengembangkan energi alternatif (terutama energi biomassa) yang cukup berhasil. Tahun 1997 produksi energi alternatif China sebesar 245 MTOE (*million ton oil equivalent*) atau 21,2 % dari total kebutuhan energi nasional dan 13,4 % dari total produksi energi alternatif dunia, menunjukkan suatu jumlah yang cukup besar ^[11]. Dengan penduduk 1,25 miliar China merupakan negara agraris besar yang menghasilkan limbah jerami (*straw*) 620 juta ton pada tahun 2002. Energi biomassa dari jerami ini cocok untuk memenuhi kebutuhan energi pedesaan sebesar 670 MTOE atau 44 % dari total energi nasional. Konversi tenaga dari bahan jerami dilakukan dengan beberapa macam cara dengan hasilnya, yaitu pembakaran langsung (123,6 MTOE), *Anaerobic digestion* (37,49 miliar m³ biogas dari sebanyak 7,64 juta rumah tangga), gasifikasi (150 juta m³ biogas dari 388 unit gasifier), pembriketan (hasil briket dengan nilai bakar 30.000 kJ/kg), konversi biokimia, dan pirolisa ^[13, 14].

Nepal yang berpenduduk 24 juta merupakan negara yang mengembangkan teknologi energi alternatif mulai awal tujuh puluhan, yang bertujuan di antaranya untuk mengurangi pemakaian sumber energi dari kayu dan dari fosil. Sebagaimana diketahui bahwa konsumsi energi di Nepal dipenuhi oleh 77% bahan bakar kayu (dari cadangan hutannya sekitar 12 juta ton kayu), 13 % energi fosil dan 10 % lain-lain. Dari keseluruhan

kebutuhan energi, sebagian besar (89 %) merupakan kebutuhan energi rumahtangga, sedangkan 5 % untuk transportasi dan pertanian, 5 % industri dan 1 % untuk komersial. Teknologi yang dikembangkan meliputi : energi solar, sistem *hydropower*, biogas, kompor biomassa yang efisien, dan briket. Hasilnya telah berdiri unit pembangkit : *microhydro* (12 MW), *small hydropower* (8 MW), energi solar : *solar home system* (400 kW), *solar photovoltaic system* (1000 kW), *solar water heating system* (19.000 unit), *solar dryer system* (800 unit), *solar cookers* (100 unit), *Biogas plants* (90.000 unit), kompor biomassa efisien (300.000 unit), briket (4.000 ton/tahun) ^[15].

Negara agraris lain yang mengembangkan energi alternatif dengan basis biomassa adalah Sudan dengan jumlah penduduk 35 juta. Dari 6.333.221 MTOE kebutuhan energi nasional, sebanyak 87 % dipasok dari energi biomassa. Teknologi Biomassa yang dikembangkan adalah: *briquetting*, *improved stoves*, *gasification*, *biogas* dan *sugar cane biomass*. Sumber biomassa berasal dari : limbah pertanian (44.470 ton/tahun), kotoran hewan (0,9 juta ton/tahun) dan baggase (0,84 juta ton/tahun) ^[16].

Telah dilakukan suatu penelitian dalam skala industri tentang konversi energi biomassa dari serat dan kulit hasil limbah palm oil pada sebuah pabrik pengolahan minyak kelapa sawit di Selangor Malaysia dengan kapasitas 30-60 ton FFB (fresh fruit

bunch)/jam. Hasilnya menunjukkan bahwa dari 30 ton FFB (tandan buah segar palm oil)/jam menghasilkan limbah serat sebanyak 4200 kg/jam dan kulit (tempurung) 1800 kg/jam yang dapat dikonversi menjadi energi sebesar 72×10^6 kJ/kg. Energi yang timbul ini dapat membangkitkan *steam* dalam *boiler* sebanyak 18.925 kg/jam yang cukup untuk keperluan proses dalam pabrik. Kesimpulannya bahwa limbah pabrik tersebut bisa digunakan untuk menyediakan kebutuhan energinya sendiri^[17].

Berbagai pengalaman mengenai pengelolaan energi alternatif yang telah dilakukan di berbagai negara baik berupa penelitian, pola pengembangan, hambatan yang dijumpai, sampai kepada implementasinya dapat ditelusuri dari referensi atau jurnal, di antaranya tentang energi angin di Brazil dan Jordania^[18, 19], energi surya di Jordan, Pakistan dan Nepal^[20, 21, 15], energi panas bumi di Turki^[22], hydropower di Portugal^[23], Biodiesel di India dan Indonesia^[24, 25], energi biomassa^[14-16, 26, 27], Briket biomassa dan batubara^[28-31].

Hadirin yang saya hormati,

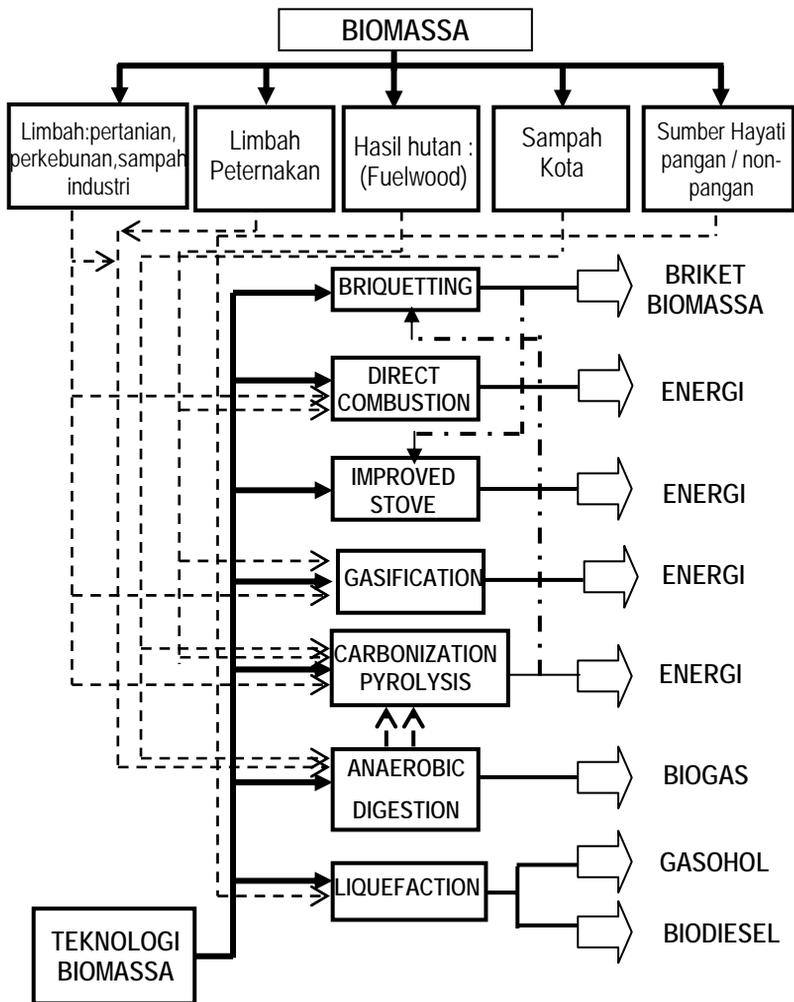
Dalam mengantisipasi kelangkaan energi fosil (terutama minyak bumi) 20 tahun mendatang, maka sejak sekarang sudah harus dipikirkan penggunaan energi alternatif melalui suatu perencanaan yang matang. Dari sekian jenis energi alternatif yang ada, untuk kondisi di Indonesia saat ini pemberdayaan

energi biomassa disarankan sebagai prioritas utama di samping pengembangan energi alternatif yang lain sebagai pendukung.

Pemilihan energi biomassa sebagai prioritas utama berdasarkan beberapa pertimbangan yaitu : (1) Indonesia merupakan negara agraris yang besar yang dipastikan akan mampu memasok sumber bahan baku biomassa dari limbah pertanian, perkebunan dan peternakannya; (2) energi biomassa merupakan energi yang ramah lingkungan; (3) dalam penyediaan energi panas dapat digabung (*mix*) dengan batubara.

Energi biomassa merupakan energi yang ramah lingkungan karena gas CO₂ yang dihasilkan dari pembakarannya meskipun bersifat gas rumah kaca (*GHG*), tetapi tidak diperhitungkan akan menyebabkan pemanasan global, karena dianggap akan diserap kembali oleh tumbuh-tumbuhan melalui proses fotosintesis guna membentuk senyawa carbon dan hydrogen dalam tanaman.

Teknologi biomassa (*biomass technologies*) adalah cara-cara untuk mengubah bahan baku biomassa menjadi energi yang lebih bersih dan efisien. Di mana meliputi : sistem pembakaran langsung (*direct combustion*), pembriketan (*briquetting*), perancangan tungku yang efisien (*improved stove*), *gasification*, *pyrolysis*, *anaerobic digestion* dan *liquefaction*. Jenis-jenis biomassa dan proses yang cocok digunakan seperti disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Teknologi Biomassa

Sumber : Diolah dari teori dan berbagai makalah seminar

Biomass Liquefaction adalah proses perubahan biomassa menjadi bahan energi cair, dimana dibedakan menjadi dua yaitu konversi secara biokimia (*biochemical conversion*) untuk menghasilkan alkohol dan konversi secara thermo-kimia (*thermo-chemical conversion*) untuk menghasilkan bio-oil ^[14]. Cara pertama biasanya menggunakan bahan nabati yang banyak mengandung karbohidrat seperti pati, kentang, gula dsb; sedang cara kedua menggunakan bahan nabati minyak-lemak baik yang bersifat alami pangan (*edible* : sawit, kelapa, kacang tanah, kacang kecipir) maupun yang nonpangan (non edible seperti jarak pagar, kapok/randu, nyamplung dan lain lain) ^[25] .

Hambatan-hambatan timbul dalam melaksanakan program-program pemberdayaan dan pengembangan energi alternatif. Biaya investasi awal yang tinggi, menyebabkan harga energi alternatif kadang relatif tinggi sehingga tidak dapat bersaing dengan energi konvensional. Minat swasta untuk menjadi investor sangat kurang karena pasar energi alternatif masih terbatas. Subsidi BBM yang terlalu lama menyebabkan belum mencapai harga keekonomiannya, sehingga pengembangan energi alternatif dan pemanfaatan energi secara efisien menjadi lambat. Dalam rangka mengurangi konsumsi BBM serta meningkatkan pemanfaatan energi alternatif sudah ada usaha-usaha pemerintah ke arah itu, yaitu dikeluarkannya serangkaian regulasi sebagai kerangka dasar dalam mengambil

langkah-langkah kebijakan untuk menjamin keamanan pasokan energi dalam negeri, yaitu Peraturan Presiden No. 5 / 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, diikuti oleh Instruksi Presiden No. 1 / 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati sebagai Bahan Bakar Lain, dan Instruksi Presiden No. 2 / 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Batubara yang Dicairkan sebagai Bahan Bakar Lain. Ada dua sasaran yang diamanatkan oleh Perpres tersebut, yaitu : pertama tercapainya elastisitas energi lebih kecil dari 1(satu) pada tahun 2025, dan kedua terwujudnya energy mix yang optimal pada tahun 2025.

PENUTUP

Hadirin yang saya hormati,

Sebagai akhir pidato saya, beberapa hal perlu disimpulkan sebagai berikut : Pengembangan dan pemberdayaan energi alternatif khususnya yang berbasis biomassa memang harus segera dilakukan, untuk mengamankan pasokan energi nasional dalam kurun waktu 20 tahun mendatang. Pemberdayaan energi alternatif juga akan berimplikasi pada berhasilnya program penghematan dan keanekaragaman pemakaian energi.

Untuk mensukseskan program pemberdayaan energi alternatif memang diperlukan *commitment* yang kuat dari semua pihak yaitu Masyarakat (sebagai pengguna), Pemerintah (sebagai pembuat kebijakan), Lembaga-lembaga Penelitian (termasuk

Perguruan Tinggi) dan pihak swasta sebagai investor. Kebijakan di sisi penyediaan energi, sangat diperlukan bagi penjaminan ketersediaan pasokan energi dalam negeri, pengoptimalan produksi energi, dan pelaksanaan konservasi energi;,, sedangkan kebijakan di sisi pemanfaatan energi ialah untuk berhasilnya efisiensi pemanfaatan energi dan diversifikasi energi.

Hadirin yang saya hormati,

Pada kesempatan yang berbahagia ini, izinkanlah saya menyampaikan sepatah dua patah kata kepada kolega/ rekan-rekan dosen muda sebagai penerus, untuk selalu meningkatkan kualitas diri, meningkatkan dedikasi, bekerja keras dan berkarya dibidang keilmuannya masing-masing melalui penelitian yang bermutu yang layak dipublikasikan, sebagai jawaban dari visi almamater kita untuk menuju universitas riset. Tidak lupa pula saya berpesan kepada para mahasiswa Undip sebagai generasi penerus bangsa dan calon-calon pemimpin untuk belajar lebih giat supaya lulus tepat waktu namun tetap peka terhadap lingkungan. Capailah prestasi setinggi-tingginya, banggalah terhadap almamater kita dan tingkatkan rasa percaya diri. Insha Allah, setelah lulus dengan bekal kemampuan akademik dan *soft skill* yang anda peroleh, akan dapat bersaing dalam dunia kerja baik ditingkat nasional, regional maupun internasional.

Demikianlah apa yang bisa saya sampaikan dalam orasi pengukuhan sebagai Guru Besar ini, semoga menjadi bahan renungan kita bersama. Dengan kerendahan hati dan segala keterbatasan saya, saya mohon maaf atas kekurangan dari pidato ini baik dari segi substansi, bahasa, maupun pemaparannya.

UCAPAN TERIMA KASIH DAN PENGHARGAAN

Ketua Senat, Sekretaris Senat serta Hadirin yang saya muliakan;

Pada kesempatan yang berbahagia ini, perkenankanlah saya menyampaikan rasa syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat dan hidayah-Nya kepada saya sekeluarga sehingga saya menjadi Guru Besar, yang bagi saya merupakan berkah dan sekaligus amanah. Saya mohon doa dari hadirin sekalian semoga saya dapat melaksanakan amanah dan tanggung jawab tersebut dengan baik, dalam membangun bangsa ini melalui almamater tercinta Universitas Diponegoro sesuai dengan kapasitas saya.

Selanjutnya saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Pemerintah RI melalui Menteri Pendidikan Nasional dan Direktur Jendral Pendidikan Tinggi atas kepercayaan dan persetujuannya mengangkat saya sebagai Guru Besar;
2. Rektor Undip, Senat Undip, Senat Guru Besar Undip, Dekan Fakultas Teknik Undip, Senat Fak. Teknik Undip dan Ketua Jurusan Teknik Kimia atas dukungan dan rekomendasinya yang diberikan kepada saya untuk pengangkatan Guru Besar;
3. Prof. Ir. Joetata Hadihardaja (Undip) dan Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M.Sc (ITS) yang telah memberikan rekomendasi khusus bagi pengusulan pengangkatan saya sebagai Guru Besar.

Secara khusus, dari lubuk hati yang sangat dalam dengan tulus saya menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua saya Bapak Slamet Boedihardjo (Alm) dan Ibu Kamisah (Alm), yang mendidik dan membimbing saya dengan kasih sayang, penuh disiplin dan doanya selalu sehingga saya menjadi seperti sekarang ini;
2. Mertua saya Bapak H. Gito Suwarno (Alm) dan Ibu Sudarsi atas dukungan, bimbingan, nasehat, dan doanya;
3. Istri saya tercinta Ir. Mega Kasmiyatun, sebagai istri yang sangat setia, penuh pengertian, kesabaran, yang rela berkorban, yang menggantikan tugas sementara sebagai

Kepala Rumah Tangga semasa saya menyelesaikan studi S3 di negeri seberang. Anak-anak kami tersayang Riski Pramudono, ST., Anugerah Putra Utama, dan Karunia Ayu Permatasari atas pengertiannya dan doanya selama saya tinggalkan untuk studi S3.

Ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya juga kami sampaikan kepada :

1. Keluarga Besar Jurusan Teknik Kimia Undip, tempat saya berkarier yang senantiasa menciptakan suasana kondusif bagi pengembangan karier saya.
2. Para Guru saya baik sewaktu di SD Lingga I, SMP Negeri III Semarang dan SMA Kolese Loyola, atas jasa-jasanya dalam mendidik, membimbing, membentuk kepribadian dan membekali saya ilmu dasar;
3. Para Guru saya semasa di Perguruan Tinggi yang telah membimbing dan membekali ilmu Teknik Kimia yaitu : Prof. Ir. Sugeng Hendrowibowo (Alm), Prof. Ir. Marwoto Kusumopradono (Alm), Ir. Soesworo, Ir. Marimin Soemardjo, Ir. Dwi Rahadi, Prof. Ir. Sudarno, M.ChE., PM. Dr. Hanapi Mat, dan Guru saya khusus Ir. Nisyamhuri yang telah mengarahkan karier saya untuk menjadi dosen seperti sekarang ini;

4. Semua pihak yang tidak mungkin saya sebutkan satu per satu.

Sebagai akhir kata, sekali lagi saya mengucapkan terima kasih atas kesabaran Ibu, Bapak dan para hadirin, dan mohon maaf atas segala kekhilafan. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan taufik, hidayah, kekuatan dan ilmu-Nya kepada kita semua, sehingga kita dapat melaksanakan tugas dan kewajiban dengan baik.

Wabillahi Taufiq wal Hidayah

Wassalammu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

DAFTAR ACUAN

- [1]. Hutapea, M., 2005, "Pengembangan Diversifikasi dan Konservasi Energi dalam Rangka Keamanan Pasokan Energi Nasional", Makalah Seminar Nasional Energi Alternatif.
- [2] Wardiyasa, 2004, "Nilai Tambah Pengembangan Industri Kimia Berbasis Gas Bumi", Makalah seminar Nasional Optimalisasi Pemanfaatan Gas Bumi untuk Pengembangan Industri.
- [3]. Mulyosukarto, M., 2005, "Sektor Hilir-Migas di Indonesia: Tantangan Masa Depan dan Peluang", Makalah Seminar Nasional Energi Alternatif.
- [4]. Sutrisnanto, A.Y., 2005, "Pengembangan Energi Alternatif di Indonesia: Energi Nuklir", Makalah Seminar Nasional Energi Alternatif.
- [5]. Pramudono, B., H.B. Mat, dan Y.H. Wei. (2005), "Sistem Emulsi Air-Minyak: Analisis Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Pada Pemecahan Emulsi Secara Kimia", Prosiding: Seminar Nasional REKAYASA KIMIA & PROSES, 2005.
- [6]. Pramudono, B. and H.B. Mat., (2005), "Demulsifier Selection Based On The Evaluation Of Demulsification Performance Indicators", *Jurnal REAKTOR*, Terakreditasi, Vol. 9, No. 1
- [7]. Departemen ESDM, 2004, "Rancangan Pedoman dan Pola Tetap Kebijakan Pemanfaatan Gas Bumi 2004-2020.

- [8]. Pramudono, B. dan Mega Kasmiyatun, "Konservasi Energi Dalam Industri Kimia Melalui Program Pengelolaan Yang Berencana", Seminar Konservasi Energi, Semarang, 1994
- [9]. Said, U., 2004, "Gas Bumi Sebagai Bahan Baku Industri", Makalah Seminar Nasional Optimalisasi Pemanfaatan Gas Bumi untuk Pengembangan Industri.
- [10]. Direktorat Jendral Migas, 2004, "Kebijaksanaan Pemanfaatan Gas Bumi Nasional", Makalah seminar Nasional Optimalisasi Pemanfaatan Gas Bumi untuk Pengembangan Industri.
- [11]. Kurtubi, 2004, " Pemanfaatan Gas Bumi dan Kebijakan Energi Nasional ", Makalah seminar Nasional Optimalisasi Pemanfaatan Gas Bumi untuk Pengembangan Industri.
- [12]. Chang, J., Leung, D.Y.C., Wu, C.Z., Yuan, Z.H., 2003, " A Review on the Energy Production, Consumption, and Prospect of Renewable Energy in China ", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 7, 453-468.
- [13]. Xiaohua, W., and Zhenmin, F., 2004, " Biofuel Use and Its Emission of noxious Gases in Rural China ", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 8, 183-192.
- [14]. Zeng, X., Ma, Y., Ma, L., 2005, " Utilization of Straw in Biomass Energy in China ", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, Article in Press.

- [15]. Pokharel, S., 2003, " Promotional Issues on Alternative Energy Technologies in Nepal ", *Renewable & Sustainable Energy Reviews* , 31, 307-318.
- [16]. Omer, A.M., 2005, "Biomass Energy Potential and Future Prospect in Sudan ", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 9, 1-27.
- [17]. Mahlia, T.M.I., Abdul Muin, M.Z., Alamsyah, T.M.I., Mukhlisshien, D., 2001, " An Alternative Energy Source from Palm Wastes Industry for Malaysia and Indonesia", *Energy Conversion & Management* ", 42, 2109-2118.
- [18]. Silva, N.F., Rosa, L.P., Araujo, M.R., 2005, " The Utilization of Wind Energi in the Brazilian Electric Sector's Expansion ", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 9, 289-309.
- [19]. Hrayshat, E.S., 2005, " Wind Availability and Its potentials for Electricity Generation in Tafila, Jordan ".*Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 9, 111-117.
- [20]. Hrayshat, E.S., Al-Soud, M.S., 2004, " Solar Energy in Jordan: Current State and Prospects ", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 8, 193-200.
- [21]. Mirza, U.K., Maroto-Valer, M.M., Ahmad, N., 2003, " Status and Outlook of Solar Energy Use in Pakistan ", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 7, 501-514.

- [22]. Kaygusuz, K. and Kaygusuz, A., 2004, " Geothermal Energy in Turkey: The Sustainable Future ", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 8 543-563.
- [23]. Almeida, A.T., Moura, P.S., Marques, A.S., Almeida, J.L., 2005, " Multi-Impact Evaluation of New Medium and Large Hydropower Plants in Portugal Centre Region ", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 9, 149-167.
- [24]. Barnwal, B.K. and Sharma, M.P., 2005, " Prospects of Biodiesel Production From Vegetable Oils in India ", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 9, 363-378.
- [25]. Soerawidjaja, T.H., Brodjonegoro, T.P., 2005, " Chemical and Process Technology Researches Needed to Support the Establishment of a Science and Technology Based Indonesian Biodiesel Industry ", Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses, Semarang, 27-28 Juli.
- [26]. Streimikiene, D., Burneikis, J., Punys, P., 2005, " Review of Renewable Energy Use in Lithuania ", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 9, 29-49.
- [27]. Pohekar, S.D., Kumar, D., Ramachandran, M., 2005, " Dissemination of Cooking Energy Alternatives in India—a Review ", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 9, 379-393.

- [28] Purwono, S., Simanjuntak, B.A., dan Probosejati, P., 2005, "Pembuatan Briket Arang Dari Limbah Batang Tembakau", Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses, Semarang, 27-28 Juli.
- [29]. Altun, N.E., Hicyilmaz, C and Bagci, A.S., 2004, "Influence of coal briquette size on the combustion kinetics", *Fuel Processing Technology*, 85, 1345-1357.
- [30] Blesa, M.J., Miranda, J.L., Moliner, R., Izquierdo, M.T. and Palacios, J.M., 2003, "Low-temperature co-pyrolysis of a low-rank coal and biomass to prepare smokeless fuel briquettes", *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 70, 665-677.
- [31]. Das, S., Sharma, S. and Choudhury, R., 2002, "Non-coking coal to coke: use of biomass based blending material", *Energy*, 27, 405-414.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Nama / NIP : Bambang Pramudono
130 516 597
2. Tempat/Tanggal lahir : Semarang, 12 Maret 1952
3. Agama : Islam
4. Pangkat/Golongan : Pembina Utama Muda / IVC
5. Unit Tugas : Jurusan Teknik Kimia Fakultas
Teknik Universitas Diponegoro
6. Alamat Kantor : Jl. Prof. Sudarto, SH.,
Tembalang, Semarang
Telp. (024)7460058
Fax. : (024) 76480675
e-mail : pramudono@tekim.ft.undip.ac.id
7. Alamat Rumah : Jl. Tanggul Mas Raya A-23
Semarang
Telp. (024)3522637
8. Bidang Keahlian : Teknik Kimia

9. Pendidikan :

- SD Lingga I Semarang, 1964.
- SMP Negeri III Semarang, 1967.
- SMA Loyola Semarang, 1970.
- S1, Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, 1978.
- S2, Teknik Kimia, ITB, 1983.
- S3, Teknik Kimia, Universiti Teknologi Malaysia, 2005.

10. Riwayat Kepangkatan :

- 1975 : Capeg PNS
- 1976 : PNS, Asisten Muda, IIb
- 1978 : Penata Muda, IIIa
- 1982 : Penata Muda Tk I, IIIb
- 1984 : Penata, IIIc
- 1986 : Penata TK I, III d
- 1991 : Pembina, IVa
- 1995 : Pembina TK I, IVb
- 1999 : Pembina Utama Muda, IVc

11. Jabatan Fungsional :

- 1978 : Asisten Ahli Madya
- 1982 : Asisten Ahli
- 1984 : Lektor Muda
- 1986 : Lektor Madya
- 1990 : Lektor
- 1994 : Lektor Kepala Madya
- 1998 : Lektor Kepala
- 2006 : Guru Besar

12. Jabatan Struktural

1. Ketua Jurusan Teknik Kimia FNGT Undip, 1987- 1993
2. Ketua Program Diploma Fakultas Teknik Undip, 1994-1999.
3. Ketua Program Magister Teknik Kimia Undip, 2005- sekarang
4. Wakil Ketua Laboratorium Separasi Lanjut, Teknik Kimia UNDIP

13. Kursus-Kursus yang telah diikuti

1. Program Pencangkokan di ITB, selama 6 bulan, 1979
2. Pengelolaan Laboratorium (Pojek Pembinaan Peralatan Laboratorium Perguruan Tinggi, di ITB, selama 2 bulan, 1983
3. Program Akta V Format Tatap Muka, di Undip, selama 1 tahun, 1984
4. Kursus Tenaga Inti Pendidikan ('Pivot Training'), di ITB, 2 bulan, 1985
5. Penataran " Metodologi Penelitian", Ditjen Dikti, di Cisarua Bogor, 1990

14. Penghargaan

1. "Piagam Penghargaan sebagai Dosen Teladan I Tingkat Fakultas", 1988
2. "Piagam Penghargaan sebagai Dosen Teladan I Tingkat Universitas", 1988
3. "Karya Satya Lencana 20 Tahun", 1996

4. "Piagam Pengabdian 25 Tahun" 2000.

15. Keluarga

- Isteri : Ir. Mega Kasmiyatun
(Dosen Fak. Teknik Untag Semarang)
- Anak : 1. Riski Pramudono, ST
(Pekerjaan : PT Bogasari, Jakarta)
2. Anugerah Putra Utama
(Mahasiswa Teknik Kimia Undip)
3. Karunia Ayu Permatasari
(Pelajar SMA Negeri 5 Semarang)

PUBLIKASI

1. **Pramudono, B.**, H.B. Mat, dan Y.H. Wei. (2005), "Sistem Emulsi Air-Minyak : Analisis Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Pada Pemecahan Emulsi Secara Kimia", Prosiding : Seminar Nasional REKAYASA KIMIA & PROSES, Tgl 27-28 Juli 2005, di Fakultas Teknik Undip.
2. **Pramudono, B.** and H.B. Mat., (2005), "Demulsifier Selection Based On The Evaluation Of Demulsification Performance Indicators", *Jurnal REAKTOR*, Terakreditasi, Volume 9, No. 1
3. **Pramudono, B.** and H.B. Mat., (2002), "Malaysian Crude Oil Emulsion: Stability Study", *Jurnal REAKTOR*, Terakreditasi, Volume 6, No. 1.
4. **Pramudono, B.** dan H.B. Mat., (2001), "Sistem Emulsi Air-Minyak : Studi Pembentukan, Kestabilan Dan Pemecahan Emulsi Secara Kimia", Prosiding: : Seminar Nasional REKAYASA KIMIA & PROSES, Tgl 25-26 Juli 2001, di Fakultas Teknik Undip.

5. Zulkania, A., **Pramudono, B.**, H.B. Mat, A.K. Idris, and M. Mohd Manan, (2001), "Malaysian Crude Oil Emulsion: 1 Physical And Chemical Characterizations", Proceedings of The 15th SYMPOSIUM OF MALAYSIAN CHEMICAL ENGINEERS, September 11-12, 2001, Johor Bahru, Malaysia.
6. **Pramudono, B.** and H.B. Mat., (2001), "Malaysian Crude Oil Emulsion: 2. Stability Study", Proceedings of The 15th SYMPOSIUM OF MALAYSIAN CHEMICAL ENGINEERS, September 11-12, 2001, Johor Bahru, Malaysia.
7. **Pramudono, B.**, (1999), "Pengembangan Sistem Pendidikan Tinggi Di Indonesia: Usaha Peningkatan Profesionalisme Dosen Di Perguruan Tinggi", Prosiding: : Seminar Nasional REKAYASA KIMIA & PROSES, Tgl 27-28 Juli 1999, di Fakultas Teknik Undip.
8. **Pramudono, B.**, (1999), "Koefisien Transfer Massa Pada Adsorpsi Phenol Menggunakan Batu Apung Yang Terdealuminasi", *GEMA TEKNOLOGI* Media Informasi Sains dan Teknologi, Nomor 19.
9. **Pramudono, B.**, (1998), "Pendidikan Profesi Bidang Teknik Kimia Untuk Memperoleh Gelar Profesi Merupakan Suatu Proses", Prosiding: Musyawarah Nasional Badan Kerjasama Lembaga Pendidikan Tinggi Teknik Kimia Indonesia, Tgl 18-19 Nopember 1998 di Semarang
10. **Pramudono, B.**, (1998), "Adsorpsi Larutan Phenol Oleh Batu Apung: Pengaruh Rasio Si/Al Dan Suhu Terhadap Efisiensi Adsorpsi", *Majalah Penelitian Undip*, Tahun X Nomor 40.
11. **Pramudono, B.**, (1997), "Dealuminasi batu Apung Untuk Adsorpsi Phenol dan Asam Sitrat", *Majalah Penelitian*, Lemlit Undip, No. 35, Tahun IX, September 1997.

12. **Pramudono, B.**, (1997), "Perancangan Evaporator Empat Effect Dengan Bantuan Analisis Derajat Kebebasan", *Majalah Teknik*, Edisi 03, Tahun XVII, 1997.
13. **Pramudono, B.**, (1996), "Kemungkinan Batu Apung Sebagai Adsorbent Ion-ion Logam Berat", *Reaktor*, Juni, Edisi X.
14. **Pramudono, B.**, (1996), "Hidrodinamika Sistem Cair-Cair Immisibel", *Majalah Teknik*, Edisi 02, Tahun 1996.
15. **Pramudono, B.**, (1996), "Analisis Derajat Kebebasan Untuk Penyelesaian Neraca Massa", *Majalah Gema Teknologi*, No. 15, April 1996.
16. **Pramudono, B.**, (1995), "Perbaikan proses Kristalisasi Pada Pembuatan Garam Rakyat", *Reaktor*, Edisi IX, Juni 1995
17. **Pramudono, B.**, (1993), "Pengambilan Magnesium Dari Limbah Cucian Garam Dapur", *Majalah Gema Teknologi*.
18. **Pramudono, B.**, (1993), "Perlakuan Terhadap Limbah Sebagai Upaya Pengendalian Pencemaran", *Reaktor*, Ed. VII.
19. **Pramudono, B.**, Abdullah, dan H. Satriadi., (1992), "Peningkatan Tenaga Potensial Air Dengan Sistem Pengangkat Udara", Prosiding : Seminar Nasional TEKNIK KIMIA, Badan Kejuruan Kimia Persatuan Insinyur Indonesia (BKKPII) Tgl 2-3 Nopember 1992.
20. **Pramudono, B.**, (1990), "Proses Absorpsi Carbon Dioksida", *Reaktor*, Ed. VI.
21. **Pramudono, B.**, (1986), "Koeffisien Perpindahan Massa Over-all ($K_G a$) Pada Absorpsi CO₂ dengan Larutan Penyerap Benfield dan Catacarb", Prosiding : Seminar Nasional TEKNIK KIMIA, Tgl 10-11 Maret 1986.

PRESENTASI ILMIAH

Pramudono, B., "Prinsip-Prinsip Pengendalian Bising"
Disampaikan pada : Kursus Amdal di Lemlit Undip, 1989

Pramudono, B., "Masalah Yang Timbul Dalam Sistem Air Pendingin dan Cara Pengendaliannya".
Disampaikan pada : Seminar Teknologi Pengolahan Air Minum dan Industri, 1993

Pramudono, B., "Dasar-Dasar Penyusunan Kurikulum DIII".
Disampaikan pada : Lokakarya Kurikulum DIII Teknik Kimia Universitas Diponegoro, 1994.

Pramudono, B. dan Mega Kasmiyatun, "Konservasi Energi Dalam Industri Kimia Melalui Program Pengelolaan Yang Berencana".
Disampaikan pada : Seminar Konservasi Energi, Semarang, 1994

Pramudono, B., "Pengelolaan Limbah Cair Industri Berbasis Teknologi Bersih"
Disampaikan pada : Seminar Konsep dan Aplikasi Teknik Kimia Dalam Mewujudkan Teknologi Bersih, Semarang, 1997

Pramudono, B., "Penentuan Density Partikel Yang Berpori".
Disampaikan pada : Ceramah Ilmiah di Fakultas Non Gelar Teknologi Undip, 1995.

Pramudono, B., "Pengendalian Kebisingan Dalam Industri".
Disampaikan pada : Ceramah Ilmiah di Fakultas Non Gelar Teknologi Undip, 1996.

PENGALAMAN PENELITIAN

1. Pengambilan Minyak Kenanga dengan Cara Distilasi Uap
2. Hidrodinamika Tetes Air dalam Cairan Carbontetrachlorida
3. Absorpsi Carbon Dioksida dengan Larutan Benfield dan Larutan Catacarb.
4. Studi Bising dan Getaran di Pusat Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Pandeanlamper Semarang.
5. Uji Variabel Proses Pada Pembuatan Resin Urea Formaldehyd
6. Penentuan Titik Didih Larutan KNO_3 dan Gula Sebagai Fungsi Konsentrasi
7. Studi Pendahuluan : Menaikkan Tenaga Potensial Air Dengan Sistem Pengangkat Udara
8. Perubahan Kenaikan Titik Didih dan pH Pada Pembuatan Gula Semut dari Aren
9. Hidrolisa Ampas Tahu menjadi Kecap dengan Menggunakan Asam Khlorida
10. Optimasi Variabel Proses Pada Pembuatan Susu dari kedelai
11. Uji Konversi Reaksi Pada Pembuatan Ethyl Asetat dengan Proses Total Reflux
12. Pengaruh Carbondioksida dan Oksigen Terlarut Terhadap Kerusakan Bahan Bangunan Logam di Daerah Pantai

13. Pemakaian Pestisida dan Dampaknya Pada Sayur-sayuran.
14. Study on Emulsion Stability and Demulsification
Characteristics of Crude Oil Emulsion.