

Majalah

BPPT

(BADAN PENKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI)

Triadi Kaswanto, Sumartono, Adik Avianto Soedarsono	1	KEMAMPUAN BATUBARA DALAM NEGERI DALAM MENUNJANG OPERASI PLTU SURALAYA
Winarto Poedjaman	16	EVALUASI PEMBINAAN TERHADAP INDUSTRI KECIL (Pelita I - Pelita IV)
Sudirman Habibie	29	PERBAIKAN SIFAT FISIKA KAIN RAYON DENGAN CARA KOPOLIMERISASI RADIASI
Murni Asti	44	KONDISI INDUSTRI TEMPA DI INDONESIA DALAM MENUNJANG KEBUTUHAN KOMPONEN TEMPA DI DALAM NEGERI
Joko Endrarjo	56	INDUSTRI PUPUK DI INDONESIA
Hadi Kuncoro, A.Y. Rudiyanto, Arman Munaf	70	POLA PENGEMBANGAN INDUSTRI MESIN DAN PERALATAN PABRIK DI INDONESIA
Himawan Adinegoro	79	SISTEM BARU DALAM PENGELOLAAN PEMANIS STEVIA
Irwan Ibrahim	86	MASYARAKAT INFORMATIKA - KOMPONEN ELEKTRONIKA

Majalah

BPPT

(BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI)

PELINDUNG :

Prof.Dr.-Ing B.J. Habibie

Dr. S. Parlin Napitupulu

PENASEHAT :

Prof.Dr.Ir. A.M. Satari

Deputi Ketua Bidang Pengkajian Ilmu Dasar Dan Terapan

Prof.Dr.Ir. Harsono Wiryosumarto

Deputi Ketua Bidang Pengembangan Teknologi

Ir. Rahardi Ramelan

Deputi Ketua Bidang Pengkajian Industri

Prof. M.T. Zen

Deputi Ketua Bidang Pengembangan Kekayaan Alam

Ir. M. Anwar Ibrahim

Deputi Ketua Bidang Analisa Sistem

Dr.-Ing. Wardiman Djojonegoro

Deputi Ketua Bidang Administrasi

Pemimpin Redaksi :

Kepala Biro Hukum dan Hubungan Masyarakat

Redaksi Pelaksana :

A. Makmur Makka; Asiah Sumiyati; Adi Waspodo (Perwajahan)

Y. Subagyo; Yenni Ranti; Adi Waspodo (Perwajahan)

Sudayat; Noor Tjahyo.

Penerbit : Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.

Alamat : Jalan M.H. Thamrin No. 8 Telpon : 324319, Jakarta Pusat.

STT Nomor : 713/SK/Ditjen PPG/STT/1980. Tanggal 5 Mei 1980.

Dicetak pada : Percetakan BPP Teknologi.

Majalah

BPPT

(BADAN PENGKAJIAN DAN PENERAPAN TEKNOLOGI)

Triadi Kaswanto, Sumartono, Adik Avianto Soedarsono	1	KEMAMPUAN BATUBARA DALAM NEGERI DALAM MENUNJANG OPERASI PLTU SURALAYA
Winarto Poedjaman	16	EVALUASI PEMBINAAN TERHADAP INDUSTRI KECIL (Pelita I – Pelita IV)
Sudirman Habibie	29	PERBAIKAN SIFAT FISIKA KAIN RAYON DENGAN CARA KOPOLIMERISASI RADIASI
Murni Asti	44	KONDISI INDUSTRI TEMPA DI INDONESIA DALAM MENUNJANG KEBUTUHAN KOMPONEN TEMPA DI DALAM NEGERI
Joko Endrarjo	56	INDUSTRI PUPUK DI INDONESIA
Hadi Kuncoro, A.Y. Rudiyanto, Arman Munaf	70	POLA PENGEMBANGAN INDUSTRI MESIN DAN PERALATAN PABRIK DI INDONESIA
Himawan Adinegoro	79	SISTEM BARU DALAM PENGELOLAAN PEMANIS STEVIA
Irwan Ibrahim	86	MASYARAKAT INFORMATIKA – KOMPONEN ELEKTRONIKA

Pengantar Redaksi

PLTU Suralaya merupakan pembangkit listrik pertama di Indonesia yang menggunakan energi batubara. Pembangunan PLTU Suralaya disamping untuk memenuhi kebutuhan listrik juga dimaksudkan untuk memanfaatkan potensi batubara di Indonesia, khususnya batubara Bukit Asam; tetapi kenyataannya terjadi hambatan dalam pemasokan batubara dari Bukit Asam ke PLTU Suralaya. Dalam usaha mengatasi masalah tersebut diperlukan pengkajian pemanfaatan batubara dari sumber lain di Indonesia.

"Kemampuan Batubara Dalam Negeri Dalam Menunjang Operasi PLTU Suralaya" karya tulis itulah yang hendak disampaikan Triadi Kaswanto, Sumartono dan Adik Avianto Soedarsono dalam karya tulis untuk yang berjudul dalam tulisan tersebut antara lain bahwa sejak mulai beroperasinya hingga saat ini PLTU Suralaya kebanyakan masih menggunakan batubara impor khususnya batubara Australia karena pelaksanaan penambangan batubara Bukit Asam tidak dapat mengimbangi kebutuhan batubara PLTU Suralaya. Agar ketergantungan akan batubara impor dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan, perlu adanya usaha lebih keras dari pihak Batubara Bukit Asam untuk segera memenuhi kebutuhan PLTU Suralaya atau memanfaatkan batubara dalam negeri lainnya diluar batubara Bukit Asam.

Pembinaan terhadap industri kecil telah dilakukan sejak sebelum Pelita I. Tujuannya untuk memperkuat struktur industri tersebut baik keluar maupun kedalam (memperbaiki mutu, manajemen, pengetahuan perbankan dan pemasaran). Dari penelitian **"Evaluasi Pembinaan Terhadap Industri Kecil (Pelita I Pelita IV)"** karya tulis Winarto Poedjaman membahas tentang kondisi Industri kecil, pembinaan yang dilakukan dan perkembangan kondisi Industri Kecil, Logam dan Mesin.

Masalah Rayon tidak lepas pula dari perhatian peneliti BPP Teknologi, Sudirman Habibie yang menulis mengenai masalah tersebut dalam tulisannya yang berjudul **"Perbaikan Sifat Fisika Kain Rayon Dengan Cara Kopolimerisasi Radiasi"**.

Dalam tulisan yang berjudul **"Kondisi Industri Tempa Di Indonesia Dalam Menunjang Kebutuhan Tempa Di Dalam Negeri"** Murni Asti membahas lima sektor industri konsumen produk-produk di Indonesia yaitu industri kendaraan bermotor roda 4, industri mesin pertanian, industri persenjataan, industri kereta api serta industri kapal.

Joko Eandarjo dalam tulisannya yang berjudul **"Industri Pupuk Di Indonesia"** menyimpulkan bahwa saat ini kebutuhan akan pupuk urea, ZA dan TSP

sudah dapat dipenuhi oleh industri pupuk dalam negeri bahkan bisa mengekspor pupuk dan amonia ke luar negeri; Teknologi dibidang pupuk terutama pupuk urea, TSP dan ZA sudah cukup banyak dikuasai oleh tenaga-tenaga ahli Indonesia walaupun masih jauh bila dibanding dengan negara-negara yang telah maju.

Masih berbicara masalah industri Hadi Kuntjara, A.Y. Rudiyanto dan Arman Munaf menulis tentang "Pola Pengembangan Industri Mesin Dan Peralatan Pabrik Di Indonesia". Industri mesin dan Peralatan Pabrik (IMPP) adalah industri yang menghasilkan mesin-mesin dan peralatan industri/pabrik dan instalasi-instalasi lainnya baik merupakan mesin lengkap maupun komponen-komponennya. Akhir-akhir ini jumlah perusahaan industri mesin dan peralatan pabrik yang ada di Indonesia dapat dikatakan cukup banyak namun belum mencukupi kebutuhan oleh sebab itu perlu perencanaan untuk pola pengembangannya. Tinjauan-tinjauan terhadap wilayah pertumbuhan, sarana pertumbuhan, pengembangan dan pendanaan dipakai sebagai dasar penyusunan pola pengembangan tersebut.

Dari tulisan Himawan Adinegoro yang berjudul "Sistem Baru Dalam Pengolahan Pemanis Stevia" diuraikan proses Ekstraksi pada skala laboratorium yaitu cara pengepresan. Dari proses ini dapat terlihat perbandingan efisiensi dan efektifitas dari cara-cara tersebut secara umum pada skala laboratorium.

Pada bagian akhir edisi ini dapat dijumpai tulisan Irwan Ibrahim yang berjudul "Masyarakat Informatika Komponen Elektronika" yang mengetengahkan mengenai kemajuan teknik yang membuka jalan kearah masyarakat informasi diikuti dengan pengamatan khusus tentang keadaannya di negara kita.

DAFTAR ISI

- Pengantar Redaksi/**Hal. i**
- Kemampuan Batubara Dalam Negeri Dalam Menunjang Operasi PLTU Surabaya (*Triadi Kaswanto, Sumartono, Adik Avianto Soedarsono*)/**Hal.1**
- Evaluasi Pembinaan Terhadap Industri Kecil (Pelita I – Pelita IV) (*Winarto Poedjaman*)/**Hal.16**
- Perbaikan Sifat Fisika Kain Rayon Dengan Cara Kopolimerisasi Radiasi (*Sudirman Habibie*)/**Hal.29**
- Kondisi Industri Tempa Di Indonesia Dalam Menunjang Kebutuhan Komponen Tempa Di Dalam Negeri (*Murni Asti*)/**Hal.44**
- Industri Pupuk Di Indonesia (*Joko Endrarjo*)/**Hal. 56**
- Pola Pengembangan Industri Mesin Dan Peralatan Pabrik Di Indonesia (*Hadi Kuncoro, A.Y. Rudiyanto, Arman Munaf*)/**Hal.70**
- Sistem Baru Dalam Pengolahan Pemanis Stevia (*Himawan Adinegoro*)/**Hal.79**
- Masyarakat Informatik- – Komponen Elektronika (*Irwan Ibrahim*)/**Hal.86**
- Data Penulis/**Hal.107**
- Petunjuk Bagi Penulis Naskah/**Hal.109**

Kemampuan Batubara Dalam Negeri Dalam Menunjang Operasi PLTU Suralaya

Oleh : Triadi Kaswanto; Sumartono; Adik Avianto Soedarsono

INTISARI

PLTU Suralaya merupakan pembangkit listrik pertama di Indonesia yang menggunakan bahan bakar batubara. Direncanakan kebutuhan batubaranya akan dipasok sepenuhnya dari tambang yang ada di Indonesia, khususnya tambang batubara Bukit Asam. Tetapi dalam kenyataannya terjadi hambatan dalam pemasokan batubara dari Bukit Asam ke PLTU Suralaya.

Dalam usaha mengatasi masalah tersebut diperlukan pengkajian pemanfaatan batubara dari sumber lain di Indonesia dan alternatif penyelesaiannya dalam rangka melaksanakan program diversifikasi energi.

PENDAHULUAN

Pembangunan PLTU Suralaya disamping untuk memenuhi kebutuhan listrik juga dimaksudkan untuk memanfaatkan potensi batubara di Indonesia; khususnya untuk memanfaatkan batubara Bukit Asam. Dengan demikian disain PLTU Suralaya ditetapkan pada spesifikasi teknis batubara Bukit Asam, yang berdasarkan hasil pengujian menunjukkan "range" spesifikasi tertentu me-

nutur lokasi penambangan di Bukit Asam.

Saat ini di Suralaya telah beroperasi 2 unit PLTU masing-masing berkapasitas 400 MW dan membutuhkan batubara sebanyak 2,5 juta ton setiap tahunnya, dan hal ini akan meningkat menjadi 5–6 juta ton setahun apabila PLTU Suralaya unit 3 dan 4 telah siap beroperasi. Sejak beroperasinya PLTU Suralaya unit 1 dan 2 hingga sekarang, ternyata produksi batubara Bukit Asam belum dapat memenuhi kebutuhan selama pengoperasian kedua unit tersebut. Sehingga guna mendukung pengoperasian PLTU Suralaya, untuk menutup kekurangan batubara Bukit Asam, Perum Batubara mengimpor batubara dari Australia dan RRC. Permasalahan timbul ketika batubara RRC dipergunakan untuk PLTU Suralaya. Dalam penawarannya batubara RRC menggunakan standar Cina yang ternyata berbeda cara pengujiannya dibandingkan dengan standar ASTM sebagai standar yang dipergunakan oleh PLTU Suralaya. Karena perbedaan standar ini maka beberapa spesifikasi teknis tidak tampak dalam penawaran batubara RRC, padahal spesifikasi ini juga sangat berpengaruh dalam pengoperasian suatu PLTU.

Di samping di Bukit Asam, potensi batubara di Indonesia terdapat pula di Kalimantan dan yang saat ini sedang dikembangkan adalah di Kalimantan Timur. Namun dari berbagai potensi batubara di Indonesia ini ternyata baru Bukit Asam yang dimanfaatkan untuk PLTU Suralaya, sehingga perlu adanya dukungan dari semua pihak untuk meningkatkan pemanfaatan potensi batubara di Indonesia secara menyeluruh.

BATUBARA YANG TELAH DAN DIRENCANAKAN DIPERGUNAKAN SELAMA PENGOPERASIAN PLTU SURALAYA.

Sejak beroperasinya PLTU Suralaya, yaitu dengan dimulainya operasi PLTU Suralaya unit 1 pada bulan Juli 1984, sampai dengan Maret 1987 telah disuplai batubara ke PLTU Suralaya sebanyak 2.980.523 ton. Dari sejumlah ini, sebanyak 1.109.970 ton (37,24%) berasal dari batubara lokal yaitu dari Bukit Asam, sedang sisanya sebanyak 1.870.553 ton (62,76%) didatangkan dari impor dengan perincian 1.466.579 ton (49,20%) dari Australia dan 403.974 ton (13,56%) dari RRC. Dari seluruh penerimaan batubara tersebut, sejumlah 2.551.321 ton (85,60%) telah habis dipergunakan, dibakar pada PLTU. Angka-angka di atas menunjukkan bahwa batubara yang dikirim ke Suralaya mayoritas berasal dari impor terutama dari Australia.

Batubara yang dipergunakan untuk PLTU Suralaya pada dasarnya dapat dikelompokkan dalam batubara lokal dan batubara impor. Dari batubara lokal ternyata hanya batubara Bukit Asam yang telah dimanfaatkan di PLTU Suralaya, sedang batubara dari Kalimantan Timur dan batubara lainnya hingga saat ini belum dimanfaatkan di Suralaya. Sebagai langkah awal, sejak bulan Mei 1987

telah diadakan percobaan menggunakan batubara Kalimantan Timur untuk menentukan dapat tidaknya batubara Kalimantan Timur dipergunakan di PLTU Suralaya. Sehingga selain batubara Bukit Asam, Australia dan RRC yang telah dipergunakan pada PLTU Suralaya, batubara Kalimantan Timur dan batubara Indonesia lainnya juga perlu dipertimbangkan untuk dimanfaatkan di PLTU Suralaya. Secara keseluruhan karakteristik batubara yang dihasilkan dari pengujian yang didasarkan pada Analisa Ultimate dan Analisa Proximate merupakan kriteria yang dipertimbangkan baik dalam disain boiler, peralatan bantu, cara maintenance maupun proses perpindahan panas. Dari beberapa karakteristik batubara yang banyak ditonjolkan adalah kandungan air, kandungan sulphur, kandungan abu, nilai kalor, grindability Index, volatile matter dan kandungan karbon; namun tak kalah penting dari karakteristik tersebut adalah sifat-sifat abu secara lebih terperinci dan beberapa standar tidak mencantumkan karakteristik ini. Sifat-sifat abu ini berkaitan erat dengan pengoperasian dan maintenance boiler maupun peralatan bantunya. Sehingga dalam penawaran suatu batubara sebaiknya seluruh sifat yang tercantum dalam analisa ultimate maupun analisa proximate (seperti pada ASTM) harus dikemukakan.

BATUBARA BUKIT ASAM.

Batubara Bukit Asam merupakan batubara yang dipergunakan sebagai dasar disain PLTU Suralaya, sehingga dalam perhitungan disain peralatan PLTU Suralaya dan cara pengoperasiannya; yaitu efisiensi, kapasitas, periode maintenance, umur peralatan didasarkan pada karakteristik batubara Bukit Asam.

Selama pengoperasian PLTU Suralaya, ternyata batubara Bukit Asam belum dapat memenuhi kebutuhan PLTU Suralaya yang direncanakan memerlukan batubara 2,5 juta ton setiap tahunnya. Perkembangan suplai batubara dari Bukit Asam ke PLTU Suralaya adalah sebagai berikut:

Tabel 1 : Suplai Batubara Bukit Asam ke PLTU Suralaya

Tahun Anggaran	Penerimaan batubara dari Bukit Asam (ton)	Pemakaian Batubara PLTU Suralaya (ton)
1984/1985	180.060	80.969
1985/1986	273.329	920.812
1986/1987	656.581	1.549.540

Catatan: Pada tahun 1984/1985 pemakaiannya sejak bulan September 1984 sampai Maret 1985.

Dari tabel 1 tampak bahwa dalam tiga tahun anggaran pemakaian batubara Bukit Asam yang merupakan batubara disain PLTU Suralaya masih sangat rendah dibandingkan kebutuhan PLTU Suralaya. Walaupun pemakaian batubara Bukit Asam dari tahun ke tahun menunjukkan peningkatan namun sampai dengan tahun anggaran 1986/1987 pemakaiannya masih \pm 42% dari kebutuhan PLTU Suralaya dan pemakaian terbesar berasal dari batubara impor.

Sedang spesifikasi utama batubara Bukit Asam adalah sebagai berikut:

1. Kandungan air : 23,6%
2. Kandungan sulphur : 0,4%
3. Kandungan abu : 7,8%
4. Nilai kalor : 5.242 kcal/kg
5. Grindability Index : 62
6. Ash Softening Temperatur : 1.395°C

Selain keenam sifat di atas masih terdapat juga beberapa sifat untuk batubara Bukit Asam seperti sifat kimia abu dan kandungan-kandungan lain di dalam batubara.

BATUBARA AUSTRALIA.

Karena batubara Bukit Asam belum sepenuhnya dapat mencukupi kebutuhan PLTU Suralaya maka diperlukan tambahan batubara diluar Bukit Asam; dan batubara Australia adalah yang pertama kali dipergunakan untuk melengkapi kebutuhan batubara untuk PLTU Suralaya. Batubara Australia dipergunakan di PLTU Suralaya sejak tahun 1985 dan hingga Maret 1987 sebanyak 1.466.579 ton (49,20%) merupakan batubara Australia yang didatangkan untuk keperluan PLTU Suralaya.

Perkembangan pemakaian batubara Australia untuk PLTU Suralaya adalah seperti pada tabel 2.

Tabel 2 : Suplai Batubara Australia ke PLTU Suralaya

Tahun Anggaran	Penerimaan batubara dari Australia (ton)	Pemakaian Batubara untuk PLTU Suralaya (ton)
1984/1985	—	80.969
1985/1986	869.336	920.812
1986/1987	597.243	1.549.540

Dari tabel 2 tampak bahwa selama tiga tahun pengoperasian PLTU Suralaya, sebanyak 1.566.579 ton batubara telah dikapalkan dari Australia ke Suralaya atau 61,4% dari seluruh batubara yang telah dibakar selama 3 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa batubara impor dari Australia adalah batubara yang paling banyak dipergunakan di PLTU Suralaya selama ini, padahal sesuai dengan disainnya seharusnya PLTU Suralaya menggunakan batubara Bukit Asam.

Sedang spesifikasi utama batubara Australia adalah sebagai berikut:

1. Kandungan air : 7,5%
2. Kandungan sulphur : 0,5%
3. Kandungan abu : 8,0%
4. Nilai Kalor : 6.520 kcal/kg
5. Grindability Index : 60
6. Ash Softening Temperatur : 1.400°C.

Selain ke enam sifat di atas masih terdapat juga beberapa sifat untuk batubara Australia seperti sifat kimia dari abu dan kandungan-kandungan lain di dalam batubara.

BATUBARA KALIMANTAN TIMUR.

Untuk batubara bermutu tinggi, Kalimantan merupakan potensi yang terbesar di Indonesia. Dari seluruh kandungan batubara di Kalimantan, Kalimantan Timur mempunyai kandungan batubara terbesar kedua setelah Kalimantan Selatan. Namun demikian hingga saat ini batubara dari Kalimantan Timur sama sekali belum pernah dimanfaatkan secara komersial untuk pengoperasian PLTU Suralaya.

Pada tahun 1985, menjelang mulai beroperasinya PLTU Suralaya secara komersial, karena saat itu batubara Bukit Asam belum dapat memenuhi konsumsi Suralaya, pernah timbul pemikiran untuk memanfaatkan batubara Kalimantan Timur guna mengoperasikan PLTU Suralaya, disamping batubara impor dari Australia. Saat itu dari September 1985 sampai Desember 1986 direncanakan batubara Kalimantan Timur dapat mensuplai ke PLTU Suralaya sampai sebesar 680.000 ton; namun demikian sampai saat ini batubara Kalimantan Timur tetap belum dimanfaatkan di PLTU Suralaya.

Untuk memanfaatkan batubara Kalimantan Timur, terlebih dahulu PLN melakukan uji coba batubara Kalimantan Timur sebelum memutuskan menggunakan batubara Kalimantan Timur untuk mengoperasikan PLTU Suralaya. Uji coba ini dilakukan sejak bulan Mei 1987 dengan menggunakan batubara Kalimantan Timur yang dikelola oleh PT Arutmin. Guna mensuplai batubara ke PLTU Suralaya, PT Arutmin mampu menyediakan batubara dengan kapa-

sitas 1 juta ton pertahun setelah 6 bulan sejak Surat Perjanjian di tandatangani. Hasil uji coba sementara menunjukkan bahwa secara teknis batubara Kalimantan Timur tidak menimbulkan permasalahan pada Boiler, permasalahan terjadi di dalam pulverizer. Karena batubara Kalimantan Timur lebih keras dibandingkan dengan batubara Bukit Asam, maka tidak seluruh batubara tertumbuk halus di dalam pulverizer sehingga sebagian batubara masuk dalam katagori "reject", dikeluarkan dari pulverizer. Timbulnya batubara "reject" ini adalah karena setelah digerus di dalam pulverizer, batubara Kalimantan Timur masih mempunyai ukuran yang besar sehingga tidak dapat mengalir bersama aliran udara. Untuk memanfaatkan kembali batubara "reject" ini harus dimasukkan kembali ke dalam pulverizer. Untuk mengurangi jumlah batubara "reject" perlu diadakan modifikasi pada pulverizer misalnya dengan merubah jarak antara "ball mill" dengan meja gerus.

Spesifikasi teknis batubara Kalimantan Timur adalah sebagai berikut:

1. Kandungan air	: 5,1%
2. Kandungan Sulphur	: 0,7%
3. Kandungan abu	: 17,5%
4. Nilai Kalor	: 6.040 kcal/kg
5. Grindability Index	: 53,46
6. Ash Softening Temperatur	: 1.550°C.

Selain ke enam sifat di atas masih terdapat juga beberapa sifat untuk batubara Kalimantan Timur seperti sifat kimia dari abu dan kandungan-kandungan lain di dalam batubara.

BATUBARA RRC.

Di PLTU Suralaya, batubara RRC dipergunakan sebagai alternatif batubara impor selain Australia; hal ini dimungkinkan karena batubara Bukit Asam masih belum juga dapat memenuhi seluruh kebutuhan batubara untuk mengoperasikan PLTU Suralaya. Batubara RRC digunakan di PLTU Suralaya sejak bulan Nopember 1986 dan hingga Maret 1987 telah disuplai ke PLTU Suralaya sebanyak 403.974 ton atau 13,55% dari seluruh suplai batubara ke Suralaya. Dari jumlah tersebut, sebanyak 279.281 ton telah dibakar pada PLTU unit 1 dan 2 sehingga sejak Maret 1987 sebanyak 124.693 ton (30,86% dari batubara RRC) masih tersimpan di PLTU Suralaya.

Keluhan dari pihak PLN menunjukkan bahwa penggunaan batubara RRC menimbulkan persoalan teknis pada burner yaitu banyak abu batubara yang menempel pada dinding furnace, di samping itu juga karena abu batubara banyak yang menempel pada pipa maka harus sering dibersihkan dengan mengoperasikan soot blower untuk meniup abu yang menempel, sehingga hal ini mengaki-

batkan turunnya efisiensi Boiler. Dalam kenyataannya batubara RRC yang disuplai ke Suralaya banyak mengandung batu dan besi, hal ini selain menimbulkan slagging pada pipa juga bersifat abrasive dan menimbulkan masalah pada pulverizer. Potensi slagging yang tinggi akan mengganggu proses perpindahan panas ke air sehingga akan menurunkan efisiensi Boiler.

Hal ini karena spesifikasi dalam standar Cina tidak sama dengan yang disyaratkan pada standar ASTM sehingga memungkinkan tidak diketahuinya karakteristik abu batubara pada batubara RRC. Dari permasalahan ini dapat disimpulkan bahwa karakteristik abu batubara RRC berada di luar daerah persyaratan karakteristik abu batubara Bukit Asam.

Sedang spesifikasi batubara RRC yang dicantumkan dalam kontrak adalah sebagai berikut:

1. Nilai Kalor : 6.850 kcal/kg (rata-rata)
2. Kandungan Air : 8%
3. Kandungan Abu : 12%
4. Kandungan Sulphur : 1 – 1,2%
5. Size : 0 – 50 mm

Tampak bahwa spesifikasi batubara RRC yang terdapat dalam kontrak sangat minim, sehingga tidak menjamin seluruh sifat-sifat batubara yang berpengaruh langsung terhadap desain boiler. Sekilas memang tampak bahwa nilai kalor batubara RRC lebih tinggi daripada batubara Bukit Asam, Australia maupun Kalimantan Timur, namun hal ini belum menunjukkan bahwa batubara RRC memiliki kualitas yang tinggi dibandingkan batubara Bukit Asam, karena kualitas batubara tidak dinilai hanya dari nilai kalornya saja tetapi juga dari sifat-sifat yang lain.

Belakangan karena diminta untuk mencantumkan standar ASTM, dalam pengapalan ke II batubara RRC ke Suralaya dilampirkan spesifikasi yang lain berdasarkan pengujian yang dilakukan oleh SGS Hongkong. Spesifikasi batubara RRC dari pengujian SGS Hongkong adalah sebagai berikut:

1. Kandungan Air : 11,69%
2. Kandungan sulphur : 0,46%
3. Kandungan abu : 6,82%
4. Nilai kalor : 6.547 kcal/kg
5. Grindability Index : 52
6. Ash Softening Temperatur : 1.135°C

Selain keenam sifat di atas masih terdapat juga beberapa sifat untuk batubara RRC dari hasil pengujian SGS Hongkong seperti sifat kimia abu dan kandungan-kandungan lain di dalam batubara.

Perbandingan antara batubara Bukit Asam, Kalimantan Timur, Australia dan RRC.

Dari data di atas dan beberapa data spesifikasi batubara lainnya dari keempat jenis batubara dapat dibandingkan sehingga dapat dinilai perbedaan kualitas dari masing-masing batubara. Perbandingan spesifikasi berikut hanya terhadap spesifikasi yang banyak berpengaruh terhadap disain boiler. Perbandingan ini seperti terlihat pada tabel 3.

Tabel 3 : Perbandingan antara batubara Bukit Asam, Kalimantan Timur, Australia dan RRC

Spesifikasi Teknis Batubara	Bukit Asam	Kaltim	Australia	RRC
1. Kandungan Air %	23,6	5,1	7,5	11,69
2. Kandungan Sulphur %	0,4	0,7	0,50	0,46
3. Kandungan abu %	7,8	17,5	8,0	6,82
4. Nilai Kalor kcal/kg	5.242	6.040	6.520	6.547
5. Grindability Index	62	53,46	60	52
6. Ash Softening Temperatur °C	1.395	1.550	1.400	1.135
7. Analisa Kimia Abu				
a. Silica SiO ₂ %	59,4	58,21	61,3	51,21
b. Besi Fe ₂ O ₃ %	4,6	3,35	4,2	18,74
c. Titanium Dioxide %	0,8	0,76	1,58	0,83

Dari tabel 3, tampak bahwa perbedaan spesifikasi teknis dari masing-masing jenis batubara yang paling menyolok adalah sifat kandungan air, kandungan abu, nilai kalor, ash softening temperatur dan kandungan besi. Dilihat dari kandungan airnya, batubara Bukit Asam dan RRC termasuk yang paling tinggi. Kandungan abu batubara Kalimantan Timur yang tertinggi dibandingkan dengan ketiga batubara yang lain, dan dari nilai kalornya Bukit Asam adalah yang paling rendah. Yang banyak berpengaruh terhadap tingginya potensi slagging adalah ash softening temperatur dan kandungan besi pada analisa kimia abu; dan dari hal ini batubara RRC adalah berkualitas rendah sehingga pembakaran batubara RRC akan banyak menimbulkan masalah slagging pada pipa yang pada akhirnya akan menurunkan efisiensi boiler dan peralatan bantu.

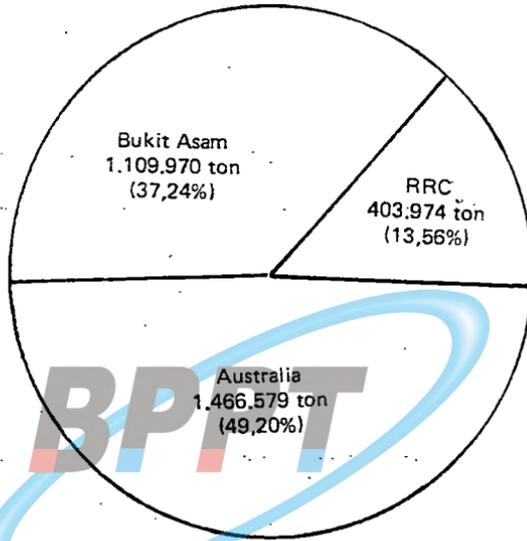
KECENDERONGAN PEMAKAIAN BATUBARA DI PLTU SURALAYA

PLTU Suralaya mulai beroperasi sejak bulan Juli 1984. Sejak beroperasi sampai dengan Maret 1985 PLTU Suralaya hanya menggunakan batubara Bukit Asam, dan setelah Maret 1985 karena di samping unit I juga telah beroperasi pula unit II dan batubara Bukit Asam belum juga mampu menunjang kebutuhan

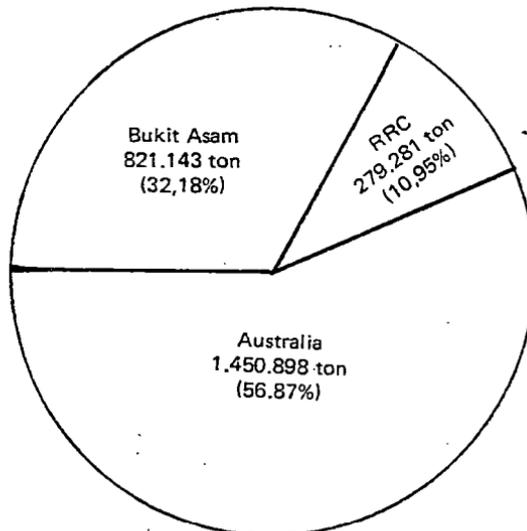
PLTU Suralaya maka untuk mengoperasikan kedua unit tersebut mulai didatangkan batubara dari Australia dan RRC. Pemakaian batubara di PLTU Suralaya seperti pada tabel 4 dan diagram.

Dari tabel 4 dapat digambar diagram yang menggambarkan penerimaan, pemakaian dan persediaan masing-masing batubara sampai dengan Maret 1987 untuk keperluan PLTU Suralaya.

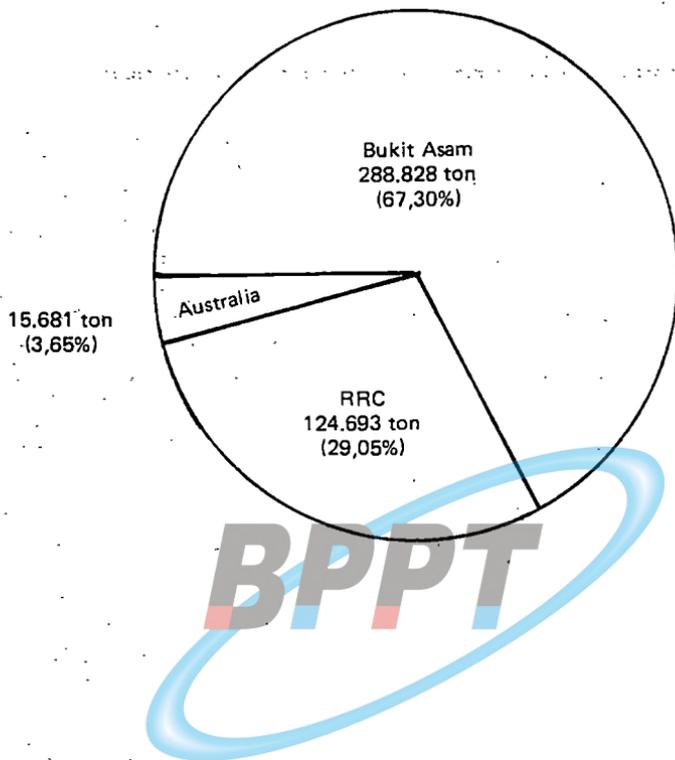
Gambar 1 : Penerimaan Batubara untuk PLTU Suralaya sampai Maret 1987.



Gambar 2 : Pemakaian Batubara di PLTU Suralaya sampai Maret 1987



Gambar 3 : Persediaan Batubara di PLTU Suralaya pada Maret 1987



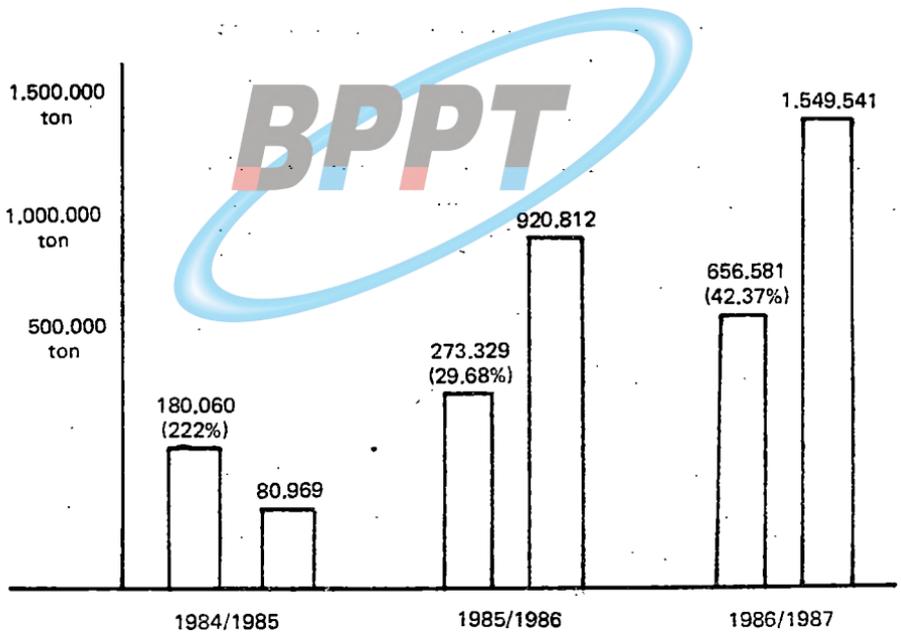
Tabel 4 : Pemanfaatan Batubara pada PLTU Suralaya

Tahun	Penerimaan (ton)			Pemakaian (ton)			Persediaan (ton)		
	B. Asam	Australia	RRC	B. Asam	Australia	RRC	B. Asam	Australia	RRC
1984/1985	180.060	0	0	80.969	0	0	99.091	0	0
1985/1986	273.329	869.336	0	181.433	739.379	0	190.987	129.957	0
1986/1987	656.581	597.243	403.974	558.741	711.519	279.281	228.828	15.681	124.693
Total	1.109.970	1.466.579	403.974	821.143	1.450.898	279.281			

Catatan : B. Asam adalah Bukit Asam.

Dari tabel 4, gambar 1, gambar 2 dan gambar 3, tampak bahwa sejak beroperasinya selama 3 tahun, PLTU Suralaya lebih banyak menggunakan batubara Australia, padahal menurut perencanaannya seharusnya PLTU Suralaya menggunakan batubara Bukit Asam. Peninjauan terhadap kondisi ini dapat ditekankan dalam 2 hal yaitu pertama dari sisi penyediaan batubara dalam negeri khususnya dari Bukit Asam dan yang kedua dari sisi pemakaian batubara di PLTU Suralaya.

Dari sisi penyediaan batubara di dalam negeri dapat disimpulkan bahwa kecepatan pelaksanaan proyek pembangunan penambangan batubara di Bukit Asam maupun pembangunan sarana penunjang khususnya pembangunan "Coal terminal" tidak dapat mengimbangi pelaksanaan proyek pembangunan PLTU Suralaya; sehingga mengakibatkan adanya perbedaan yang cukup besar antara kebutuhan batubara bagi PLTU Suralaya dengan kemampuan penyediaan batubara oleh Bukit Asam selama 3 tahun terakhir ini. Perbandingan antara kemampuan penyediaan batubara Bukit Asam dengan kebutuhan batubara di PLTU Suralaya seperti pada gambar 4.



Gambar 4 : Kemampuan Penyediaan Batubara Bukit Asam Untuk Memenuhi Kebutuhan PLTU Suralaya.

Keterangan Gambar :

- *Angka % : menunjukkan besarnya persentase kemampuan suplai batubara Bukit Asam terhadap kebutuhan PLTU Suralaya.*
- : *kemampuan pengiriman batubara Bukit Asam ke PLTU Suralaya.*
- : *kebutuhan batubara bagi PLTU Suralaya.*
- *Untuk tahun 1984/1985 penggunaan batubara di PLTU Suralaya dimulai sejak September 1984 terutama untuk keperluan uji coba awal pengoperasian PLTU Suralaya unit I.*

Dari semula, sejak diputuskan untuk meningkatkan penggunaan sumber energi batubara dalam negeri, telah dilakukan perencanaan program terpadu antara pembangunan penambangan batubara Bukit Asam beserta sarana penunjangnya sebagai produsen batubara dan pembangunan PLTU Suralaya sebagai konsumen batubara. Namun dalam pelaksanaannya ternyata program produsen batubara tidak dapat mengimbangi program konsumen batubara sehingga memungkinkan diadakannya impor batubara. Hal ini tampak jelas pada gambar 4, yaitu selama 3 tahun beroperasinya PLTU Suralaya, batubara masih belum dapat memenuhi kebutuhan PLTU Suralaya unit 1 & 2; padahal sesuai dengan rencana program terpadu semula, seharusnya keadaan ini tidak boleh terjadi. Perbedaan antara kebutuhan batubara PLTU Suralaya dengan kemampuan produksi batubara Bukit Asam akan semakin besar apabila PLTU Suralaya unit 3 & 4 telah mulai beroperasi. Untuk mengurangi permasalahan yang timbul ini diperlukan usaha dari pihak penambangan batubara Bukit Asam guna mempercepat pembangunan proyek penambangan Bukit Asam agar kebutuhan PLTU Suralaya dapat segera dipenuhi.

Dari sisi pemakaian batubara menunjukkan bahwa PLTU Suralaya selama pengoperasiannya ternyata lebih menyukai menggunakan batubara Australia dibandingkan menggunakan batubara dalam negeri yaitu batubara Bukit Asam. Hal ini terlihat dari gambar 1, gambar 2 dan gambar 3. Berdasarkan kebutuhan batubara selama 3 tahun pengoperasian PLTU Suralaya, dari 1.466.579 ton batubara Australia yang dikirim ke PLTU Suralaya atau 49,20% dari seluruh batubara yang dikirimkan ke Suralaya, sejumlah 1.450.898 ton (\pm 99%) telah dimanfaatkan dan 15.681 ton merupakan sisa sebagai persediaan batubara di PLTU Suralaya atau 3,65% dari seluruh persediaan batubara di Suralaya; dibandingkan dengan batubara Bukit Asam yaitu dari 1.109.970 ton batubara Bukit Asam yang dikirim ke PLTU Suralaya atau 37,24% dari seluruh batubara yang dikirimkan ke Suralaya sejumlah 821.143 ton (74%) telah dimanfaatkan dan 228.828 ton merupakan sisa batubara Bukit Asam sebagai persediaan batubara di PLTU Suralaya atau 67,30% dari seluruh persediaan batubara di PLTU Suralaya, berarti PLN lebih menyukai menggunakan batubara Australia dibandingkan untuk menggunakan batubara Bukit Asam walaupun menurut disainnya PLTU Suralaya sesuai untuk batubara Bukit Asam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa meskipun PLTU Suralaya didisain dan direncanakan untuk memanfaatkan batubara dalam negeri yaitu batubara Bukit Asam namun selama 3 tahun pengoperasian PLTU Suralaya yaitu sejak mulai beroperasi hingga saat ini PLTU Suralaya mayoritas masih menggunakan batubara impor khususnya batubara Australia karena pelaksanaan penambangan batubara Bukit Asam tidak dapat mengimbangi kebutuhan batubara Suralaya. Agar ketergantungan akan batubara impor dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan maka perlu adanya usaha lebih keras dari pihak Batubara Bukit Asam untuk segera memenuhi kebutuhan PLTU Suralaya dan perlu keberanian dalam memutuskan untuk memanfaatkan batubara dalam negeri lainnya diluar batubara Bukit Asam.

Penggunaan batubara impor yaitu yang berasal dari RRC pada akhirnya menimbulkan permasalahan dalam mengoperasikan boiler PLTU Suralaya. Permasalahan ini timbul karena karakteristik batubara RRC, khususnya karakteristik abunya mempunyai kualitas lebih rendah dibandingkan dengan batubara Bukit Asam. Tidak diketahuinya kualitas abu batubara RRC yang ternyata mempunyai kualitas lebih rendah daripada batubara Bukit Asam karena batubara RRC dalam penawarannya menggunakan standar Cina yang persyaratannya berbeda dengan standar ASTM.

Dalam standar Cina yang tampak hanya sifat yang berkaitan dengan disain perpindahan panas, tetapi sifat abu secara terperinci tidak disyaratkan; padahal abu batubara sangat berpengaruh dalam pengoperasian boiler. Dari pengalaman selama menggunakan batubara RRC ini dapat disimpulkan bahwa pihak Indonesia kurang berani dalam memanfaatkan batubara dalam negeri lainnya seperti batubara Kalimantan Timur. Hal ini juga terlihat dari pengalaman sewaktu memutuskan untuk menggunakan batubara RRC, yaitu tanpa melalui test lebih dahulu, batubara RRC langsung digunakan di PLTU Suralaya walaupun pada akhirnya timbul masalah; sedangkan untuk memutuskan dapat tidaknya batubara Kalimantan Timur digunakan di PLTU Suralaya diperlukan pengujian terlebih dahulu. Padahal dilihat dari spesifikasinya saat itu batubara Kalimantan Timur mempunyai spesifikasi yang lengkap dan dapat langsung dibandingkan dengan batubara Bukit Asam, ternyata selain sifat kekerasannya, batubara Kalimantan Timur dapat memenuhi syarat untuk digunakan di PLTU Suralaya. Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan di PLTU Suralaya, dapat disimpulkan bahwa untuk menggunakan batubara Kalimantan Timur diperlukan modifikasi pada pulverizer.

Beberapa hal yang dapat disarankan dari uraian di atas adalah sebagai berikut:

1. Perlu keberanian dalam memanfaatkan potensi batubara dalam negeri di luar Bukit Asam seperti batubara Kalimantan Timur, Bengkulu, Ombilin dan sebagainya.
2. Perlu diadakan penelitian kembali tentang kemampuan penambangan batubara Bukit Asam dan sarana penunjangnya dalam memenuhi permintaan PLTU Suralaya berikut perkembangannya hingga dapat memenuhi 100% permintaan PLTU Suralaya. Bila memang Bukit Asam baru dapat memenuhi permintaan PLTU Suralaya dalam jangka waktu tertentu, maka pemanfaatan batubara dalam negeri di luar Bukit Asam perlu mendapat perhatian agar dapat meningkatkan penggunaan batubara dalam negeri secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

1. Data Kelistrikan PLN 1986.
2. "Pengembangan dan Pengangkutan Energi di Indonesia", BPP Teknologi, 1982.

The logo for BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) features the letters 'BPPT' in a bold, sans-serif font. Each letter has a red horizontal bar at the bottom. The text is centered within a light blue, three-dimensional oval shape that appears to be floating or orbiting the text.

BPPT

Evaluasi Pembinaan Terhadap Industri Kecil (Pelita I – Pelita IV)

Oleh : Winarto Poedjaman

INTISARI :

Pembinaan terhadap industri kecil telah dilakukan sejak sebelum Pelita I. Tujuannya adalah untuk memperkuat struktur industri tersebut, baik keluar (kaitan dengan industri besar/menengah) maupun kedalam (memperbaiki mutu, manajemen, pengetahuan perbankan dan pemasaran).

Paper membahas tentang kondisi industri kecil, pembinaan yang dilakukan dan perkembangan kondisi industri kecil yang diperoleh. Titik berat perhatian diberikan terhadap industri kecil logam dan mesin. Dari pengalaman yang sudah-sudah, diambil kesimpulan dan saran untuk menentukan pembinaan-pembinaan lebih lanjut.

PENDAHULUAN

Situasi ekonomi dunia yang sulit ternyata juga berpengaruh kepada Indonesia. Pada situasi yang seperti ini, usaha Pemerintah lebih diarahkan untuk mengembangkan sektor-sektor usaha lain diluar minyak dan gas bumi. Diantara beberapa sektor yang memperoleh prioritas adalah industri kecil dan kerajinan rakyat.

Telah dicanangkan bahwa pengembangan sektor ini adalah untuk tujuan-tujuan sebagai berikut:

- menambah kesempatan kerja bagi penduduk.
- diarahkan untuk menghasilkan devisa, pengganti migas.
- pemerataan kesempatan berusaha.

Ada beberapa macam industri kecil dan kerajinan rakyat, tergantung dari produk yang dihasilkan. Pembagian tersebut adalah sebagai berikut: industri makanan, industri elektronika, industri kimia, industri peralatan rumah tangga dan hiasan, industri komponen/peralatan umum, industri keperluan ABRI/POLRI, industri alat peraga pendidikan, industri alat olahraga dan industri alat pertanian. Dari seluruh macam produk industri di atas, tulisan ini akan membahas industri kecil yang berhubungan dengan bahan logam dan seterusnya akan disebut sebagai industri kecil logam dan mesin (IKLM).

Dasar Hukum

Keberadaan industri kecil semakin mantap dengan tercantumnya kegiatan ini didalam UU No. 5 th. 1984 tentang Perindustrian, didalam Bab III pasal 5. Selanjutnya pada Bab IV pasal 10 dan 11 diatur pengembangan dan pembinaan industri kecil didalam sistem keterkaitan.

Klasifikasi

Di Indonesia selain Pemerintah pembinaan terhadap industri kecil juga dilakukan oleh lembaga keuangan dan lembaga-lembaga lain yang berkepentingan terhadap industri kecil. Karena itu industri kecil didefinisikan menjadi definisi menurut modal yang dipakai dan definisi menurut tenaga kerjanya. Beberapa definisi yang dipakai untuk memberikan gambaran tentang industri kecil adalah sebagai berikut:

1. Menurut SK Menteri Perindustrian No. 133/M/SK/8/1979 tanggal 3 Agustus 1979, maka batasan yang diberlakukan adalah:
 - a. Investasi modal untuk mesin dan peralatan maksimal Rp.70.000.000,—
 - b. Investasi per tenaga kerja Rp.625.000,— maksimal.
 - c. Pemilik usaha adalah hanya warga negara Indonesia.
2. Menurut KEPPRES 14A/1980 :
 - a. Minimal 50% modal saham dimiliki pribumi.
 - b. Lebih dari separuh Dewan Komisaris dan Direksi perusahaan adalah pribumi.
 - c. Jumlah modal dan kekayaan bersih perusahaan:
 1. Dibawah Rp.25.000.000,— untuk perdagangan dan jasa serta lainnya.
 2. Dibawah Rp.100.000.000,— untuk bidang industri dan konstruksi.
3. Menurut Bank Indonesia:
 - a. Minimal 50% modal perusahaan dimiliki pribumi dan sebagian besar pengurus adalah pribumi. Atau minimal 75% modal perusahaan dimiliki pribumi.

- b. Jumlah modal dan kekayaan bersih perusahaan:
1. Dibawah Rp.40.000.000,— untuk bidang perdagangan dan jasa serta bidang lain diluar industri dan konstruksi.
 2. Dibawah Rp.100.000.000,— untuk bidang industri dan konstruksi (keduanya tidak termasuk rumah dan tanah yang dimiliki).

4. Menurut Biro Pusat Statistik:
Industri kecil adalah industri yang menggunakan tenaga kerja sebanyak 5—19 orang.

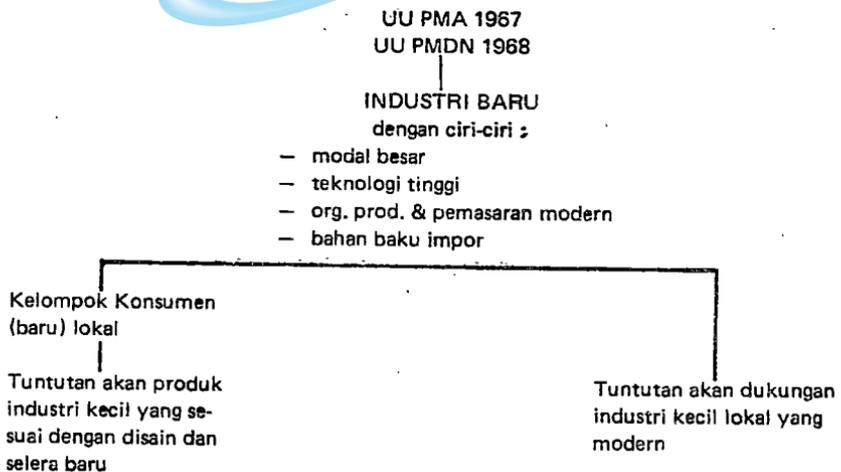
5. Menurut KADIN :
- Industri kecil adalah industri dengan:
- a. Jumlah modal/kekayaan bersih dibawah Rp.400.000.000,—.
 - b. Jumlah pegawai dibawah 300 orang.

Di dalam bab-bab selanjutnya maka pembahasan dan uraian ditujukan khusus untuk industri kecil logam dan mesin.

KONDISI IKLM DI INDONESIA

Keberadaan industri kecil menjadi tampak jelas sejak diberlakukannya UU Penanaman Modal Asing tahun 1967 dan UU Penanaman Modal Dalam Negeri tahun 1968. Keadaan ini terjadi karena sejak dikeluarkannya kedua UU tersebut, muncul industri-industri yang memerlukan persyaratan-persyaratan seperti modal besar, teknologi tinggi, organisasi produksi yang teratur, bahan baku impor dan metode pemasaran modern. Kondisi industri yang baru ini sangat bertolak belakang dengan kondisi industri kecil yang ada.

Meskipun demikian kedua UU tersebut tidak mengurangi fungsi dan daya dukung dari industri kecil. Hal ini dapat dilihat dari bagan berikut:



Bagan 1 : Tuntutan akan perlunya muncul suatu industri kecil yang modern.

Dari Bagan 1 dapat disimpulkan bahwa adanya suatu industri kecil yang dapat menunjang ekonomi keseluruhan sangat diperlukan. Karena itu Pemerintah semenjak Pelita I telah melakukan langkah-langkah pembinaan dan pengembangan (Tabel 1). Secara umum maka strategi Pemerintah untuk mengembangkan industri kecil tersebut adalah sebagai berikut:

1. Industri kecil harus dapat menunjang industri pengolahan yang memproses bahan mentah menjadi bahan baku.
2. Industri kecil akan diarahkan untuk dapat menghasilkan benda seni.
3. Diusahakan bahwa produk industri kecil tersebut sebagian besar hanya bergantung pada ketrampilan pengrajin.
4. Lokasi industri kecil tersebut haruslah terletak di daerah pedesaan.

Dalam lingkup yang lebih besar maka industri di Indonesia akan diarahkan kepada hal-hal seperti:

1. Industri yang mempergunakan bahan baku lokal.
2. Industri yang lebih bersifat padat karya daripada padat modal (untuk komoditi tertentu).
3. Industri yang menunjang pembangunan daerah.
4. Industri yang menghasilkan atau menghemat devisa.

Sejak usaha-usaha pembinaan tersebut maka industri di Indonesia kurang lebih berkembang sebagai berikut:

1. Industri-industri baru yang muncul sudah mempergunakan bahan baku lokal.
2. Secara keseluruhan industri telah berhasil menghasilkan barang konsumsi ataupun barang modal.

Selain dari perkembangan-perkembangan tersebut, terjadi juga penyebaran dari kelompok-kelompok industri kecil. Data pada 1985 mencatat penyebaran dari industri kecil termasuk IKLM (lampiran A). Perkembangan penyebaran ini terlihat nyata pada data industri kecil dimana pada tahun 1979 tercatat \pm 70% terletak di P. Jawa sedangkan pada data 1985 hanya sekitar 35% terletak di P. Jawa. Salah satu penyebabnya adalah didirikannya beberapa industri besar dan menengah diluar Jawa, selain adanya penyebab-penyebab lain seperti perkembangan komunikasi dan transportasi, transmigrasi dan sebagainya. Kenyataan lain yang terlihat dari data 1985 adalah tersebarnya sekitar 60% IKLM di luar P. Jawa.

Ternyata beberapa unit usaha mempunyai penampilan yang menyimpang dari batasan industri kecil, terutama batasan tenaga kerja dari Biro Pusat Statistik. Penyimpangan yang ada terlihat untuk daerah-daerah diluar P. Jawa di mana tenaga kerja yang dipunyainya hanya berjumlah sekitar 2—4 orang saja.

PERMASALAHAN

Seperti telah diuraikan bahwa dilihat dari produk yang dihasilkan terdapat sekitar 9 jenis/macam industri kecil dan kerajinan. Jenis industri ini juga terdapat pada industri menengah dan sebagian lagi pada industri besar. Salah satu pendukung dari industri-industri tersebut adalah IKLM (Lamp. B). Daya dukung semakin tampak kalau industri kecil pengerjaan pelat dan kaleng dimasukkan dalam kelompok IKLM.

Dari Lamp. dapat disimpulkan bahwa IKLM mengerjakan sekitar 4 atau 5 macam logam (aluminium, besi baja, tembaga, kuningan) serta mengerjakan sekitar 4 macam pekerjaan pembentukan logam (cor, tempa, pengerjaan pelat, permesinan). Sebenarnya didalam sentra-sentra industri, IKLM juga melakukan pekerjaan-pekerjaan seperti heat treatment, pelapisan dan pengetesan mutu/dimensi. Pekerjaan tersebut dilakukan secara sederhana. Selain itu bahan baku yang dipakai juga sebagian besar berasal dari besi tua, meskipun ada juga beberapa industri yang sudah memakai bahan baku asal pabrik seperti pig iron, ingot.

Umumnya permasalahan yang terdapat pada industri kecil berkisar pada hal-hal yang berkaitan dengan:

- Teknologi produksi.
Faktor-faktor yang berpengaruh disini adalah bahan baku dan bahan penolong (kontinuitas pengadaan, kualitas, harga), peralatan (kondisi, tingkat presisi, jumlah/unit usaha), sarana (bengkel, listrik, pembuangan limbah), software (shop-drawing, feasibility study), operator (ketrampilan, pengetahuan teknis) dan fasilitas kontrol mutu.
- Organisasi dan manajemen.
Faktor-faktor yang berpengaruh adalah seperti pembiayaan (pengetahuan tentang bank, perhitungan harga produk), personil (penggajian/pembagian keuangan, peningkatan ketrampilan dan pengetahuan), penentuan produksi (jumlah, jenis, kualitas), pengetahuan koperasi, pengetahuan tender.
- Pemasaran.
Faktor-faktor yang penting di sini adalah seperti kualitas produk yang tetap (tidak bergantung pada waktu kerja, tidak bergantung pada jumlah produksi), jumlah yang pasti, waktu penyerahan pasti dan harga wajar, adanya diversifikasi produk, perencanaan pasaran luar daerah/ekspor.

Dalam rangka menanggulangi permasalahan-permasalahan tersebut maka Pemerintah telah mengadakan pembinaan-pembinaan seperlunya.

PEMBINAAN YANG TELAH DILAKUKAN

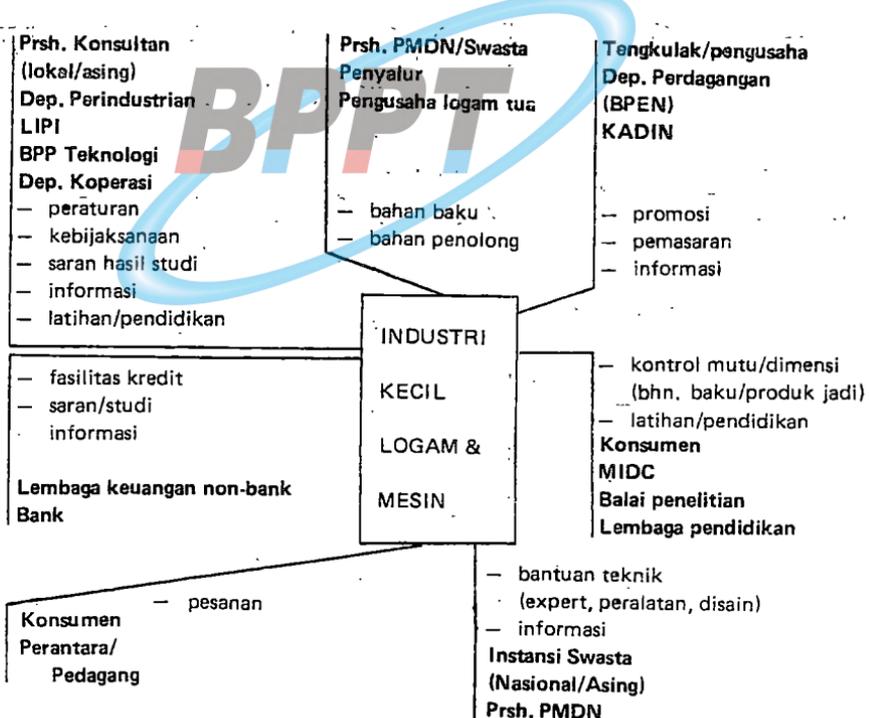
Tujuan akhir dari pembinaan yang dilakukan Pemerintah adalah memperoleh suatu bentuk industri kecil yang berbeda dengan industri kecil lama. Kalau

industri kecil yang lama kita sebut sebagai industri kecil yang tradisional, maka industri kecil yang baru dapat disebut sebagai industri kecil yang modern. Beberapa ciri industri kecil yang modern adalah sebagai berikut:

1. Tetap bersifat job-order tetapi lebih diarahkan untuk memproduksi barang-barang yang mempunyai nilai seni/hiasan.
2. Dapat bersifat mass-production, khusus untuk barang-barang dimana tidak ekonomis lagi kalau diproduksi oleh industri besar atau menengah.
3. Dengan adanya CSF didalam LIK, maka produk industri kecil dapat diarahkan untuk memproduksi barang-barang dengan ketelitian tinggi.
4. Diversifikasi produk dilakukan dengan bantuan Pusat Penelitian Disain.
5. Dikelola dengan manajemen yang baik.

Pembinaan terhadap industri kecil, termasuk juga terhadap IKLM, melibatkan beberapa pihak, Pemerintah dan swasta. Pihak-pihak yang terlibat tersebut adalah seperti terlihat pada Bagan 2.

Selanjutnya pada Tabel 1 dapat dilihat perkembangan pembinaan yang sudah dilakukan Pemerintah.



Bagan 2 : Pihak-pihak yang terlibat dalam pembinaan IKLM.

Tabel 1**Perkembangan Pembinaan Industri Kecil**

Periode	K e g i a t a n
I. Sebelum Repelita	<ol style="list-style-type: none">1. Pembentukan unit-unit pelayanan teknologi, seperti :<ul style="list-style-type: none">— proyek percontohan— pemberian latihan ketrampilan— mendirikan induk-induk kerajinan rakyat2. Pembentukan perusahaan negara/daerah bidang industri kerajinan.3. Mendirikan badan-badan pembina tingkat propinsi.4. Pembentukan yayasan dana industri kecil.
II. Pelita I	<p>Pembentukan program pembinaan kerajinan rakyat dalam bentuk proyek, seperti:</p> <ul style="list-style-type: none">— proyek pusat penyaluran bahan baku— proyek bantuan peralatan— proyek bantuan tenaga ahli— proyek pusat pemasaran barang-barang kerajinan
III. Pelita II	<ol style="list-style-type: none">1. Pembentukan Proyek Bimbingan dan Pengembangan Industri Kecil (BPIK) dengan kegiatan-kegiatan seperti penelitian soal ekonomi, mendirikan Pusat Penyuluhan Teknis dengan Tenaga Penyuluh Lapangan, demonstrasi teknik dan latihan ketrampilan, pameran promosi.2. Penyediaan fasilitas kredit KIK/KMKP oleh BI dengan bank Pemerintah sebagai pelaksana dan PT. ASKRINDO memberikan jaminan kredit.3. Promosi ekspor (BPEN)4. Mendirikan koperasi primer
IV. Pelita III	<ol style="list-style-type: none">1. Mendirikan Direktorat Jenderal khusus menangani industri kecil2. Mendirikan Kawasan Industri Mini3. Memperkenalkan sistem Bapak Angkat4. Dengan Keppres 14 dan 14A diatur agar industri kecil memperoleh kemudahan mendapatkan proyek-proyek Pemerintah5. Membentuk trading-house.
V. Pelita IV	<ol style="list-style-type: none">1. Melakukan konsolidasi terhadap program-program yang sudah dilakukan BPIK2. Menambah jumlah Tenaga Penyuluh Lapangan (TPL) dan mengintensifkan pembinaan di sentra-sentra industri.3. Mengembangkan model-model baru dalam pembinaan industri kecil seperti:

- membentuk semacam "pusat disain" yang dibina oleh Dekranas.
- membentuk semacam "pusat perniagaan" (trading house) dan "pusat penjualan" (sales emporium).

PERKEMBANGAN INDUSTRI KECIL

Telah disinggung pada Bab II, hasil-hasil yang telah dicapai dari pembinaan terdahulu. Salah satu perkembangan yang menyolok adalah jumlah sentra industri kecil/IKLM yang makin berkembang dan penyebarannya keseluruh Indonesia. Penyebaran ini adalah tanda bahwa terjadi alih teknologi dari satu daerah ke daerah yang lain. Selain itu penyebaran dan jumlah sentra yang berkembang juga berarti bertambahnya jumlah tenaga kerja yang dapat diserap.

Perkembangan yang dapat dicatat pada akhir Pelita IV dibandingkan tahun-tahun yang lalu adalah sebagai berikut:

Perkembangan	satuan	Pelita IV	
		awal	akhir *
Jumlah sentra		1180	1490
Unit Usaha	(ribu)	1555	1742
Tenaga Kerja	(ribu)	4424	4830
Nilai Produksi	(juta Rp.)	5395	6721

Meskipun jumlah sentra berkembang tetapi batasan mengenai sentra selalu berubah dari mulai Pelita I sampai Pelita IV.

Penyebaran industri kecil sampai akhir Pelita IV tercatat sebagai berikut:

	akhir Pelita III	akhir Pelita IV *
Jawa	70 %	35 %
Sumatera	14 %	29 %
Sul-Sel	6 %	8 %
Bali	2 %	3 %
Lain-lain	8 %	25 %

* perhitungan sementara (penulis).

KESIMPULAN DAN SARAN-SARAN

Melihat perkembangan kondisi IKLM sekarang, dapat disimpulkan bahwa usaha-usaha yang sudah dilakukan selama ini baik oleh Pemerintah maupun non-

pemerintah telah banyak bermanfaat. Beberapa kegagalan yang terjadi dapat diperbaiki melalui usaha dan kebijaksanaan-kebijaksanaan yang baru. Adapun kebijaksanaan yang sudah terbukti baik, sehingga dengan demikian dapat dipertahankan untuk dikembangkan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Pengelompokkan kegiatan IKLM menjadi 2 (dua) macam yaitu tradisional dan modern. Pengelompokkan ini dapat dijadikan arah bagi pembinaan yang sedang/akan dilakukan.
2. Inventarisasi/pembentukan sentra-sentra industri kecil diseluruh Indonesia. Sampai sekarang terdapat sekitar 1500 sentra diseluruh Indonesia, tetapi sebagian terdiri dari sentra dengan unit usaha yang memiliki hanya 2-3 orang pekerja saja. Perlu pendekatan lebih lanjut.
3. Di bawah Dit.Jen. Industri Kecil - Departemen Perindustrian telah dibentuk suatu badan yang bertugas membina dan mengembangkan industri kecil. Pembinaan dapat dilakukan oleh badan itu sendiri ataupun kerjasama dengan instansi lain. Melalui badan ini pembinaan dilakukan melalui berbagai bantuan seperti penyediaan sarana-sarana Perkampungan Industri Kecil (PIK), Lingkungan Industri Kecil (LIK), Sarana Usaha Industri Kecil (SUIK), Pusat Pelayanan Industri Kecil (PPIK), Unit Pelayanan Umum Industri Kecil (UPUIK), Unit Pelayanan Teknis (UPT), Unit Pelayanan Promosi (UPP), Unit Pelayanan Informasi (UPI) dan Pusat Pendidikan yang dilaksanakan melalui sentra-sentra industri dengan bantuan para yang dilaksanakan melalui sentra-sentra industri dengan bantuan para Tenaga Penyuluh Lapangan (TPL).
4. Macam-macam pembinaan yang dilakukan meliputi pembinaan teknis (termasuk penyediaan peralatan, pembinaan disain, teknik produksi, bimbingan tenaga ahli) dan pembinaan non-teknis (manajemen, pemasaran). Juga baik sekali adanya dukungan sarana pengetesan atau peralatan laboratorium.
5. Adanya pameran-pameran produksi IKLM baik di dalam negeri maupun di luar negeri.
6. Adanya hubungan antara industri besar - menengah - kecil dapat dipakai untuk menerapkan kebijaksanaan-kebijaksanaan baru. Sistem yang sudah berjalan adalah sistem bapak angkat - anak angkat atau sistem sub-contracting.
7. UU tentang Perindustrian dimana tercakup di dalamnya keberadaan industri kecil. Dilain pihak batasan tentang industri kecil sudah dikeluarkan, baik oleh pihak Pemerintah (Departemen Perindustrian) maupun oleh lembaga-lembaga keuangan dan penelitian.

Secara teoritis, dari data historis yang ada produk IKLM akan selalu dibutuhkan. Adanya keperluan akan mutu yang ditingkatkan adalah wajar. Juga tuntutan-tuntutan akan diversifikasi produk dan pelayanan pemasaran.

Di lain pihak selalu diperlukan usaha-usaha untuk memacu perkembangan baik teknis maupun non-teknis. Saran-saran untuk usaha-usaha tersebut adalah sebagai berikut:

1. Batasan (definisi) akan sesuatu masalah besar pengaruhnya terhadap kegiatan pemecahan masalah yang bersangkutan. Perlu dipikirkan kemungkinan adanya hasil yang lebih baik kalau merubah batasan yang dipakai hanya pada jumlah personil dan mutu/ketrampilan/pengetahuan personil saja, dan tidak pada permodalan.
2. Koperasi IKLM yang sejenis agar digiatkan, baik dalam hal menerima informasi-informasi maupun dalam hal menerima pendidikan dan latihan dari pihak-pihak diluar koperasi.
3. Dalam hal training dan latihan kerja perlu ada strategi baru. Terlihat gejala bahwa training dan diklat yang sekarang sudah dilakukan kurang mendapat peminat. Perlu pengkajian untuk mencari bentuk training/diklat yang lebih mengena.
4. Juga diperlukan pengkajian untuk sentra-sentra industri kecil yang ada di Indonesia, mengenai level teknologi yang dipakai. Informasi mengenai ini penting bagi Pemerintah untuk menentukan langkah pembinaan lebih lanjut, terutama pembinaan teknologi.
5. Sasaran pembinaan dan pengembangan industri kecil agar diperluas bukan hanya terbatas pada penciptaan lapangan kerja saja tapi juga peningkatan proses produksi mereka. Dengan demikian produk mereka dapat diarahkan untuk ekspor komoditi non-migas.
6. Salah satu kelemahan industri kecil adalah pada kontinuitas bahan baku yang mereka butuhkan. Kesulitan ini terjadi karena harga yang tidak stabil maupun karena jumlah persediaan yang ada untuk suatu daerah. Karena itu diperlukan suatu pengkajian untuk mengikutsertakan pengusaha logam tua (± 2000 pengusaha diseluruh Indonesia) dalam sistem Bapak Angkat - Anak Angkat.
7. Kerjasama antara industri besar/menengah dengan industri kecil harus ditingkatkan (sistem sub-contracting).
8. Peranan eksportir dapat diperkuat. Para eksportir dapat memberikan rangsangan kepada para pengrajin dengan cara membayar harga produk yang di ekspor dengan cepat. Sebaliknya kepada pihak industri kecil, Pemerintah harus dapat membimbing agar produk mereka betul-betul dapat dipertanggungjawabkan se-

cara teknis. Juga masalah-masalah non-teknis seperti kontinuitas pengiriman dan administrasi. Seringkali mutu produk IKLM berubah dengan jumlah produk yang dibuat. Makin besar jumlah produk yang dibuat makin jelek mutu produk yang dihasilkan.

9. Perlu dicari sistem lain untuk menggantikan sistem LIK (Lingkungan Industri Kecil) atau menyempurnakannya. Salah satu kelemahan sistem LIK adalah lokasi tempat (bengkel) kerja terlalu jauh dengan tempat tinggal.

LAMPIRAN A

PENYEBARAN IKLM

No.	Propinsi	Jumlah sentra	IKLM/	UU/	TK
1.	Aceh	24	3	74	262
2.	Sumatera Utara	96	14	368	1379
3.	Sumatera Barat	63	6	207	877
4.	Riau	23	3	113	355
5.	Jambi	18	2	34	102
6.	Sumatera Selatan	41	8	434	1387
7.	Bengkulu	21	6	154	365
8.	Lampung	25	2	85	287
9.	DKI - Jakarta	46	9	335	963
10.	Jawa Barat	95	20	695	3858
11.	Jawa Tengah	126	21	691	2606
12.	DI Yogyakarta	45	9	492	2333
13.	Jawa Timur	103	26	813	2983
14.	Kalimantan Selatan	41	6	80	501
15.	Kalimantan Barat	19	5	88	315
16.	Kalimantan Tengah	22	3	32	175
17.	Kalimantan Timur	18	2	29	79
18.	Sulawesi Selatan	51	8	356	1068
19.	Sulawesi Tenggara	30	4	152	514
20.	Sulawesi Tengah	25	5	61	319
21.	Sulawesi Utara	55	6	273	904
22.	B a l i	49	6	183	339
23.	Nusa Tenggara Barat	44	5	212	348
24.	Nusa Tenggara Timur	22	6	149	301
25.	Timor Timur	7	1	10	20
26.	Maluku	54	7	156	571
27.	Irian Jaya	17	2	35	103
		1180	195 /	6311 /	23314.

Sumber : Pengembangan Industri Kecil, Prof.Dr.Ir. H. Wiryosumarto
 Pameran Produksi Indonesia - 1985.

Catatan : UU - Unit Usaha.
 Tk - Tenaga Kerja

LAMPIRAN B

Jenis/Macam Logam	Macam Proses	Jenis Industri
aluminium besi baja	<ul style="list-style-type: none"> - pengerjaan pelat - permesinan - penyambungan logam 	Industri makanan
aluminium besi baja timah tembaga	<ul style="list-style-type: none"> - pengerjaan pelat - penyambungan logam - cor - permesinan 	Industri elektronika
aluminium besi baja	<ul style="list-style-type: none"> - pengerjaan pelat - permesinan - penyambungan logam 	Industri kimia
aluminium besi baja tembaga kuningan timah/pewter	<ul style="list-style-type: none"> - cor - tempat - permesinan - penyambungan logam 	Industri alat rumah tangga/hiasan
aluminium besi baja tembaga kuningan timah	<ul style="list-style-type: none"> - pengerjaan pelat - cor - tempa - penyambungan logam - permesinan 	Industri komponen/ peralatan umum/Kbm
aluminium besi baja kuningan tembaga	<ul style="list-style-type: none"> - cor - tempa - permesinan - penyambungan logam 	Industri keperluan ABRI/POLRI/PRAMUKA
aluminium besi baja	<ul style="list-style-type: none"> - cor - pengerjaan pelat - permesinan 	Industri alat peraga pendidikan/alat olahraga
besi baja aluminium	<ul style="list-style-type: none"> - cor - tempat - permesinan 	Industri alat pertanian

: Daya dukung IKLM.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dit. Jen. Industri Kecil, Departemen Perindustrian, **"Kebijaksanaan untuk meningkatkan peranan industri kecil dalam pengembangan industri permesinan"**.
2. Prof.Dr.Ir. H. Wiryosumarto, **"Pengembangan industri kecil"**, Pameran Produksi Indonesia, 1985.
3. Ir. Hermien Retnani Sr, Ir. Winarto Poedjaman, **"Disain Seni dan Teknis Industri Kecil Pedesaan"**, Departemen Bidang Pengkajian Industri, BPPT, 1984.
4. Dit. Ind. Logam, Dit. Jen. Ind. Kecil, Departemen Perindustrian, **"Program Pengembangan Industri Kecil Logam"**.



Perbaikan Sifat Fisika Kain Rayon Dengan Cara Kopolimerisasi Radiasi

Oleh : Sudirman Habiebie

INTISARI

Usaha perbaikan sifat fisika kain rayon viskosa telah banyak dilakukan misalnya dengan penganjiran, pemberian resin, pemasukan zat-zat pengisi dan lain-lain sehingga mengisi bagian arnorf serat. Proses ini dapat menambah ke kristalan serat sehingga sifat-sifat fisik dan kimianya berubah.

Usaha-usaha yang paling akhir dilakukan adalah proses pencakokan atau penempelan yang merupakan suatu pengikatan kimia antara suatu monomer/polimer dengan serat. Umumnya metoda yang dipakai adalah secara radiasi crosslinking dan kopolimerisasi tempel dengan menggunakan sinar gamma dari Co-60 atau dengan sinar elektron dari accelerator elektron.

Diantara proses tersebut banyak digunakan proses kombinasi antara radiasi dan thermal tidak dengan adanya udara (oksigen).

Faktor-faktor yang sangat mempengaruhi dalam pengerjaan adalah pengaruh oksigen, kualitas dan kuantitas monomer yang dipakai, kondisi tekanan dan temperatur, dosis radiasi dan intensitas radiasi.

Proses finishing (penyempurnaan) dan modifikasi tekstil ini ditujukan untuk memperbaiki sifat-sifat permanent press, affinitas terhadap zat warna, anti statik, mudah dicuci, hidrofил dan hidrofob, tahan terhadap pemanasan dan tahan terhadap mikro organisme.

PENDAHULUAN

Rayon adalah serat buatan yang diperoleh dari regenerasi selulosa, dan telah dikembangkan sejak akhir abad 19. Hingga kini serat tersebut mempunyai peran penting di dalam industri tekstil dan mempunyai bidang pemakaian

yang luas baik untuk bahan pakaian, tekstil untuk keperluan rumah tangga dan tekstil untuk keperluan industri.

Di Indonesia, saat ini telah diproduksi serat rayon dengan kapasitas + 40.000 ton/tahun, namun bahan baku masih diimpor. Dengan adanya rencana pembangunan pabrik rayon terbesar di Asia Tenggara yang berlokasi di dekat Porsea Sumatra Utara dengan kapasitas + 150.000 ton pulp rayon/tahun, maka diharapkan Indonesia tidak akan mengimpor bahan baku rayon lagi.

Serat rayon yang pertama-tama ditemukan, mempunyai kelemahan-kelemahan terutama kekuatan basah yang rendah, "elastic recovery"-nya kurang baik (mudah kusut), absorpsi dan swellingnya terlalu tinggi.

Usaha-usaha untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan tersebut telah lama dilakukan antara lain dengan mengusahakan agar dalam pembuatan seratnya, derajat polimerisasinya tetap tinggi, pemberian penarikan (stretching) sebelum selulosa xantat diubah menjadi selulosa, memberikan struktur serat makro (makro fibrillar structure) dengan memperlambat koagulasi. Usaha-usaha lain yang dilakukan setelah menjadi serat adalah penganjarian, pemberian resin, pemasukan zat-zat pengisi dan lain-lain sehingga mengisi bagian amorf serat dapat menambah kekristalan serat sehingga sifat-sifat fisik dan kimianya berubah.

Usaha-usaha yang paling akhir dilakukan adalah proses pencangkakan atau penempelan yang merupakan suatu pengikatan kimia antara suatu monomer/polimer dengan serat utama sehingga struktur kimia dan sifat serat utama dapat pula berubah.

Proses penempelan ini dapat dikerjakan dengan berbagai jalan, antara lain dengan cara pemanas awetan (thermis), oksidasi dan reduksi (menggunakan senyawa-senyawa persulfat) maupun dengan cara radiasi.

Pada masa kini penerapan teknologi radiasi pengion dalam proses finishing dan modifikasi tekstil telah menjadi kenyataan komersil. Umumnya metoda yang dipakai adalah secara radiasi ikatan silang dan kopolimerisasi tempel dengan menggunakan sinar gamma dan Co-60 atau dengan sinar elektron yang dipercepat dari asselerator elektron.

Diantara proses tersebut banyak digunakan kombinasi proses radiasi dan thermal serta penambahan katalis, sedangkan teknik radiasi dilakukan secara simultan atau terpisah dengan atau tanpa udara (oksigen).

Proses penyempurnaan dan modifikasi tekstil ini ditujukan untuk memperbaiki sifat-sifat ketahanan kusut (permanent press), afinitas terhadap zat warna, anti statik, mudah dicuci, hidrofil atau hidrofob, tahan terhadap pemanasan dan tahan terhadap mikro organisme.

Faktor-faktor ekonomi dalam pemakaian teknik baru ini, juga mengenai pemilihan irradiasi sinar pengion perlu diteliti secara mendalam.

Berdasarkan uraian tersebut dapat dikatakan bahwa banyak usaha telah

dilakukan untuk menaikkan mutu serat rayon sehingga dengan mempertimbangkan faktor-faktor teknis dan ekonomis, dapat dipilih proses mana yang lebih efisien dan lebih sesuai dengan kondisi setempat.

Dalam pembahasan kali ini, penulis membahas mengenai perbaikan mutu kain rayon dengan penempelan monomer Normal Metilol Akrilamid dengan proses polimerisasi radiasi dan kondensasi. Monomer N-Metilol Akrilamid (NMA) dipilih karena selain mengandung gugus akrilamid yang mempunyai ikatan rangkap yang dapat berikatan dengan selulosa bila diproses secara kopolimerisasi radiasi, juga mengandung gugus metilol yang dapat mengikat serat rayon (selulosa) dengan proses pemanas awetan.

TEORI PENDEKATAN

A. Monomer N-Metilol Akrilamid

Kain rayon mampu bersaing dengan kain-kain lain sesudah dimodifikasi terutama peningkatan dalam sifat anti kusutnya. Modifikasi yang biasa dilakukan terdiri dari pengerjaan kain dengan senyawa kimia, yang paling sedikit mengandung 2 gugus fungsi didalam molekulnya, dan mampu bereaksi dengan gugus-gugus hidroksi dari rantai selulosa. Menurut pendapat umum yang dapat diterima, peningkatan sifat anti kusut terutama merupakan hasil reaksi senyawa-senyawa tersebut dengan selulosa dibagian amorf, yang menyebabkan ikatan-ikatan silang yang kompleks.

N-Metilol Akrilamid mengandung 2 gugus fungsi yang berbeda yaitu gugus-gugus vinil dan metilol. Dua gugus fungsi ini dapat bereaksi secara simultan atau dalam 2 tahap yang terpisah, tergantung kepada kondisi reaksi dan jenis katalis atau inisiator yang dipakai. Proses 2 tahap tersebut memberi kemungkinan menganalisa reaksi NMA dengan selulosa secara kuantitatif karena ada struktur ikatan silang. Reaksi gugus-gugus vinil dalam NMA juga dapat di inisiasi dengan radikal-radikal makro selulosa yang dibentuk oleh pengaruh radiasi pengion.

Kondensasi gugus metilol NMA dengan gugus OH dari selulosa dilakukan pada suhu yang relatif tinggi dengan adanya katalis asam sebelum atau sesudah radiasi.

Karena penyempurnaan kain-kain yang terbuat dari selulosa secara kimia radiasi menghasilkan sifat "wash and wear" (cuci pakai) yang baik maka proses ini terpakai pada Industri Tekstil. Dalam proses yang dijelaskan berikut terjadi reaksi yang menyebabkan terbentuknya ikatan silang diantara rantai-rantai selulosa, reaksi dapat juga terjadi sehubungan dengan reaktifitas gugus-gugus fungsional NMA sangat besar.

B. Kopolimerisasi Tempel Radiasi

Kopolimerisasi tempel radiasi yaitu suatu proses penempelan suatu monomer atau campuran dari monomer-monomer pada rantai polimer dengan radiasi-radiasi pengion sebagai inisiator. Pada dasarnya setiap proses kimia radiasi yang menyangkut molekul-molekul makro (polimer) dapat menghasilkan kopolimer tempel.

Dengan demikian dalam proses ini tidak diperlukan katalisator. Yang menentukan kecepatan penempelan dalam proses ini ialah kecepatan dosis dan dosis radiasi, efek temperatur dan kecepatan difusi monomer. Dasar reaksi adalah reaksi radikal bebas. Biasanya dosis radiasi yang dilakukan dalam reaksi penempelan sekitar 0,5 – 5 Mrad.

Dalam percobaan-percobaan yang telah dilakukan, bahwa proses tempel monomer NMA dengan cara kopolimerisasi addisi diperoleh dengan inisiator bebas sedangkan kopolimerisasi kondensasi diperoleh dengan pemanas awetan. Hal ini dapat dilakukan karena NMA selain mengandung gugus akrilamid yang mempunyai ikatan rangkap dan diproses secara kopolimerisasi radiasi, masih ada gugus metilol yang dapat mengikat serat rayon dengan proses pemanas awetan.

C. Penempelan Bahan-Bahan Tekstil Secara Radiasi.

Metoda penempelan bahan-bahan tekstil secara radiasi telah banyak yang diterapkan dalam industri dan telah banyak yang dipatentkan (Deering Milliken & Co; Cone Mills Corp, dan lain-lain). Metoda tempel ini dimaksudkan untuk mendapatkan modifikasi bahan tekstil dalam proses finisnya.

Dalam proses modifikasi tekstil antara lain untuk mendapatkan permanent press atau crease recovery yang lebih baik sedangkan dalam proses finishing antara lain untuk membuat permukaan bahan tekstil menjadi lebih hidrofил (energi permukaan serat tinggi) atau lebih hidrofob.

Dari perubahan permukaan itu dimaksudkan untuk menghasilkan sifat-sifat seperti:

1. Menahan merembesnya dan absorpsi minyak dan mudah dicuci dengan larutan deterjen.
2. Mudah dicuci terhadap pengotoran minyak.
3. Daya tolak air.
4. Membuat sifat-sifat anti statik.
5. Keenakan pemakaian.
6. Daya basah.
7. Reaktif terhadap zat kimia dan mempunyai daya celup.
8. Tahan terhadap mikro organisme.

Beberapa contoh dari proses tempel secara radiasi terhadap bahan tekstil yang terbuat dari rayon.

Tabel 1
Proses Tempel pada Kain Rayon

Monomer	Metoda radiasi	Tujuan Perbaikan Sifat
Stirene	Irradiasi pendahuluan (2 Mrad)	Modifikasi
Akrlonitril	Simultan	Permukaan
Etil Akrlilat	Irradiasi pendahuluan	Mekanik

D. Sumber Radiasi

Dikenal ada dua macam sumber radiasi pengion terutama yang digunakan dalam proses penempelan bahan baku tekstil secara radiasi. Yang pertama menggunakan sinar gamma yang dipancarkan oleh radio isotop Co-60 atau Cs-137. Sedangkan yang kedua dengan memakai sinar elektron yang dipercepat dari generator elektron atau asselelator elektron. Radio isotop Co-60 mempunyai energi sinar gamma 1,33 MeV dan 1,17 MeV, sedangkan Cs-137 memancarkan sinar gamma yang berenergi 0,666 MeV. Dari dua macam radio isotop itu, Co-60 lebih banyak digunakan, karena energinya lebih besar walaupun kapasitasnya kecil yaitu 0,0148 kw untuk tiap 1000 Ci (curie). Biasanya dalam skala industri diperlukan Co-60 yang beraktifitas lebih dari 200.000 Ci atau yang berkapasitas lebih dari 3 kw. Dari kapasitas 3 kw ini dapat diperoleh kecepatan dosis 1080 Mrad kg/jam.

Sumber radiasi yang kedua merupakan asselelator elektron. Asselelator ini pada umumnya mempunyai kapasitas sangat tinggi, sehingga kecepatan dosis radiasinya pun tinggi juga. Meskipun sinar elektron mempunyai energi yang tinggi akan tetapi karena elektron yang bermuatan listrik daya tembusnya relatif sangat kecil kalau dibandingkan dengan sinar gamma.

Untuk proses kopolimerisasi tempel tekstil, penggunaan asselelator elektron lebih menguntungkan, karena proses dapat berjalan secara differential continue, dan membutuhkan waktu lebih cepat, karena kapasitasnya sangat tinggi dan harganya relatif murah.

Untuk melakukan penelitian lebih mendalam dalam kopolimerisasi radiasi ini dapat digunakan fasilitas yang dimiliki Badan Tenaga Atom

Nasional, Pasar Jumat - Jakarta, menggunakan alat Irradiator Panorama Serba Guna (IRPASENA) dengan sumber radiasi gamma Co-60 berkekuatan $4,42 \times 10^4$ Ci.

PEMBAHASAN

A. Urutan Proses.

1. Persiapan.

Kain rayon yang telah mengalami proses penyempurnaan perlu diproses penghilangan kanji dan pemasakan untuk menghilangkan zat-zat yang nantinya dapat mengganggu dalam proses penempelan dengan N-Metilol Akrilamida. Resep penghilangan kanji rayon:

- Teepol : 2 cc /lt
- Milase : 4%
- Panas : 80°C
- Waktu : 1 jam

2. Proses benam-peras dengan Monomer Normal Metilol Akrilamida.

Resep pada benam-peras;

- Monomer NMA : 200 gr/lt
- Katalis Zn (NO₃)₂ : 20 gr/lt
- Zat pembasah : 2,5 gr/lt
(Tinovetin JU)
- pH larutan : 6,5
- Faktor peras : 50%

3. Proses penempelan monomer NMA kedalam kain.

Pada tahap ini dibandingkan 3 macam teknik pengerjaan lihat gambar 1.

Teknik I. Kain rayon - Benam peras - Radiasi - Pencucian - Uji sifat kain.

Teknik II. Kain rayon - Benam peras - Radiasi - Pemanas awetan - Pencucian - Uji sifat.

Teknik III. Kain rayon - Benam peras - Pemanas awetan - Pencucian - Uji sifat kain.

4. Hasil pengujian.

Hasil percobaan dari ketiga macam teknik pengerjaan ini diuji terhadap:

- % tempel
- Kekuatan tarik kain
- Kekakuan kain
- Ketahanan kusut kain
- Kenampakan kain
- Mengkeret kain
- Uji kerusakan

Untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu pemanas awetan serta teknik proses dari hasil percobaan di atas, dilakukan analisa dengan uji F pada taraf = 0,05 (tabel anava).

Sebagai contoh diambil tabel hasil rata-rata pengujian sudut kusut kain.

Tabel 2
Hasil rata-rata pengujian sudut kusut kain arah lusi ($^{\circ}$)

Waktu (menit)	Teknik	Suhu pemanas awetan (padding) ($^{\circ}$ C)					
		27	75	90	105	120	135
	A	92					
	B	100					
1	C		98	109	112	115	116
	D		93	99	102	108	110
2	C		104	109	112	115	119
	D		93	104	104	109	112
3	C		104	111	113	116	122
	D		98	104	104	111	114
4	C		106	111	114	117	124
	D		98	105	106	112	116
5	C		107	111	115	117	135
	D		99	106	108	114	118

Tabel 3.
Hasil rata-rata pengujian sudut kusut kain arah pakan ($^{\circ}$)

Waktu (menit)	Teknik	Suhu pemanas awetan ($^{\circ}$ C)					
		27	75	90	105	120	135
	A	94					
	B	104					
1	C		99	104	107	114	118
	D		94	101	104	111	112
2	C		102	105	108	114	120
	D		100	103	107	112	118
3	C		102	107	108	116	122
	D		99	106	104	113	119

4	C	103	105	111	117	123
	D	99	103	106	113	120
5	C	103	106	113	117	135
	D	101	103	110	114	120

Keterangan :

- A : Sudut kusut kain awal arah lusi atau arah pakan.
 B : Sudut kusut kain setelah proses benam peras dengan monomer - radiasi.
 C : Sudut kusut kain setelah proses benam peras dengan monomer - radiasi - pemanas awetan.
 D : Sudut kusut kain setelah proses benam peras dengan monomer - pemanas awetan (padding).

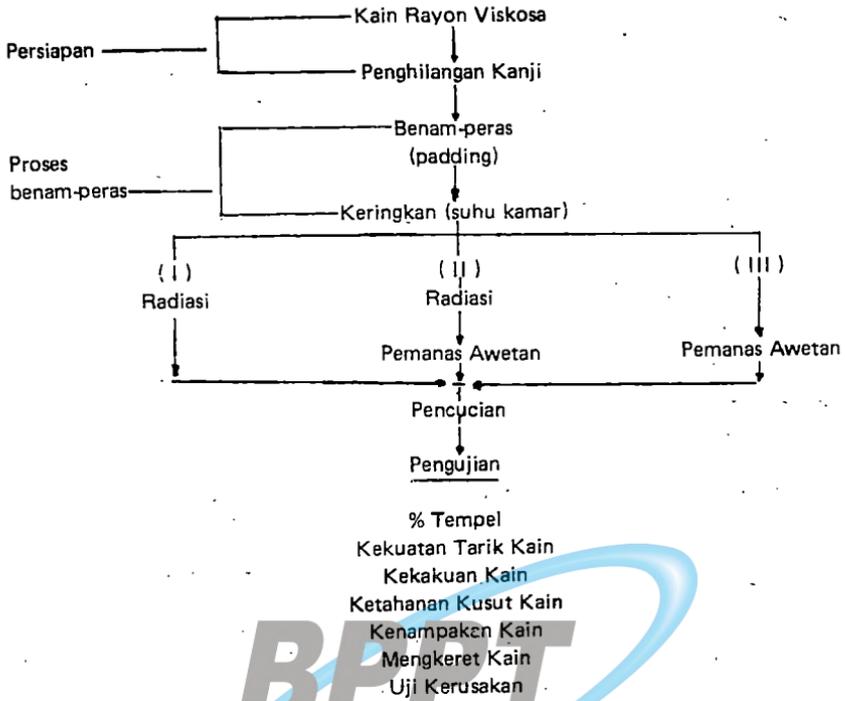
Penyempurnaan anti kusut dimaksudkan untuk mencakup kedua sifat yaitu kemampuan menahan pengaruh kekusutan dan kemampuan untuk mengembalikan dari kekusutan. Kemampuan menahan pengaruh kekusutan berpengaruh pada kekakuan (iregidity) sedang kemampuan untuk mengembalikan dari kekusutan dipengaruhi oleh elastisitas.

Molekul-molekul N-Metilol Akrilamida tersebut cukup kecil untuk memasuki serat selulosa. Di bawah pengaruh panas dan katalis, akan terjadi reaksi kimia baik selulosa maupun zat itu sendiri.

Penaikan sudut kusut terjadi karena adanya reaksi ikatan silang dan pengisian bagian-bagian amorf serat oleh monomer, yang menyebabkan rantai-rantai molekul selulosa lebih terikat satu sama lain dan serat menjadi lebih kaku. Adanya susunan serat yang lebih kompak mengurangi kecenderungan susunan-susunan serat untuk saling menggelincir, apabila mengalami tekanan atau lipatan serat akan lebih tahan terhadap kekusutan.

Dari hasil pengujian Tabel 2 & 3 menunjukkan bahwa kain yang diproses benam peras - radiasi - pemanas awetan (Teknik I), kenaikan sudut kusut sejalan dengan kenaikan suhu pemanas awetan, juga semakin lama waktu pemanas awetan menunjukkan kenaikan sudut kusut pula, baik untuk arah lusi maupun arah pakan.

Untuk kain arah lusi yang diproses benam peras - radiasi - pemanas awetan (Teknik I), kenaikan maksimum dicapai untuk suhu pemanas awetan 135°C dengan waktu 5 menit (sudut kusut = 135°) demikian pula untuk arah pakan (sudut kusut = $135,66^{\circ}$), sedangkan kain yang diproses benam peras - pemanas awetan (Teknik III) kenaikan maksimum dicapai untuk suhu pemanas awetan 135° dengan waktu 5 menit.

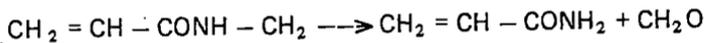


Gambar 1
Teknik Pengolahan Yang Digunakan

B. Reaksi yang terjadi dalam kain

1. Reaksi NMA di dalam larutan dan sewaktu pengeringan.

Di dalam larutan berair dari senyawa NMA terjadi reaksi kesetimbangan pemisahan formaldehid bebas. Kesetimbangan reaksi ini tergantung pada konsentrasi, pH dan suhu larutan. Gugus metilol NMA diubah menjadi formaldehid bebas menurut reaksi berikut:



N-Metilol Akrilamid

formaldehid

Pada suhu yang konstan tingkat kesetimbangan yang dicapai tidaklah berubah, meskipun untuk jangka waktu sebulan, juga pH yang baik untuk kesetimbangan reaksi adalah 6,5.

Bila serat/kain dimasukan ke dalam larutan berpenetrasi maka komponen-komponen dari larutan berpenetrasi ke dalam serat (terutama pada bagian-bagian amorf) selama pengeringan. Pada saat yang bersamaan terjadi perubahan konsentrasi NMA dan kadar formaldehid bebas dalam larutan sebelah dalam kain.

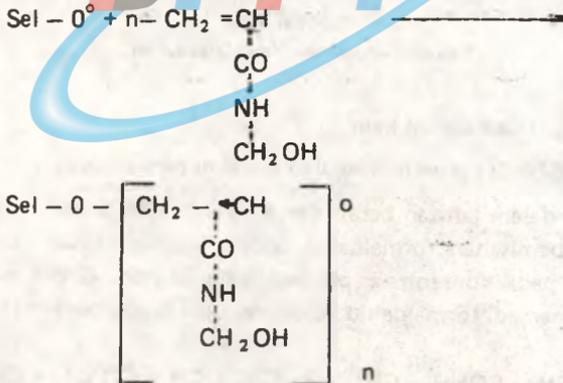
Dalam praktek di Industri, kain-kain pada umumnya dikeringkan pada suhu yang lebih tinggi sesudah dibenam peras (padding) namun demikian suhu pengeringan yang lebih tinggi akan meningkatkan de-kompensasi NMA.

2. Reaksi NMA didalam kain dibawah pengaruh radiasi.

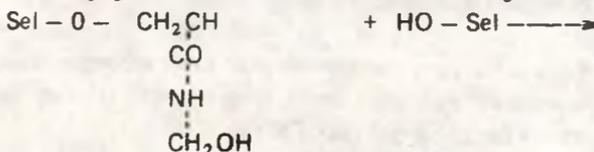
Radikal bebas karena radiasi dalam selulosa dapat memulai (inisiasi) polimerisasi NMA. Apabila pertumbuhan rantai dimulai oleh makro radikal selulosa, maka akan terbentuk suatu kopolimer tempel (graft copolymer). Sedangkan atom-atom H dan radikal-radikal kecil yang lainnya mengawali homopolimerisasi NMA (hal ini tidak dikehendaki karena akan mengganggu dalam proses reaksi kopolimerisasi). Perbedaan antara hasil kopolimer dengan homopolimer yang sangat besar kemungkinan disebabkan oleh kondisi percobaan yang tidak baik.

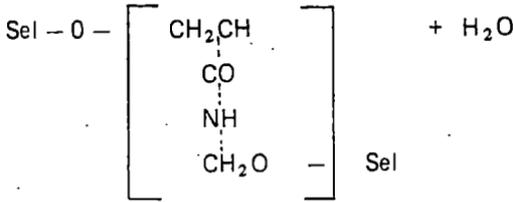
Reaksi-reaksi yang mungkin terjadi:

- a. Reaksi penempelan antara gugus vinil dengan selulosa



- b. Reaksi gugus metilol dari monomer NMA dengan Sel-OH

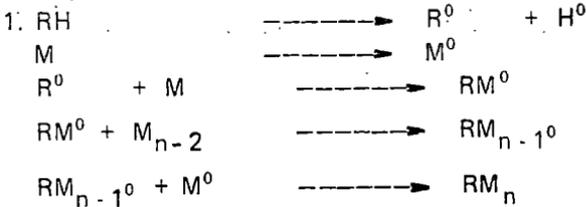




c. Reaksi yang mungkin terjadi pada proses radiasi.

Misalkan: Selulosa = RH

Monomer NMA = M



M merupakan lapisan maka kemungkinan reaksi (c2) kecil, sehingga diharapkan pada pencucian sudah dapat menghilangkan homopolimer.

Apabila dikehendaki hilangnya homopolimer secara sempurna dapat dilakukan ekstraksi dengan alkohol atau aseton.

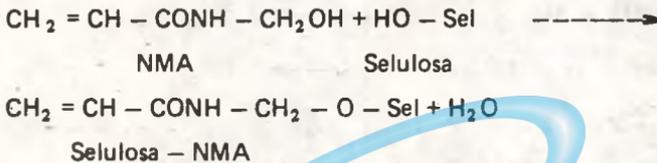
Apabila selulosa diikat silangkan (cross linked) maka ketahanannya akan meningkat karena bagian kain yang telah mengalami penyempurnaan akan menjadi lebih susah dicapai oleh penghidrolisa.

NMA yang membentuk kopolimer tempel dengan selulosa adalah sangat tahan terhadap hidrolisa, hal ini disebabkan adanya ikatan-ikatan karbon, yang pada kondisi tertentu tidak mengalami hidrolisa.

Dengan demikian penyempurnaan bahan selulosa dengan senyawa kimia NMA yang diradiasi akan menghasilkan bahan dengan sifat ketahanan terhadap berbagai senyawa kimia (asam dan basa) yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemakaian resin N-Dimetilol yang biasanya digunakan untuk proses tahan kusut.

3. Reaksi NMA didalam kain dibawah pengaruh panas.

Panas dapat menginisiasi reaksi-reaksi pada kedua gugus fungsional NMA, terutama bila ada katalis yang bersifat asam. Apabila NMA bersama-sama dengan katalis dimasukkan kedalam serat maka reaksi dibawah pengaruh panas yang terutama terjadi adalah kondensasi gugus-gugus metilol dengan gugus OH dari serat rayon menurut reaksi sebagai berikut:



Reaksi tersebut akan mencapai titik optimumnya pada waktu proses pemanasan awetan yang optimal.

Seperti telah dijelaskan dimuka bahwa gugus NMA di dalam larutan mengalami dekomposisi lebih lanjut dengan melepaskan formaldehid. Formaldehid (CH_2O) ini turut masuk ke dalam kain lebih kurang sama dengan 50% atau setara dengan 0,60 mol NMA/gram kain.

Perlu diperhatikan bahwa sesudah waktu pemanasan yangberlangsung jumlah formaldehid dalam tingkat yang sama akan banyak diperoleh pada suhu 80°C dan 110°C . Pada suhu dibawah 80°C secara praktis NMA tidak akan bereaksi dengan selulosa.

Perbandingan jumlah NMA didalam kain yang ditentukan secara gravimetri menurut metoda Roff menyimpulkan bahwasanya formaldehid bebas dalam jumlah yang besar mempunyai kecenderungan untuk sedikit bereaksi dengan selulosa atau tidak bereaksi sama sekali.

Apabila di dalam sistem tidak lagi mengandung gugus penghubung untuk polimerisasi, maka sejumlah fraksi ikatan ganda dalam jumlah yang cukup banyak akan menghilang selama pemanasan. Bersamaan dengan itu rantai-rantai yang terbentuk yang terdiri dari molekul-molekul NMA segera berikatan dengan selulosa sesuai dengan perbandingan yang diperoleh secara gravimetri menurut metoda Roff. Reaksi

ini diduga dapat menyebabkan terjadinya ikatan silang pada selulosa.

Sesudah radiasi dan perlakuan panas yaitu setelah berlangsungnya semua proses modifikasi radiasi kimiawi hampir semua NMA yang diserap pada proses benam peras (padding) akan berikatan dengan selulosa.

4. Kekuatan ikatan-ikatan antara NMA dan Selulosa.

Hidrolisa asam merupakan salah satu metoda yang dipergunakan untuk menentukan ketahanan hasil penyempurnaan kain kapas atau rayon. Jenis ikatan yang terbentuk antara monomer dan selulosa adalah ikatan silang yang sangat mempengaruhi sifat ketahanan dari hasil penyempurnaan terhadap selulosa.

Gugus-gugus metilol dari NMA terkondensasi dengan gugus OH dari serat selulosa selama proses pemanasan. Ikatan-ikatan eter yang terbentuk mempunyai sifat ketahanan terhadap hidrolisa yang relatif rendah.

C. Penilaian Ekonomi.

Kalau ditinjau dari perhitungan harga, energi radiasi sebenarnya sangat mahal, yaitu sampai beberapa dollar US untuk tiap Kwh. Dibandingkan dengan harga energi yang diperoleh secara konvensional seperti tenaga listrik hanya beberapa cent dollar setiap Kwh, dan mungkin masih ada yang lebih murah lagi seperti tenaga panas akan menunjukkan berapa bedanya harga energi tersebut. Akan tetapi untuk suatu proses kimia tidak semuanya mudah dijalankan dengan cara-cara konvensional. Untuk maksud tersebut sering diperlukan suatu proses yang sulit dengan penambahan zat-zat kimia lain sebagai katalisator yang harganya pun tidak sedikit.

Biasanya suatu proses kimia yang dijalankan secara konvensional memerlukan tempat yang luas, tenaga kerja yang banyak menimbulkan pengotoran baik udara maupun air dan prosesnya sangat lambat. Proses yang mempergunakan energi radiasi tidak memerlukan banyak zat-zat kimia sebagai tambahan, memerlukan ruang yang relatif kecil dan tenaga kerja sedikit, proses dilakukan lebih mudah dan cepat pengontrolannya, proses berjalan sangat cepat sehingga kapasitas produksi dapat dinaikan, tidak menimbulkan pengotoran udara dan air.

Di negara-negara yang telah maju penggunaan radiasi pengion ini telah diterapkan dalam industri antara lain dalam industri tekstil atau sedang dalam taraf pilot. Di antara industri dan pilot yang telah memakai radiasi dalam proses tekstil ialah Deering Milliken & Co, Cone Mills

Corp, Dow Chem, Burlington Industri, sedangkan yang dalam taraf pilot seperti: Takasaki Lab, Conservatome Ind., Centre Lyonnais d'Application Atomique, CARIO, CAPRI dan lain-lain.

Menurut perhitungan harga energi radiasi yang digunakan dalam tiap industri atau pilot itu biasanya sangat berbeda-beda. Harga energi radiasi sangat tergantung pada macam sumber radiasi, apakah sumber radiasi itu dari sinar gamma atau sinar elektron. Biasanya harga energi sinar gamma dari Co-60 sedikit lebih tinggi dari pada harga energi sinar elektron dari sumber radiasi yang sama besarnya kapasitasnya. Harga energi sinar gamma tergantung pada besar kecilnya kapasitas dan lamanya waktu operasi per-tahunnya.

Harga antara 6 – 10 US\$/lb. Untuk skala pilot dan industri, yaitu yang mempunyai kapasitas antara 200.000 – 1.000.000 Ci atau yang berkapasitas energi antara 3 – 15 Kw. Sedang untuk sinar elektron harganya antara 4 – 6 US\$/lb untuk kapasitas antara 30 – 60 Kw. Meskipun harga energi sinar pengion hampir sama, akan tetapi modal yang diperlukan untuk sumber radiasi sinar gamma dari Co-60 jauh lebih besar.

Harga accelerator elektron kapasitas 30 Kw dengan bangunan pelindungnya 276.200 US\$, sedang yang berkapasitas 60 Kw dengan bangunan pelindungnya 500.000 US\$. Harga ini jauh lebih murah kalau dibandingkan dengan sumber sinar gamma dari Co-60 yang berkapasitas 1.000.000 Ci atau 14,8 Kw yang harganya untuk 1.000.000 Ci adalah 500.000 US\$ belum termasuk bangunan pelindung yang harganya kira-kira mencapai 1.000.000 US\$.

Jadi untuk memilih jenis sumber radiasi sangat penting, pertama harus diingat proses yang bagaimana yang akan dijalankan dan mengingat faktor-faktor ekonomi yang lain dan kenyamanan kerjanya. Kalau yang dipilih accelerator elektron dari 60 Kw adalah sama dengan 21.600 Mrad-Kg/jam. Kalau 1 tahun bekerja 4.000 jam dengan faktor rendemen 50% dan untuk proses tempel diperlukan dosis 1 Mrad, maka tiap tahunnya dapat dihasilkan perbaikan bahan-bahan tekstil kurang lebih 40.000 ton.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan uraian di atas dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Bahan rayon viskosa yang diproses benam peras dengan NMA kemudian diradiasi dan dipanas awetkan (teknik II) menghasilkan perbaikan paling besar terhadap pengujian sifat-sifat kain bila dibandingkan dengan yang diproses pemanas awetan saja (teknik III) ataupun yang diproses radiasi saja (teknik I).

Sedangkan bahan yang setelah dibenam peras langsung diproses pemanas awetan tanpa radiasi (teknik III) hasilnya lebih baik dari hasil yang di-radiasi tanpa pemanas awetan (teknik I).

Hal ini membuktikan bahwa penggabungan 2 proses secara berurutan khususnya untuk pengerjaan dengan monomer N-Metilol akrilamida yang mempunyai 2 gugus fungsi akan menghasilkan perbaikan yang paling besar.

2. Walaupun teknik pengerjaan II benam peras-radiasi-pemanas awetan menghasilkan perbaikan paling besar dibandingkan 2 teknik pengerjaan lainnya, namun hal ini belum menggambarkan bahwa teknik II yang terbaik sebab masih ada beberapa teknik pengerjaan lainnya seperti:
 - Benam peras - pemanas awetan - radiasi - pengujian;
 - Radiasi - Benam peras - Pemanas awetan - pengujian.
 - Kopolimerisasi tempel pada fasa uap.
 - Dan lain-lain.Oleh sebab itu perlu adanya penelitian-penelitian lanjutan.
3. Perbaikan mutu kain rayon dan bahan-bahan tekstil yang ada di Indonesia dapat dilakukan dengan metoda kopolimerisasi tempel radiasi, namun penelitian faktor-faktor ekonomi dalam proses ini perlu diteliti didasarkan pada kondisi di Indonesia.
4. Bila dibandingkan dengan metoda konvensional yang ada maka proses kopolimerisasi tempel radiasi berjalan lebih sederhana.
5. Berdasarkan hasil-hasil penelitian di negara-negara lain, menunjukkan adanya prospek yang baik dalam perkembangan industri tekstil dan juga perkembangan penggunaan tenaga atom dalam industri tekstil.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arthur F. & Readdy Jr., **Application of Ionizing radiation in Plastic and Polymer Technology**, Plastic report R 41, New Jersey, 1971.
2. Dzedziela W.M. and J. Rosiak, **Reaction on N-Methylol Acrylamide in Radiation Chemical Modification of Cotton Fabric**, John Wiley & Sons, Inc. 1974.
3. Habibie Sudirman., **Masa Depan Industri Rayon di Indonesia**, Majalah BPPT No. IV 1983.
4. Hoffman A.S., **Radiation Grafting on Cotton Textiles and Fibers**, *Isotope and Radiation Technology*, Vol. 8 No. 1, 84 (1970).
5. Mirzan T. Razzak, Moch. Ridwan, G. Scarpa., **Aspek Dosimetry pada Proses Sterilisasi Radiasi**, Majalah BATAN Vol. XIII No. 3, 4 Desember 1980.

Kondisi Industri Tempa Di Indonesia Dalam Menunjang Kebutuhan Komponen Tempa Di Dalam Negeri

BPPT

Oleh : Murni Asti

INTISARI

Dewasa ini diperkirakan terdapat lebih dari 100 sentra industri tempa tradisional yang memproduksi alat-alat pertukangan dan pertanian tangan seperti pisau, mata pahat, pacul, arit dan lain-lain. Industri besar yang memiliki fasilitas peralatan tempa dengan mesin cukup banyak. Namun yang benar-benar memproduksi barang-barang tempa sebagai kegiatan utamanya hanya beberapa saja.

Pada umumnya unit-unit penempaan yang dimiliki oleh perusahaan-perusahaan besar hanya berfungsi sebagai penunjang saja.

PENDAHULUAN.

Industri tempa di Indonesia saat ini masih belum berkembang dengan baik sehingga peranannya sangat kecil dalam menunjang industri mesin dan konstruksi.

Salah satu hambatan dalam usaha-usaha peningkatan pemakaian komponen dalam negeri bagi industri mesin dan konstruksi adalah di bidang pengadaan komponen tempa.

Dalam tahun 1981 produksi barang-barang tempa hanya mencapai tidak lebih dari 15.000 ton, yang sebagian besar adalah hasil industri kecil/pengrajin pande besi berupa alat-alat pertanian tangan dan pertukangan.

Dengan adanya kebijaksanaan pemerintah yang mengharuskan pemakaian komponen lokal (produksi dalam negeri) bagi industri perakitan mesin dan konstruksi di Indonesia, maka industri tempa perlu dikembangkan.

Dalam makalah ini hanya dibahas lima sektor industri konsumen produk-produk tempa di Indonesia, yaitu industri kendaraan bermotor roda 4, industri mesin pertanian, industri persenjataan, industri kereta api serta industri kapal.

TEKNOLOGI PROSES SERTA PERANAN INDUSTRI TEMPA DILINGKUNGAN INDUSTRI-INDUSTRI PEMAKAI LOGAM SECARA UMUM.

1. Proses tempa

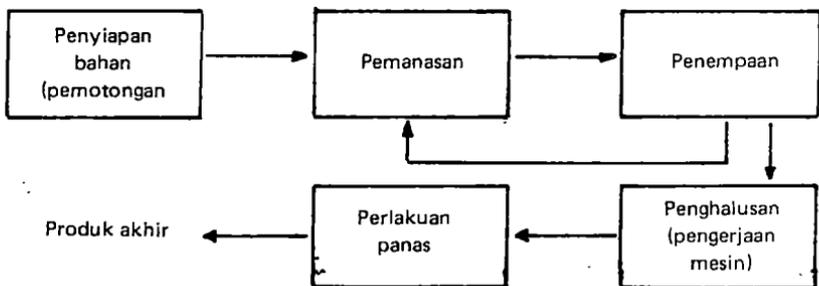
Proses tempa adalah proses-proses pengolahan bentuk logam dengan cara menekan/memukulnya dalam keadaan padat (panas maupun dingin) ke atas landasan tempa (dengan atau tanpa bantuan dies) sedemikian rupa sehingga ketiga dimensinya mengalami perubahan menjadi bentuk dan ukuran seperti yang diinginkan.

2. Industri tempa dan teknologinya.

Industri tempa yang dimaksudkan di sini ialah industri yang menggunakan proses tempa sebagai kegiatan utamanya dalam memproduksi benda-benda tempa berupa elemen/komponen dasar barang-barang kebutuhan dan barang-barang modal.

Industri logam yang memproduksi barang-barang/elemen "fastener" seperti paku, mur, baut dan sebagainya yang bentuk dan ukurannya standar dan dibuat dengan proses tempa secara dingin, tidak digolongkan dalam kelompok industri tempa.

Secara umum teknologi pembuatan barang-barang tempa yang dilakukan oleh industri tempa pada dasarnya mengikuti proses seperti pada gambar 1.



Gambar 1.

Penempaan dapat dilakukan dengan tangan maupun dengan mesin. Penempaan dengan tangan biasanya memerlukan tenaga dua orang atau lebih, sedangkan tempa dengan mesin cukup dilakukan oleh seorang operator saja yang kadang-kadang dapat melayani beberapa mesin sekaligus tergantung dari jenis penempaan dan tingkat kecanggihan mesin.

Pada industri tempa yang melakukan penempaan dengan tangan, satu orang berperan sebagai "kepala" tempa, bertugas memegang dan mengatur posisi (manipulating) benda tempa di atas paron (landasan tempa atau anvil) sedangkan yang lain (satu orang atau lebih) bertugas sebagai penempa dengan menggunakan martil (palu atau hammer). Martil yang dipakai ada yang mencapai ukuran (berat) 8 kg. Dan di samping martil dipakai pula perkakas/alat bantu lainnya yaitu untuk memotong, membentuk, membuat lubang dan sebagainya.

Pada industri tempa dengan mesin, beberapa metoda proses penempaan yang saat ini banyak dipakai adalah:

"Hammer" atau "Smith"

Prinsipnya adalah sama dengan proses penempaan dengan tangan, yaitu benda kerja ditaruh di atas "anvilblock" dan dipukul berulang-ulang. Pemukulan dilakukan dengan mesin. Mesin jenis ini berukuran antara 50 sampai 10.000 kg. Permukaan anvil maupun hammer adalah rata karenanya maka keberhasilan tempat sepenuhnya tergantung dari kecakapan operator yaitu dalam mengatur posisi benda kerja disetiap pukulan.

Metoda ini biasa dipakai untuk membuat benda tempa dengan presisi rendah, yang memerlukan pengerjaan lebih lanjut secara mesin dan tidak untuk produksi seri/masal. Untuk benda kerja ukuran besar biasanya digunakan bantuan manipulator mekanis.

"Drop forging".

Menggunakan "closed impression dies" yang terbagi dua, bagian yang satu menempel pada hammer dan yang lain pada "anvil". Seringkali dies berisi beberapa rongga tempa sesuai dengan jumlah tahap pukulan/penempaan yang diperlukan. Cara penempaan ini cocok dipakai untuk produksi secara seri/masal benda-benda tempat ukuran kecil dengan presisi tinggi tanpa banyak memerlukan pengerjaan mesin lebih lanjut.

"Press forging"

Menggunakan proses press yang bergerak secara lambat sebagai ganti dari pukulan pada cara "drop forging". Gaya press dari mesin jenis ini ada yang mencapai 50.000 ton.

Metode "press forging" biasa dipakai untuk benda-benda tempa dengan permu-

kaan yang lebih luas dan dengan presisi yang lebih tinggi dari "drop forging".

"Upset forging".

Dipakai untuk membentuk bagian ujung, tengah atau bagian-bagian tertentu lainnya dari benda kerja berbentuk bar atau rod. Penempatan cara ini biasa dipakai untuk membentuk kepala baut, katup-katup serta sambungan-sambungan pipa dan poros.

"Roll forging"

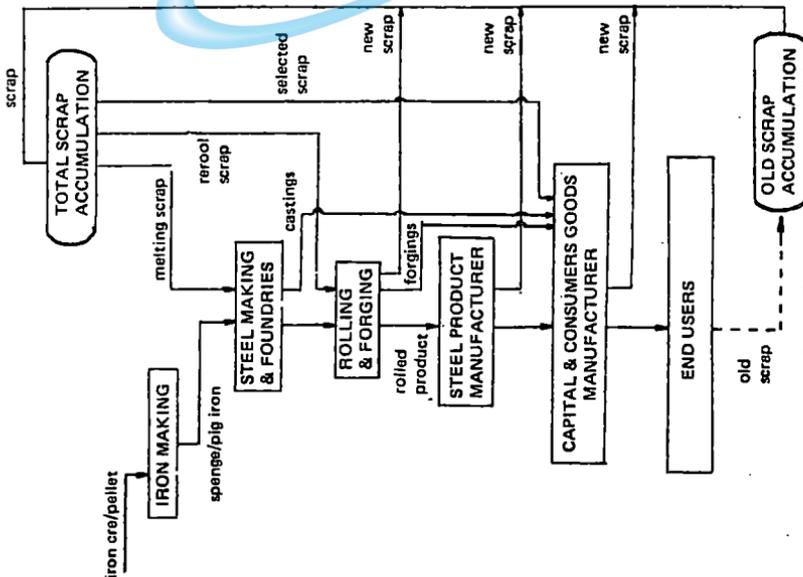
Digunakan untuk mereduksi diameter/ketebalan dari sebagian atau seluruh benda kerja berupa batangan (bar). Mesin yang dipergunakan berbentuk roll dengan alur-alur sejajar yang eksentrik berfungsi sebagai dies. Penempatan dengan roll terhadap benda kerja berupa batangan dilakukan secara bertahap dari satu alur ke alur yang lain sehingga menghasilkan bentuk yang diinginkan. Metoda ini biasa dipakai untuk membuat poros ukuran kecil, per daun dan sebagainya.

"Swagging"

Pada metoda ini penempaan hanya dikenakan terhadap sebagian dari benda kerja yaitu untuk mereduksi diameter dari ujung sebuah silinder berrongga maupun pejal. Cara ini biasa dipakai dalam pembuatan botol/bejana baja.

PERANAN INDUSTRI TEMPA DI LINGKUNGAN INDUSTRI-INDUSTRI PEMAKAI BAHAN LUGAM:

Menurut struktur tingkatan industrinya, posisi industri tempa diantara industri-industri penghasil dan pengguna besi baja secara umum adalah seperti pada gambar 2.



Gambar 2
Bagan Alir
Pemakaian Besi-Baja

KEADAAN INDUSTRI TEMPA DI INDONESIA

1. Profil industri :

Ditinjau dari tingkatan teknologinya maka industri tempa di Indonesia dapat dibedakan atas industri tempa tradisional (industri tempa dengan tangan) dan industri tempa dengan mesin. Industri tempa tradisional umumnya dilakukan oleh unit-unit usaha tempa yang tergolong dalam industri kecil, sedangkan industri tempa dengan mesin hampir seluruhnya adalah industri besar.

Dewasa ini diperkirakan terdapat lebih dari 100 sentra (perkampungan/daerah pengelompokan) industri tempa tradisional. Hampir di setiap kabupaten di Jawa dan Sumatera dapat dijumpai sentra-sentra tempa tradisional ini. Tiap sentra biasanya memiliki antara 10 sampai 30 unit usaha tempa dan tiap unitnya beranggotakan 3 sampai 6 orang. Produksinya adalah alat-alat pertukangan dan pertanian tangan seperti pisau, gunting, mata pahat, kampak, arit, pacul garpu tanah dan sebagainya.

Industri besar yang memiliki fasilitas peralatan tempa dengan mesin, jumlahnya cukup banyak. Namun yang benar-benar memproduksi barang-barang tempa sebagai kegiatan rutin atau kegiatan utamanya hanya beberapa saja. Umumnya unit-unit penempaan yang dimiliki oleh perusahaan-perusahaan besar hanya berfungsi sebagai penunjang semata-mata.

Produksi perusahaan/unit-unit usaha besar tempa antara lain adalah alat-alat pertukangan tangan, pacul, komponen senjata api (pistol), paku rel dan komponen-komponen pengganti mesin peralatan pabrik yang tidak menuntut persyaratan mutu yang tinggi. Keadaan industri tempa di Indonesia saat ini dapat dilihat pada tabel 1.

2. Bahan baku:

Hampir seluruh industri tempa tradisional yang ada menggunakan "scrap" baja sebagai bahan bakunya (lihat aliran re-roll scrap pada gambar 2, bagan alir pemakaian besi baja).

Jenis re-roll scrap yang dipakai tergantung dari jenis dan mutu produk tempa yang akan dibuat.

Untuk produk-produk tempa kualitas murah biasanya dipakai potongan-potongan bekas besi beton, pelat atau baja profil. Sedang untuk kualitas yang lebih baik biasanya dipakai potongan-potongan bekas pegas daun kendaraan bermotor, bekas rel kereta api atau bekas poros.

Pada industri tempa dengan mesin yang memproduksi secara seri, pada umumnya dipakai bahan baku baru berupa baja batangan (rods & bars), baja billet dan batang kawat baja.

Sedangkan unit-unit tempa yang selama ini hanya berfungsi sebagai unit penunjang untuk kegiatan masing-masing perusahaan induknya (yang biasanya berupa perusahaan permesinan dan konstruksi), sebagian besar menggunakan bahan baku scrap.

3. Teknologi proses :

Secara umum, sesuai dengan sebutannya maka kelompok unit usaha tempa tradisional menggunakan teknologi konvensional yang sederhana, sedangkan kelompok unit usaha tempa dengan mesin menggunakan teknologi yang relatif lebih maju.

Teknologi proses tempa tradisional:

Industri tempa tradisional yang ada di Indonesia sampai saat ini masih mengandalkan tenaga tangan semata-mata untuk mengerjakan hampir seluruh tahapan proses. Satu-satunya bagian alat yang dilengkapi dengan motor penggerak adalah "blower" (peniup tungku), itupun hanya dimiliki oleh sebagian kecil pengusaha saja. Khusus untuk pengerjaan akhir, biasanya sentra-sentra industri yang jumlah unit usaha tempanya cukup banyak, memiliki unit-unit khusus yang melayani pekerjaan ini secara kolektif. Dan pada umumnya unit-unit khusus ini menjalankan mesin-mesin mereka (mesin gerinda, poles dan sebagainya) dengan tenaga motor diesel atau motor listrik.

Pemilihan/seleksi bahan baku dan pengendalian temperatur dilakukan secara visual atas dasar pengalaman saja. Demikian pula dalam hal pemeriksaan produk akhir.

4. Teknologi proses tempa dengan mesin:

Industri tempa dengan mesin di Indonesia nampaknya masih jauh tertinggal dibandingkan dengan industri yang sama di negara-negara maju. Industri tempa di Indonesia hanya mengenal metoda "hammer Smith" kecuali Pindad yang telah memiliki beberapa mesin-mesin "press" dan "close die/drip forging" dan PT BBI Unit Turangga yang telah mengoperasikan mesin-mesin khusus untuk membuat pacul.

Unit-unit tempa yang hanya mengenal metoda "Hammer Smith" di Indonesia ini, pada umumnya menggunakan mesin-mesin dan peralatan yang sudah tua. Hampir seluruh mesin "Hammer" yang dioperasikannya adalah buatan sebelum perang dunia ke II. Beberapa diantaranya bahkan ada yang masih menggunakan mekanisme engkol dan pegas yang masih sangat sederhana buatan tahun 1920-an. Peralatan kuno semacam ini dapat ditemui di beberapa pabrik permesinan umum dan di bengkel-bengkel milik perusahaan perkebunan yang seusia.

Mesin tempa yang usianya relatif baru hanya dapat dijumpai di beberapa pabrik/bengkel/unit usaha yang umurnya relatif baru pula (kecuali Pindad yang telah memodernisasikan peralatan tempanya di awal tahun 60-an). Pada unit-unit tempa yang relatif baru inilah dapat dijumpai mesin-mesin baru "up setting".

5. Mutu dan diversifikasi produk:

Industri kecil tempa tradisional pada umumnya menghasilkan produk-produk tempa dengan mutu yang tidak konstan. Hal ini dapat dimaklumi sehubungan dengan bervariasinya bahan baku yang dipakai serta adanya keterbatasan dalam peralatan. Dan selama produksinya masih terbatas pada perabot dapur serta perkakas tangan sederhana (alat-alat pertanian dan pertukangan) masalah mutu tidak begitu dipersoalkan, kecuali untuk beberapa produk seperti pacul dan kampak.

Mutu pacul hasil industri besar (tempa dengan mesin) relatif lebih baik dibandingkan dengan pacul hasil industri kecil tempa tradisional. Tiga pabrik pacul yang ada (PT BBI unit Turangga, PT Purosani dan PT Sinar Pacul Mas) telah mampu menghasilkan pacul dengan mutu setara produk impor.

Untuk industri tempa dengan mesin selain dari industri pacul tersebut di atas, sulit diperoleh informasi mengenai mutu produknya karena pada umumnya tidak melakukan produksi secara seri. Kelompok industri tempa ini kebanyakan hanya merupakan unit-unit kegiatan kecil dari perusahaan induknya seperti pabrik permesinan umum, galangan kapal dan bengkel-bengkel pabrik pengolahan milik perusahaan perkebunan.

6. Produktifitas:

Hampir seluruh unit-unit usaha tempa mesin yang ada memiliki produktifitas yang rendah. Sebagian besar jam kerja merupakan jam menganggur bagi mesin-mesinnya. Bahkan di beberapa tempat ada mesin-mesin yang telah menganggur penuh selama beberapa tahun tanpa pernah beroperasi seharipun.

INDUSTRI KONSUMEN PRODUK TEMPA DI INDONESIA.

1. Industri kendaraan bermotor roda 4 :

Sampai saat ini hampir seluruh komponen tempa untuk industri kendaraan bermotor roda 4 masih diimpor dalam bentuk CKD (completely knocked down), SKD (semi knocked down) maupun "parts minus CKD" bersama-sama komponen lain; karena industri tempa didalam negeri belum memproduksi.

Bila semua elemen/komponen kendaraan bermotor roda 4 sudah harus didapat dari dalam negeri, maka perkiraan proyeksi kebutuhan komponen tempanya adalah seperti pada tabel II.

2. Industri mesin pertanian:

Yang dimaksud dengan mesin pertanian disini ialah mesin-mesin dan peralatan untuk mengolah tanah pertanian, menanam dan memelihara tanaman, panen dan peralatan pasca panen yang digerakkan oleh tenaga motor. Pemakaian komponen tempa untuk tahun 1982 adalah 61 ton dan proyeksinya untuk beberapa tahun yang akan datang adalah seperti pada tabel III.

Proyeksi tersebut belum termasuk kebutuhan komponen engine, dan tidak termasuk kebutuhan untuk traktor pertanian ukuran besar (diatas 40 PK).

3. Industri persenjataan:

Satu-satunya industri di Indonesia yang memproduksi persenjataan untuk keperluan militer ialah PT PINDAD. Sejak rehabilitasi peralatan di awal tahun 1960-an PT. PINDAD telah memproduksi secara seri beberapa jenis senjata api beserta amunisinya. Komponen tempa yang dibutuhkan sebagian besar dibuat oleh unit tempa yang dimilikinya.

Diperkirakan kebutuhan komponen tempa pada tahun 1990 adalah 2000 ton.

4. Industri Kereta api:

PT. INKA adalah satu-satunya industri di Indonesia yang memproduksi gerbong kereta api.

Perkiraan kebutuhan komponen tempa untuk industri kereta api adalah seperti pada tabel IV.

5. Industri kapal:

Sebagian besar komponen tempa untuk kapal antara lain adalah komponen transmisi yang meliputi "couplings", poros antara, dan poros baling-baling masih diimpor.

Sehubungan dengan pembesituaan kapal, yang mana akan diganti dengan kapal-kapal baru dimana seluruh pengadaannya dilakukan di dalam negeri termasuk komponen tempanya maka kebutuhan komponen tempa sampai tahun 1990 adalah seperti pada tabel V.

6. Sektor industri lainnya:

Industri engine non Kendaraan bermotor, industri mesin peralatan pabrik, industri alat-alat rumah tangga, industri mesin perkakas dan perkakas tangan sampai saat ini memerlukan produk-produk tempa yang cukup besar dimana masih sulit didapatkan data jumlahnya.

PENUTUP

1. Bila program nasional pengembangan industri permesinan dalam Pelita IV dan Pelita V berjalan lancar, maka kebutuhan produk-produk tempa pada tahun 1990 diperkirakan akan mencapai 80.000 ton.
Jumlah tersebut tidak termasuk produk-produk tempa yang terkandung di dalam barang-barang modal dan barang kebutuhan dari logam yang masih harus diimpor dalam bentuk CKD, SKD maupun "bulit up".
2. Dari seluruh kebutuhan produk tempa, konsumen yang terbesar adalah sektor industri kendaraan bermotor, mesin pertanian, persenjataan, kereta api, dan kapal.
3. Dalam menyusun program pengembangan industri tempa di Indonesia perlu diingat kelompok-kelompok industri tempa yang telah ada; dengan perkataan lain sebaiknya program ini dimulai dengan pengelompokan industri tempa atas 3 golongan yaitu:
 - kelompok industri pembuat barang-barang/komponen keperluan umum yang bentuk dan ukurannya standard (paku, mur, baut, tool kit, kikir dan lain-lain).
 - kelompok industri tempa pembuat alat pertanian tangan dan pertukangan tangan (termasuk didalamnya industri kecil logam/pande besi).
 - industri tempa pembuat komponen/elemen untuk konstruksi mesin.

DAFTAR PUSTAKA

1. De Garmo, Paul, **"Materials and Processes in Manufacturing"** Collier-Mc Millan International, New York, 1970.
2. Golf, K.H., **"Closed Die Forging, A Modern Metal Forming Technology"**, SEASI Conference on Impact of Iron and Steel Industry on Down Stream Industry, Yogyakarta, April 1983.
3. Kamenshchikov, G, **"Forging Practice"**, Peace Publishers, Moscow.
4. Data sekunder dari masing-masing industri di Indonesia.

Tabel 1
Keadaan Industri Tempa Di Indonesia (1982)

JENIS	PERUSAHAAN/INDUSTRI	PRODUK	MESIN YANG DIPAKAI	KAPASITAS (ton/tahun)
TEMPA TRADISIONIL	<ul style="list-style-type: none"> - Terdapat hampir disetiap kabupaten di propinsi: Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Lampung, Sumatera Selatan, Bengkulu dan Sulawesi Selatan. 	<ul style="list-style-type: none"> Macam-macam pisau, pangsang, sabit, pacul, linggis, kampak, pahat dan garpu. 	<p>Anvil, hammer, vise, fullers dan lain-lain (Hand Forgings)</p>	<p>...</p>
TEMPA DENGAN MESIN	<ul style="list-style-type: none"> - Tempa Umum: <ul style="list-style-type: none"> - PT Berdikari (Bandung) - PT PAL (Surabaya) - PT Barata (Tegal) - PT BBI Unit Indra (Sby) - Bengkel Tensera PTP VII - PT Barata (Surabaya) - Tempa Khusus: <ul style="list-style-type: none"> - PT Jay Kay Files (Sby) - PT BBI Unit Turangga - PT Purosani (Yogya) - PT Pacul Siner Mas (Jkt) - PT Pindad 	<ul style="list-style-type: none"> Paku rel dan lain-lain. (tidak berproduksi) ... Komponen IMPP ... Files (kikir) Pacul Pacul Pacul Rangka pistol & mortir 	<ul style="list-style-type: none"> Up Set & hammer forging Hammer Forging Hammer Forging Hammer Forging Hammer Forging Upset & Hammer Forging Drop & Hammer Forging Drop, Roll & Hammer Forging Hammer Forging ... Press & drop Forging 	<ul style="list-style-type: none"> ... 100 500 200

Tabel II :

Perkiraan kebutuhan komponen/elemen tempa untuk industri kendaraan bermotor roda- 4
(x 1000 ton)

Tahun	Engine	Diluar engine	Total
1985	10.0	50.0	60.0
1986	11.7	58.5	70.2
1987	12.3	61.5	73.8
1988	12.9	64.5	76.4
1989	12.9	64.5	76.4
1990	13.5	67.6	79.1

Sumber: Perhitungan sendiri dengan dasar proyeksi produksi kendaraan bermotor roda-4.

Tabel III :

Perkiraan kebutuhan komponen tempa untuk industri mesin pertanian

Tahun	Kebutuhan (ton)
1984	77
1986	95
1988	114
1990	132

Tabel IV :

Perkiraan kebutuhan komponen tempa untuk industri kereta api

Tahun	Komponen tempa (ton)
1982	10
1983	120
1984	240
1985	370
1986	500
1987	630
1988	760
1989	930
1990	1100

Tabel V :

Perkiraan kebutuhan komponen tempa untuk pembuatan kapal baru

Tahun	Komponen tempa (ton)
1983	135
1984	198
1985	261
1986	324
1987	387
1988	450
1989	513
1990	576



Industri Pupuk Di Indonesia

Oleh: Joko Endrarjo

INTISARI

Industri pupuk buatan di Indonesia dimulai pada tahun '60 an dengan pendirian pabrik pupuk urea PT Pupuk Sriwijaya di Palembang. Perkembangan industri pupuk terus meningkat dari tahun ke tahun dan sampai saat ini di Indonesia ada 6 pabrik pupuk buatan. Jenis pupuk yang sudah dapat diproduksi di Indonesia adalah urea, TSP (Tri Super Phosphat), ZA (Amonium Sulfat), DAP (Diamonium Phosphat), dan NPK (Nitrogen, Phosphat, Kalium). Pemasaran pupuk di Indonesia dilakukan oleh PT Pupuk Sriwijaya baik untuk pemasaran dalam negeri maupun ekspor.

Di bidang alih teknologi, telah cukup banyak teknologi dibidang pupuk yang dapat dikuasai oleh tenaga-tenaga Indonesia dan bahkan telah mampu membangun pabrik pupuk sendiri mulai dari desain sampai pengoperasiannya, walaupun ada beberapa alat yang harus didatangkan dari luar negeri.

PENDAHULUAN

Dalam Pelita IV ini Indonesia telah berhasil dalam berswasembada pangan khususnya komoditi beras. Salah satu faktor yang menunjang keberhasilan tersebut adalah eksistensi industri pupuk dalam negeri. Sampai saat ini di Indonesia telah dapat diproduksi beberapa jenis pupuk antara lain: urea, TSP (Tri Super Phosphat), ZA (Zward Amonium), DAP (Diamonium Phosphat) dan NPK (Nitrogen, Phosphat, Kalium). Pupuk-pupuk urea, TSP dan ZA diproduksi

secara kontinu, , sedangkan pupuk DAP dan NPK diproduksi berdasarkan pesanan.

Dewasa ini Indonesia memiliki 6 pabrik pupuk yang terdiri dari 15 unit pabrik pupuk (10 unit pabrik pupuk urea, termasuk didalamnya 2 unit yang sudah tidak memproduksi lagi yaitu PUSRI I dan unit urea PT Petrokimia Gresik, 2 unit pabrik pupuk TSP dan 3 unit pabrik ZA). Adapun unit-unit tersebut adalah:

- PT Pupuk Sriwijaya 4 unit (PUSRI I, PUSRI II, PUSRI III dan PUSRI IV).
- PT Petrokimia Gresik 6 unit (TSP I, TSP II, ZA I, ZA II, ZA III dan unit urea).
- PT Pupuk Kujang 1 unit.
- PT Pupuk Kalimantan Timur 2 unit (Kaltim I dan Kaltim II).
- AAF (Asean Aceh Fertilizer) 1 unit.
- PT Pupuk Iskandar Muda 1 unit.

Pabrik-pabrik pupuk tersebut semuanya berstatus BUMN (Badan Usaha Milik Negara) dibawah Departemen Perindustrian kecuali AAF (yang merupakan usaha kerja sama diantara negara-negara ASEAN), dan tersebar diberbagai lokasi sebagai berikut:

- Aceh 2 pabrik (AAF dan PT Pupuk Iskandar Muda).
- Sumatera Selatan 1 pabrik (PT Pupuk Sriwijaya).
- Jawa Barat 1 pabrik (PT Pupuk Kujang).
- Jawa Timur 1 pabrik (PT Petrokimia Gresik).
- Kalimantan Timur 1 pabrik (PT Pupuk Kalimantan Timur).

Kapasitas terpasang secara keseluruhan dari pabrik pupuk urea sebesar 4.370.000 ton per tahun, pabrik pupuk TSP sebesar 1.200.000 ton per tahun, pabrik pupuk ZA sebesar 650.000 ton pertahun, pabrik pupuk DAP sebesar 80.000 ton pertahun dan pabrik pupuk NPK sebesar 50.000 ton pertahun (Lampiran 1.).

Sejalan dengan usaha pemerintah untuk melakukan intensifikasi dibidang pertanian, diantaranya dikenal istilah supra insus, Kebutuhan pupuk akan terus meningkat dari tahun ke tahun dan diperkirakan kebutuhan pupuk tahun 1989/1990 akan mencapai 3.740.000 ton urea pertahun; 1.420.000 ton TSP pertahun dan 642.000 ton ZA pertahun (Lampiran 2.). Untuk memenuhi kebutuhan akan pupuk tersebut di atas maka oleh Pemerintah akan dan sedang dibangun beberapa pabrik pupuk baru yaitu antara lain TSP III PT Petrokimia Gresik dan Kaltim III. Jika pabrik-pabrik tersebut selesai dibangun maka diperkirakan pada tahun 1989/1990 kapasitas terpasang pabrik pupuk di Indonesia akan melebihi dari kebutuhannya sehingga kelebihan produksinya dapat diekspor seperti yang telah dilakukan pada tahun-tahun yang telah lalu.

PERKEMBANGAN INDUSTRI PUPUK DI INDONESIA

Sejarah industri pupuk buatan di Indonesia dimulai dengan pembangunan pabrik pupuk urea yang pertama yaitu PT Pupuk Sriwijaya (PUSRI I) di Palembang dengan kapasitas terpasang 100.000 ton urea pertahun dan mulai berproduksi pada tahun 1963. Pada tahun 1962 industri pupuk di Indonesia mulai berkembang dengan mulai berproduksinya beberapa pabrik pupuk yaitu PUSRI II yang memproduksi pupuk urea dengan kapasitas terpasang 380.000 ton pertahun, juga unit urea PT Petrokimia Gresik yang memproduksi pupuk urea dengan kapasitas terpasang 45.000 ton pertahun dan unit ZA I PT Petrokimia Gresik yang memproduksi pupuk ZA (Amonium Sulfat) dengan kapasitas 150.000 ton pertahun.

Selanjutnya potensi industri pupuk dalam negeri makin lama makin meningkat dengan dibangunnya beberapa pabrik baru, antara lain: pada tahun 1976 PUSRI III mulai memproduksi pupuk urea dengan kapasitas 570.000 ton/tahun dan pada tahun 1977 PT Pusri memperluas pabrik dengan dibangunnya PUSRI IV yang memproduksi pupuk urea dengan kapasitas 570.000 ton/tahun. Dan pada tahun 1978/1979 PT Pupuk Kujang juga mulai memproduksi pupuk urea dengan kapasitas terpasang 570.000 ton/tahun.

Pada tahun 1979 untuk pertama kalinya di Indonesia diproduksi pupuk fosfat, yaitu dengan mulai beroperasinya Unit TSP I PT Petrokimia Gresik yang memproduksi pupuk TSP (Tri Super Phosphat) dengan kapasitas terpasang 500.000 ton/tahun. Di samping memproduksi pupuk TSP, Unit TSP I PT Petrokimia Gresik juga dapat memproduksi sekaligus pupuk TSP, DAP, NPK dengan kapasitas masing-masing 330.000 ton TSP/tahun, 80.000 ton DAP/tahun dan 50.000 ton NPK/tahun.

Selanjutnya dalam Pelita III telah dibangun pula beberapa pabrik pupuk baru, baik pupuk nitrogen maupun pupuk fosfat. Pabrik-pabrik tersebut adalah: Unit TSP II PT Petrokimia Gresik yang memproduksi pupuk TSP dengan kapasitas 500.000 ton/tahun, dan telah mulai berproduksi pada tahun 1983. Pada tahun itu juga AAF juga mulai memproduksi pupuk urea dengan kapasitas terpasang 570.000 ton/tahun.

Dalam rangka meningkatkan produksi pangan maka dalam Pelita IV ini beberapa pabrik baru selesai dibangun, antara lain dengan diresmikannya pada tahun 1984 Unit ZA II PT Petrokimia Gresik yang memproduksi pupuk ZA dengan kapasitas terpasang 250.000 ton/tahun. Unit ZA II ini merupakan rangkaian dari "Phosphoric acid plant" memanfaatkan gypsum (hasil samping dari unit asam fosfat) sebagai bahan baku dalam pembuatan pupuk ZA. Pada tahun 1984/1985 juga beberapa pabrik baru selesai dibangun yaitu: PT Pupuk Kaltim I dan Kaltim II serta PT Pupuk Iskandar Muda yang masing-masing memproduksi pupuk urea dengan kapasitas masing-masing 570.000 ton/tahun. Selanjutnya

tahun 1986 Unit ZA III selesai dibangun, Unit ini memproduksi pupuk ZA dengan kapasitas 200.000 ton/tahun. Namun seperti telah disitir di atas, pada tahun 1986/1987 ini ada 2 unit urea yang dinyatakan sudah tidak memproduksi lagi yaitu unit PUSRI I (kapasitas terpasang 100.000 ton/tahun) dan Unit urea PT Petrokimia Gresik (kapasitas terpasang 45.000 ton/tahun).

TEKNOLOGI

A. Pupuk Urea

Bahan baku dasar untuk pembuatan pupuk urea adalah amonia dan karbon dioksida, yang keduanya diperoleh dari pabrik amonia. Sedangkan bahan baku untuk pembuatan amonia sendiri dapat bervariasi antara lain berasal dari Gas alam, LPG, Naphta, batu bara dan lain-lain. Di Indonesia hampir semua pabrik urea/amonia menggunakan gas alam sebagai bahan baku dan hanya pabrik urea/amonia PT Petrokimia Gresik yang menggunakan minyak bakar (LSFO) sebagai bahan baku walaupun sekarang unit ini sudah tidak memproduksi urea lagi.

A. 1. Proses pembuatan amonia

Proses pembuatan amonia dari gas alam banyak sekali jenisnya, diantaranya dikenal proses dari Kellogg, ICI, CF Braun, Humprey & Glasgow, Grand Parroise, Lurgi dan lain-lain. Di Indonesia pabrik-pabrik amonia umumnya menggunakan lisensi dari Kellogg dan Lurgi.

Secara garis besar proses pembuatan amonia dapat dibagi menjadi empat-seksi yaitu:

- a. Seksi pengolahan bahan baku
- b. Seksi produksi gas sintesa
- c. Seksi pemurnian gas sintesa
- d. Seksi sintesa amonia

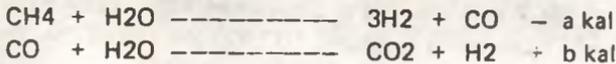
- a. Seksi pengolahan bahan baku.

Gas alam sebagai bahan baku pembuatan amonia sesampainya di pabrik masih mengandung kotoran-kotoran/impurities yang akan/dapat mengganggu dalam proses-proses selanjutnya. Kotoran-kotoran itu antara lain benda padat, tetesan air, hidrokarbon berat, senyawa sulfur, CO₂ dan lain-lain. Dalam seksi pengolahan bahan baku, kotoran-kotoran tersebut dihilangkan dengan melalui proses-proses filtrasi, disulfurisasi, dihidrasi dan sebagainya.

- b. Seksi produksi gas sintesa

Dalam seksi ini gas alam yang relatif murni/bebas dari impurities dirubah

menjadi gas hidrogen dan gas Co melalui proses reforming dan shift converter. Adapun reaksi yang terjadi pada seksi produksi gas sintesa adalah sebagai berikut:

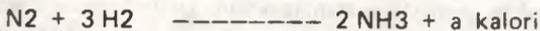


c. Seksi pemurnian gas sintesa

Dalam seksi ini gas sintesa dipisahkan dari gas-gas lain karena dapat meracuni katalis yang digunakan dalam amonia konverter.

d. Seksi sintesa amonia

Dalam seksi ini campuran gas N₂ dan H₂ yang berasal dari seksi gas sintesa dengan perbandingan mol N₂/H₂ = 1/3 direaksikan menjadi amonia (NH₃) berdasarkan persamaan reaksi:



Proses-proses yang terdapat dalam seksi ini adalah kompresi, sintesa amonia dan pendinginan serta pemurnian.

A.2. Proses pembuatan urea

Urea dibuat dengan cara mereaksikan amonia yang diperoleh berdasarkan metode di atas dengan karbon dioksida. Pada prinsipnya proses pembuatan urea dapat digolongkan menjadi 3 tipe yaitu:

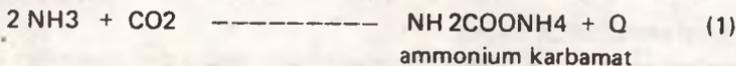
- tipe once-through (langsung).
- tipe partial recycle (daur sebagian)
- tipe total recycle (daur menyeluruh).

Pabrik-pabrik pupuk urea di Indonesia yang menggunakan proses tipe once through misalnya: PT Pupuk Kaltim I & II dan yang menggunakan proses total recycle misalnya: PT Pusri, PT Pupuk Kujang dan sebagainya. Secara umum proses pembuatan urea dapat dibagi menjadi 4 seksi yaitu :

- a. Seksi Sintesis
- b. Seksi Purifikasi/dekomposisi
- c. Seksi recovery
- d. Seksi Kristalisasi dan Prilling

a. Seksi Sintesis

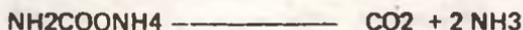
Urea diproduksi melalui reaksi eksotermis dengan mereaksikan amonia dan karbon dioksida membentuk ammonium karbamat, kemudian diikuti reaksi dehidrasi endotermis ammonium karbamat membentuk urea. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Variabel utama yang mempengaruhi kecepatan reaksi adalah: temperatur, tekanan, komposisi feedstock dan waktu reaksi. Secara empiris kondisi operasi yang optimum adalah pada suhu 200C dan tekanan dalam Reaktor 250 kg/cm². Hasil reaksi yang diperoleh: urea, biuret, ammonium karbamat, air dan amonia.

b. Seksi purifikasi/dekomposisi

Pada seksi ini, urea dipisahkan dari produk-produk lainnya dengan cara memberikan panas pada tekanan yang diturunkan. Ammonium karbamat sisa, akan terurai menjadi gas-gas amonia dan CO₂.



c. Seksi recovery

Pada seksi ini karbon dioksida dan amonia yang tidak bereaksi dikembalikan ke Reaktor. Ada 2 cara pengembalian gas-gas ini, yaitu:

- memisahkan dan mengembalikannya sebagai gas
- mengembalikannya dalam bentuk larutan atau slurry.

Kedua cara pengembalian gas-gas yang tidak bereaksi itulah yang membedakan antara proses yang satu dengan proses yang lain.

d. Seksi kristalisasi & prilling

Larutan urea dari Decomposer (seksi purifikasi & dekomposisi) dikristalkan secara vacuum dan kristal ureanya dipisahkan dengan menggunakan Centrifuge. Kristal urea tersebut selanjutnya dikirim ke Prilling Tower. Dan produk urea yang keluar dari Prilling Tower dikirim ke Unit Pengantongan dengan menggunakan Belt Conveyor untuk selanjutnya dikirim ke gudang atau langsung dikirim ke konsumen.

B. Pupuk TSP (Tri Super Phosphate)

Di Indonesia pupuk TSP hanya diproduksi oleh PT Petrokimia Gresik. Bahan baku utama untuk pembuatan TSP adalah phosphate rock dan phosphoric acid. Phosphate rock sebagian besar diimpor dari luar negeri (Maroko, Jordania) dan sebagian kecil dipenuhi dari dalam negeri. Demikian pula halnya dengan phosphoric acid, sebagian masih diimpor dan sisanya sudah dapat diproduksi di PT Petrokimia Gresik.

Pada dasarnya, proses pembuatan pupuk TSP adalah merubah garam phosphate yang tak larut dalam air (tricalcium phosphate) menjadi garam yang larut dalam air (mono kalsium phosphate). Proses pembuatan pupuk TSP di PT Petrokimia Gresik menggunakan proses TVA (Tennessee Valley Authority). Secara garis besar proses pembuatan pupuk TSP dapat dibagi menjadi 4 tahap yaitu:

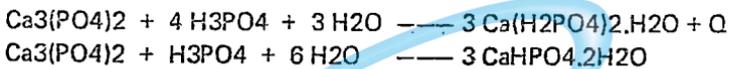
- a. Grinding
- b. Mixing
- c. Curing
- d. Granulation

a. Grinding

Pada seksi ini phosphate rock dihaluskan dari ukuran 6 mesh menjadi 200 mesh dan sekaligus dikeringkan dari kandungan H₂O semula 6% menjadi 1%. Tujuan penghalusan adalah untuk memperluas permukaan dari tiap butir phosphate rock sehingga reaksi akan berlangsung dengan lebih sempurna. Sedang pengeringan bertujuan untuk memudahkan proses penghalusan.

b. Mixing

Phosphate rock yang telah halus dicampurkan dengan phosphoric acid di dalam Cone Mixer sehingga terjadi reaksi antara tricalcium phosphate dan asam phosphat yang akan menghasilkan monocalsium phosphate dan dicalcium phosphate. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Disamping kedua reaksi tersebut di atas, masih banyak lagi reaksi samping yang diakibatkan oleh karena adanya impurities dalam bahan baku yang digunakan.

c. Curing

Produk yang keluar dari Cone Mixer berupa slurry ditampung pada Settling Belt. Selama di atas Settling Belt ini slurry mengalami perubahan fase dari bentuk slurry menjadi plastis lalu padat. Selanjutnya TSP setengah jadi (ROP = run of pile) disimpan dalam Curing Storage untuk menyempurnakan reaksi. Proses penyimpanan ini disebut curing process dan berlangsung selama 4–10 hari.

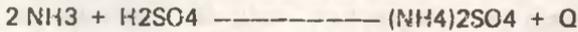
d. Granulasi

TSP yang sudah terbentuk selanjutnya dibuat menjadi bentuk granul melalui proses aglomerisasi. TSP yang keluar dari Granulator selanjutnya dikeringkan dengan Dryer dan selanjutnya TSP sudah yang memenuhi persyaratan (97% lolos 6 mesh dan tertahan 16 mesh) diangkut ke penyimpanan.

C. Pupuk ZA (Amonium Sulfat)

Ada 2 jenis proses pembuatan pupuk ZA di Indonesia, yaitu proses yang dilakukan oleh unit ZA (I & III) PT Petrokimia Gresik dan yang dianut oleh unit ZA II. Unit-unit ZA I & III menggunakan bahan baku minyak (LSFO) yang akan

menghasilkan amonia, dan S (belerang) yang akan menghasilkan H₂SO₄. Pupuk ZA dibuat dengan cara mereaksikan antara amonia dengan asam sulfat didalam Reaktor/Saturator. Panas yang timbul sebagian kecil hilang diserap oleh dinding Reaktor dan sisanya yang merupakan bagian terbesar dimanfaatkan untuk menguapkan air dari larutan dalam Saturator. Untuk menyempurnakan reaksi yang terjadi, Saturator dilengkapi dengan alat pengaduk udara tekan. Campuran antara kristal dan larutan amonium sulfat selanjutnya dipisahkan didalam Centrifugal Separator dan kristalnya yang diperoleh kemudian dikeringkan didalam Rotary Dryer. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Pabrik pupuk unit ZA II agak berbeda dengan unit-unit ZA I & III, unit ZA II PT Petrokimia Gresik ini memanfaatkan gypsum yang merupakan hasil samping dari pabrik asam fosfat. Bahan baku utama yang dipakai adalah NH₃, CO₂ dan CaSO₄.2H₂O.

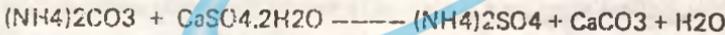
Proses yang terjadi dapat dibagi menjadi:

a. Carbonition section

Mereaksikan CO₂ dan NH₃ sehingga didapat larutan ammonium carbonat.

b. Reaction & gas scrubbing section.

Pada seksi ini, di samping terjadi reaksi antara (NH₄)₂CO₃ dengan CaSO₄.2H₂O yang akan menghasilkan larutan ammonium sulfat, juga terjadi proses penyerapan gas-gas yang lolos dalam reaksi sehingga bisa dimanfaatkan lagi. Reaksi yang terjadi:



c. Filtration section

Pada bagian ini dilakukan pemisahan antara larutan ammonium sulfat dan CaCO₃ dengan menggunakan Centrifugal Separator.

d. Neutralization section

Kelebihan CaCO₃ yang terikut pada larutan ammonium sulfat (filtrat) dinetralkan dengan menggunakan larutan asam sulfat.

e. Evaporation & crystalization section

Pada seksi ini larutan ammonium sulfat yang terbentuk dipekatkan dengan menggunakan Evaporator dan selanjutnya dilakukan proses kristalisasi sehingga diperoleh amonium sulfat dalam bentuk kristal.

f. Drying & cooling

Proses pengeringan dan pendinginan kristal ammonium sulfat dilakukan dengan menggunakan Rotary Dryer.

ALIH TEKNOLOGI DI INDUSTRI PUPUK

Proses alih teknologi di Industri pupuk dimulai dengan didirikannya pabrik pupuk urea pertama PT Pupuk Sriwijaya pada tahun 1960 an. Teknologi yang mula-mula dikuasai oleh bangsa Indonesia adalah kemampuan mengoperasikan pabrik, kemudian meningkat terus dari tahun ke tahun hingga dapat mendesain dan melakukan tahapan/proses engineering dari bagian-bagian pabrik (spare part) untuk keperluan perawatan dan modifikasi pabrik.

Sejak didirikannya Pusat Latihan Bidang Perpupukan di pabrik pupuk PUSRI tahun 1978, Indonesia memiliki personel-personel yang cakap dalam menangani pembangunan pabrik pupuk baru, mulai dari studi kelayakan sampai dengan realisasi pembangunannya. Tenaga-tenaga yang berpengalaman dari PUSRI ini kemudian dimanfaatkan untuk membantu PT Pupuk Kujang dalam rangka penyediaan tenaga-tenaga ahli pada commissioning maupun start up pabrik pupuk urea tersebut. Dan sejak itu pembangunan pabrik pupuk urea terus bertambah. Sejalan dengan penambahan pabrik-pabrik pupuk urea tersebut, maka banyak tenaga-tenaga ahli dari PUSRI yang terlibat didalam pembangunan pabrik-pabrik Kaltim I, II AAF, PIM dan Kaltim III. Kemandirian dan keahlian tersebut telah mendapatkan penghargaan dan pengakuan dari luar negeri, terbukti dengan misalnya banyak negara-negara luar mengirim para karyawannya untuk belajar di PUSRI, antara lain dari Bangladesh, Pilipina, India, Nigeria, Arab Saudi dan lain-lain, dan bahkan PT PUSRI telah mampu mengirimkan tenaga bantuan teknik ke pabrik pupuk di Aljazair dan Asean Bintulu Fertilizer (ABF) di Malaysia.

Di samping hal-hal yang bersifat software seperti training-training tersebut di atas, hal-hal yang bersifat hardware telah juga dibuktikan, antara lain: PT PUSRI yang telah berhasil membuat sendiri PGRU (purge gas recovery unit) yang bertujuan untuk memungut kembali gas N_2 dan H_2 sisa (biasanya dibuang) untuk selanjutnya dikembalikan ke sistem loop sehingga meningkatkan produksi amonia sebesar 15–20%.

Selain PT PUSRI, PT Petrokimia Gresik yang merupakan generasi kedua setelah PT Pusri juga telah banyak menghasilkan tenaga-tenaga ahli dibidang perpupukan. Tenaga-tenaga ahli PT Petrokimia Gresik selain telah menguasai operasi pabrik, juga telah berhasil memodifikasi pabrik sehingga dapat menaikkan kapasitas produksinya, misalnya: unit ZA I yang tadinya berkapasitas 150.000 ton/tahun setelah dimodifikasi bisa memproduksi pupuk ZA dengan kapasitas 200.000 ton/tahun.

Hal yang sangat penting untuk dicatat adalah pada tahun 1986 PT Petrokimia Gresik membuat sejarah baru dengan diresmikannya pengoperasian pabrik pupuk ZA III yang dibangun oleh tenaga-tenaga ahli dari PT Petrokimia Gresik sendiri mulai dari desain sampai peroperasian pabrik baru tersebut, walaupun

beberapa komponennya, seperti Dryer harus diimpor dari luar negeri.

Jadi telah terbukti dengan nyata setelah 25 tahun industri pupuk berdiri di Indonesia, telah cukup banyak teknologi dibidang pupuk yang diserap khususnya untuk pupuk urea, ZA dan TSP.

DISTRIBUSI PUPUK

Sampai saat ini pemasaran pupuk dilakukan oleh PT Pusri baik untuk sektor Bimas maupun untuk sektor non Bimas. Hal ini sesuai dengan Surat Keputusan Menteri Perdagangan dan Koperasi No. 56/KP/II/1979 tentang Keputusan Mengenai Pengadaan dan Penyaluran Pupuk dan Pesticida Bersubsidi untuk sektor Bimas serta Surat Keputusan Dirjen Perdagangan Dalam Negeri No. 004/DAGRI/KP/II/79 masing-masing tertanggal 15 Februari 1979.

PT Pusri bertugas untuk menyalurkan pupuk dari pusat-pusat produksi ke pusat-pusat pemakai pupuk (konsumen) secara kontinyu dan berencana di seluruh wilayah Indonesia atas dasar prinsip-prinsip logistik tanpa mengutamakan keuntungan komersial. PT Pusri dalam mengatur distribusi pupuk didasarkan atas rayonisasi dari masing-masing pabrik, yaitu:

- Urea hasil PT Pusri disalurkan untuk memenuhi kebutuhan sebagian daerah Jawa Tengah, Jawa Timur, Sumatera dan ekspor.
- Urea eks PT Pupuk Kujang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan daerah-daerah Jawa Barat dan sebagian Jawa Tengah.
- Urea hasil PT Pupuk Kaltim dimanfaatkan untuk memenuhi daerah-daerah Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Irian, Tim-Tim, NTT, NTB dan ekspor.
- Urea hasil AAF untuk memenuhi kebutuhan negara-negara Asean dan dalam negeri (Aceh dan Sumatera Utara).

Dalam mendistribusikan pupuk baik yang berasal dari PT Pusri maupun pabrik-pabrik yang lain sampai ke gudang lini II (Kota pelabuhan utama propinsi), PT Pusri mempunyai sarana sebagai berikut:

- Kapal pupuk curah sebanyak 7 buah masing-masing berkapasitas 7500 ton dan kapal angkut amonia yang berkapasitas 3500 ton.
- Unit Pengantongan Pupuk (UPP): Belawan, Teluk Bayur, Cilacap, Surabaya, Ujung Pandang dan Meneng.
- Gerbong Kereta Api sebanyak 395 buah berikut 7 lokomotif.

Di samping menyalurkan pupuk urea, TSP, ZA, KCI dan lain-lain sampai ke lini IV (petani), PT Pusri juga memasarkan pupuk urea dan amonia ke luar negeri (ekspor) — (Lampiran 4.)

Di Indonesia harga pupuk ditentukan oleh Pemerintah melalui Keputusan Menteri Keuangan Republik Indonesia. Harga pupuk dari berbagai pabrik berlainan satu sama lain. Berikut beberapa informasi mengenai harga pupuk dari berbagai pabrik:

- Harga pembelian pupuk urea produksi PT Pusri FOB Palembang sebesar Rp 100.437,97 per ton, sedang harga FOT di depan pabrik sebesar Rp 113.276,56 per ton.
- Harga pembelian pupuk urea PT Pupuk Kujang di atas track di depan pabrik (FOT) sebesar Rp 116.496,44 per ton.
- Harga pembelian pupuk urea PT Pupuk Kaltim FOB Bontang sebesar Rp 157.293,90 per ton, sedang harga FOT gudang pabrik sebesar Rp 168.738,90 per ton.
- Harga pembelian pupuk TSP PT Petrokimia Gresik FOT di depan pabrik dan FOB pelabuhan Gresik sebesar Rp 304.395,59/ton.
- Harga pembelian pupuk ZA PT Petrokimia Gresik FOT di depan gudang pabrik dan FOB pelabuhan Gresik sebesar Rp 209.559 per ton.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Saat ini kebutuhan akan pupuk-pupuk Urea, ZA dan TSP sudah dapat dipenuhi oleh industri pupuk dalam negeri dan bahkan bisa mengekspor pupuk dan amonia ke luar negeri.
2. Teknologi di bidang pupuk terutama pupuk Urea, TSP dan ZA sudah cukup banyak dikuasai oleh tenaga-tenaga ahli Indonesia, walaupun masih jauh bila dibanding dengan negara-negara yang telah maju.
3. Pemasaran pupuk di Indonesia dilakukan oleh PT Pupuk Sriwijaya.

Saran

Perlu segera direalisasikan pembangunan pabrik pupuk TSP III PT Petrokimia Gresik, mengingat tahun-tahun yang akan datang kebutuhan akan pupuk TSP meningkat sedang pabrik yang telah ada tidak bisa mencukupi kebutuhan TSP

DAFTAR PUSTAKA

1. Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia, 1985, "Beberapa kegiatan Dalam Mengembangkan Kemampuan Rancang Bangun & Perekrutanan Industri", Jakarta
2. Departemen Perindustrian, 1986, "Pengembangan Kapasitas Nasional Sektor Industri 1986—1989", Jakarta

3. Departemen Perindustrian, 1981, "Rencana Pengembangan Industri Pupuk di Indonesia," Jakarta.
4. Endrarjo, Joko 1986, "Laporan Kerja Praktek di Departemen Produksi III PT Petrokimia Gresik", Yogya
5. Julianto, juda, 1982, "Teori Proses Pembuatan TSP", Gresik
6. Mumin, Yusuf, 1976, "Operasi Pabrik Amonia", Bandung
7. PT Petrokimia Gresik, 1982, "Diskripsi Proses TSP", Gresik
8. PT Pusri, "Buku Petunjuk Instruksi Operasi Urea II". Palembang
9. Setyowibowo, 1982, "Materi Training Seri Proses", Gresik.

Lampiran 1. :

Kapasitas Terpasang Pabrik Pupuk di Indonesia

No.	Pabrik	Urea (ton/th)	ZA (ton/th)	TSP (ton/th)
1.	PUSRI II	380.000		
2.	PUSRI III	570.000		
3.	PUSRI IV	570.000		
4.	PT Pupuk Kujang	570.000		
5.	Kaltim I	570.000		
6.	Kaltim II	570.000		
7.	AAF	570.000		
8.	PIM	570.000		
9.	ZA I PT Petrokimia Gresik		200.000	
10.	ZA II		250.000	
11.	ZA III		200.000	
12.	TSP I PT Petrokimia Gresik			510.000
13.	TSP II			510.000
		4.370.000	650.000	1.200.000

Lampiran 2 :

Perkiraan Kapasitas, Produksi dan Kebutuhan Pupuk 1985/1986 – 1989/1990

dalam ton			
1. Urea			
Tahun	Kapasitas	Produksi	Kebutuhan
1985/1986	4.470.000	3.690.000	2.963.000
1986/1987	4.370.000	3.880.000	3.140.000
1987/1988	4.370.000	4.090.000	3.300.000
1988/1989	4.940.000	4.225.000	3.530.000
1989/1990	4.940.000	4.650.000	3.740.000

2. TSP

1985/1986	1.000.000	1.051.000	1.122.000
1986/1987	1.200.000	1.085.000	1.190.000
1987/1988	1.200.000	1.140.000	1.260.000
1988/1989	1.200.000	1.140.000	1.340.000
1989/1990	1.200.000	1.140.000	1.420.000

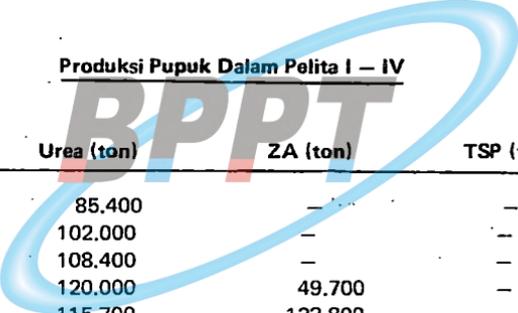
3. ZA

1985/1986	450.000	482.000	481.000
1986/1987	650.000	566.000	517.000
1987/1988	650.000	645.000	556.000
1988/1989	650.000	645.000	598.000
1989/1990	826.000	690.000	642.000

Sumber: Departemen Perindustrian.

Lampiran 3 :

Produksi Pupuk Dalam Pelita I – IV



Tahun	Urea (ton)	ZA (ton)	TSP (ton)
1969	85.400	—	—
1970	102.000	—	—
1971	108.400	—	—
1972	120.000	49.700	—
1973	115.700	122.800	—
1974	209.100	129.100	—
1975	387.400	113.800	—
1976	406.000	105.200	—
1977	990.000	93.300	—
1978	1.437.200	141.000	—
1979	1.827.000	147.800	114.400
1980	1.985.000	180.800	465.000
1981	2.006.700	195.200	559.300
1982	1.944.100	209.600	577.410
1983	2.204.800	208.000	783.000
1984	2.910.000	304.000	1.022.000
1985	3.599.000	476.000	1.018.000

Lampiran 4. :

Perkembangan Ekspor Amonia

Tahun	Nasional	PT Pupuk Kaltim
1984	178.200	163.234
1985	224.100	201.260
1986	269.000	264.352
1987*)		93.238

*) Data sampai bulan Juni

Sumber: *Harian Neraca*.



Pola Pengembangan Industri Mesin Dan Peralatan Pabrik Di Indonesia

Oleh : Hadi Kuntjara, A.Y. Rudiyanto, Arman Munaf

BPPT

INTISARI

Industri Mesin dan Peralatan Pabrik (IMPP) merupakan salah satu bagian Industri Dasar/Kunci yang memegang peranan penting bagi pendalaman struktur industri nasional, oleh sebab itu perlu perencanaan yang hati-hati untuk pola pengembangannya.

Tinjauan-tinjauan terhadap wilayah pertumbuhan, sarana pertumbuhan, pengembangan dan pendanaan dipakai sebagai dasar penyusunan pola pengembangan tersebut.

Dengan penentuan wilayah pertumbuhan yang diselaraskan dengan Wilayah-Wilayah Pusat Pertumbuhan Industri, dan Industri Kecil Logam Modern sebagai sarana pertumbuhan maupun pengembangannya serta sistem Capital Venture sebagai alternatif pendanaan bagi pengembangan tersebut, maka pola pengembangan dimaksud diharapkan dapat memenuhi sasaran bagi pendalaman struktur industri nasional.

**J) Sebuah Usulan bagi Pengembangan IMPP di Indonesia.*

PENDAHULUAN

Industri Mesin dan Peralatan Pabrik (IMPP) adalah industri yang menghasilkan mesin-mesin dan peralatan industri/pabrik dan instalasi-instalasi lainnya baik merupakan mesin lengkap maupun komponen-komponennya.

Akhir-akhir ini jumlah perusahaan industri mesin dan peralatan pabrik yang ada di Indonesia dapat dikatakan cukup banyak, baik yang dimiliki pemerintah dalam bentuk BUMN maupun yang dimiliki oleh swasta, namun demikian kondisi yang sudah ada ini masih saja belum dapat mencukupi kebutuhan. Posisi masing-masing tersebut ada yang berdiri sendiri dalam bentuk BUMN atau swasta penuh, ada yang berupa bengkel besar milik suatu industri pengolahan (BUMN) sebagai pendukung perawatannya, ada pula yang berupa bengkel-bengkel kecil yang biasanya tersebar dan jumlahnya cukup banyak yang biasanya dimiliki oleh pengusaha-pengusaha swasta.

Peranan industri ini cukup besar dalam mendukung industri-industri yang sudah ada maupun sebagai penyedia peralatan bagi industri-industri yang akan dibangun, oleh karenanya IMPP memiliki nilai strategis karena beberapa alasan, antara lain:

1. Dapat mengurangi impor mesin-mesin baik untuk pembangunan maupun untuk operasi suatu industri, sehingga mengurangi kepekaan pengaruh gejolak luar negeri.
2. Dapat menghemat devisa.
3. Mempunyai nilai tambah yang tinggi.
4. Menghasilkan barang modal yang dapat mewujudkan produk baru (industri mesin), dan oleh karenanya dapat menimbulkan keterkaitan yang luas dengan industri-industri lainnya.
5. Dapat menambah daya tampung tenaga kerja.

Akan tetapi karena posisi yang sedemikian seperti tersebut di atas itu, maka industri ini mempunyai banyak tantangan-tantangan, antara lain:

1. Perputaran modalnya sangat lamba[.
2. Jenis dan ragam produknya sangat luas.
3. Produksinya berdasarkan pesanan.
4. Kemungkinan pemilihan teknologi dan prosesnya sangat luas.
5. Memerlukan dukungan-dukungan perangkat lunak yang kuat dan perangkat keras yang bernilai cukup tinggi.

Dengan adanya kontradiksi seperti itu, maka industri ini jelas memerlukan penanganan yang sangat hati-hati agar tujuan yang hendak dicapai sesuai dengan sasaran yang diinginkan.

SEJARAH IMPP DI INDONESIA

Industri Mesin dan Peralatan Pabrik (IMPP) telah ada di Indonesia sejak jaman penjajahan Belanda. Misalnya NV. BRAAT Machinefabriek, didirikan tahun 1901 yang saat itu memberikan pelayanan kepada pabrik-pabrik gula, manufaktur jembatan dan konstruksi baja lainnya. Juga Machinefabriek &

Scheepswerf NV. MOLENVLIET, didirikan tahun 1920 yang saat itu memberikan pelayanan kepada pabrik-pabrik perkapalan dan industri budidaya gunung maupun perkebunan. Kedua industri tersebut merupakan cikal bakal PT. Barata Indonesia (Persero) yang dikenal saat ini, serta beberapa industri lainnya yang didirikan oleh pemerintah kolonial Belanda.

Sejak masa kemerdekaan hingga tahun 1970, IMPP belum mendapat peranan yang cukup berarti. Hal ini disebabkan pembangunan pabrik-pabrik di Indonesia masih berupa "Turn Key Project" dimana seluruh pembangunan maupun penyediaan peralatannya dilakukan oleh pihak luar negeri. Untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya, saat itu IMPP hanya mempunyai kegiatan yang sifatnya pelayanan pemeliharaan peralatan terhadap pabrik-pabrik yang ada (industrial service), terutama pada pabrik-pabrik pengolahan (processing), perkeretaapian dan pembangkit tenaga listrik.

Baru pada awal Pelita III, IMPP mulai mendapat iklim usaha yang makin baik bagi pengembangannya. Keadaan ini dapat diketahui dengan semakin terbukanya kesempatan bagi IMPP untuk berpartisipasi dalam pembangunan proyek-proyek industri besar pemerintah, seperti pembangunan pabrik-pabrik pupuk, semen, gula, kelapa sawit serta pabrik-pabrik di sektor perminyakan maupun energi. Sejak dikeluarkannya keputusan Presiden No. 10 tahun 1980 dan No. 14 A tahun 1980, IMPP memang semakin dapat berkembang, karena keputusan tersebut pada prinsipnya bertujuan untuk menggalakkan penggunaan produk-produk dalam negeri dimana pada rencana pembangunan proyek-proyek industri pengolahan IMPP dalam negeri diharapkan lebih banyak berperan. Dukungan atmosfer bagi pengembangan IMPP tidaklah cukup tanpa usaha yang sungguh-sungguh dalam pelaksanaannya. Hal ini tentunya memerlukan pertimbangan terhadap prospek maupun peluang pasar yang benar-benar menguntungkan.

PROSPEK PERKEMBANGAN IMPP

Kebijakan pemerintah dan peraturan-peraturan yang telah dikeluarkan kiranya sudah cukup memberikan proteksi bagi IMPP dalam negeri tanpa mengorbankan kepentingan konsumen begitu saja, yaitu dengan telah adanya kemauan politik, peraturan-peraturan pelaksanaan sejak perencanaan dana, perencanaan proyek, pelelangannya dan pengawasan pelaksanaannya.

Kalau dilihat dari kemungkinan pusat-pusat pertumbuhannya, IMPP ini cukup memberikan gambaran prospek yang sangat baik. Kekayaan alam Indonesia yang berlimpah, baik hasil pertanian maupun hasil mineral memerlukan industri-industri pengolahan agar diperoleh nilai tambah (added value) yang lebih tinggi. Hal ini telah didukung dengan kebijakan pemerintah mengenai larangan ekspor bagi hasil kekayaan alam dalam bentuk bahan mentah yang tentunya

akan mendukung bagi pertumbuhan industri-industri pengolahan. Sementara itu, industri-industri pengolahan tersebut baik yang sudah ada maupun yang akan dibangun tentu selalu memerlukan dukungan IMPP, agar proses yang berjalan dalam industri itu sendiri didukung kelancarannya. Oleh karenanya, prospek perkembangan IMPP sebenarnya searah dengan pembangunan industri nasional pada umumnya.

Untuk kongkritnya, berikut ini diberikan gambaran kebutuhan kuantitas produk IMPP berdasarkan Gross Domestic Product (GDP) dan Kenaikan Historis.

Tabel 1 : Proyeksi Kebutuhan Mesin dan Peralatan Pacrik Berdasarkan GDP *)

Tahun	GDP (milyar Rp.)	Kebutuhan (ton)
1985	14.797	92.427
1986	15.685	97.850
1987	16.626	103.547
1988	17.624	109.692
1989	18.857	117.222
1990	20.321	126.163

*) Sumber : ILD. - Dept. Perindustrian.

Tabel 2 : Proyeksi Kebutuhan Mesin & Peralatan Fabrik Berdasarkan Kenaikan Historis. *)

Tahun	Kebutuhan (ton)
1985	88.362
1986	92.416
1987	96.469
1988	100.523
1989	104.577
1990	108.630

*) Sumber : ILD. - Dept. Perindustrian.

Untuk lebih meningkatkan nilai ketepatan proyeksi, maka kedua sumber proyeksi tersebut dicari nilai rata-ratanya sehingga diperoleh tabel sebagai berikut.

Tabel 3 : Proyeksi Kebutuhan Mesin & Peralatan Pabrik *)

Tahun	Kebutuhan Mesin & Peralatan Pabrik (ton)
1985	90.395
1986	95.133
1987	100.008
1988	105.108
1989	110.900
1990	117.397

*) Sumber : ILLD. - Dept. Perindustrian, diolah.

Untuk tahun 1985 dan 1986, kemampuan IMPP terutama dapat mendukung industri-industri pengolahan kategori besar, antara lain:

- Pabrik Gula, dukungan IMPP mampu sekitar 70%
- Pabrik Semen, dukungan IMPP mampu sekitar 40%
- Pabrik Pupuk, dukungan IMPP mampu sekitar 20%
- Pabrik Kertas, dukungan IMPP mampu sekitar 20%

Tentunya untuk tahun-tahun berikutnya kemampuan tersebut masih perlu ditingkatkan, baik untuk mendukung industri-industri tersebut di atas dengan lebih maksimal maupun bagi pemenuhan kebutuhan industri-industri lain pada umumnya.

POLA PENGEMBANGAN IMPP

Nilai-nilai strategis maupun besarnya prospek perkembangan yang terkandung di dalam IMPP seperti telah disinggung di muka dapat merupakan landasan bagi pola pengembangan, di mana pembangunan IMPP pada prinsipnya harus dapat memberikan kerangka yang kuat bagi pembangunan industri-industri lain pada umumnya.

Untuk maksud tersebut, maka IMPP yang merupakan sub kelompok Industri Mesin dan Logam Dasar termasuk bagian dari Industri Dasar/Kunci (UU No. 5 tahun 1984 tentang perindustrian); hal mana mempunyai ciri-ciri berteknologi tinggi dan tidak bersifat padat karya, akan tetapi mampu menumbuhkan efek berganda bagi kegiatan ekonomi lanjutan pada pertumbuhan industri hilir, industri kecil serta industri-industri jasa.

Dengan demikian IMPP mempunyai misi-misi umum yang harus dilaksanakan, yaitu penunjang bagi pertumbuhan ekonomi dan penunjang bagi penda-

laman struktur industri. Kedua misi ini dapat dicapai apabila industri ini dapat meningkatkan jalinan saling keterkaitan antar sektor industri dan sektor-sektor ekonomi lainnya sehingga pada akhirnya dapat memperkuat struktur ekonomi nasional. Pengertian dari jalinan saling keterkaitan antar sektor industri itu sendiri secara umum adalah adanya keseimbangan antara industri hulu, industri antara dan industri hilir, dimana pertumbuhan industri hulu dan antara yang merupakan industri dasar dapat lebih berperan dalam menunjang bagi pertumbuhan industri hilirnya.

Seperti telah disinggung di muka, bahwa perkembangan IMPP mempunyai tantangan khusus dari segi pendanaannya, yaitu diperlukan investasi yang besar dengan perputaran investasi yang lambat ditambah lagi dengan produksinya yang hanya berdasarkan pesanan. Disisi lain, dalam pelaksanaan pembangunan suatu industri, dituntut adanya kelayakan ekonomi, antara lain yang menyangkut skala ekonomi, kemantapan pasaran baik di dalam maupun di luar negeri sehingga produk-produknya akan benar-benar mampu bersaing.

Untuk penyelesaian hal-hal tersebut di atas, maka diperlukan beberapa pemikiran sehingga IMPP akan dapat eksis sebagai industri yang mampu tumbuh dan berkembang sesuai dengan misi yang harus diembannya.

Wilayah Pertumbuhan IMPP

Sumber daya alam dan energi yang tersedia di Indonesia tersebar disegala penjuru tanah air. Agar potensi kekayaan alam tersebut mempunyai nilai tambah yang lebih tinggi, maka tentu saja diperlukan industri-industri pengolahan yang juga dituntut tersebar seiring dengan keberadaan sumber-sumber kekayaan alam yang tersedia. Oleh karenanya, usaha penyebaran Wilayah Pusat Pertumbuhan Industri (WPII) di beberapa wilayah tanah air akhir-akhir ini merupakan tekad pemerintah untuk mengatasi masalah tersebut, di samping tujuan lain yaitu untuk mewujudkan tingkat keterkaitan pengembangan industri antar daerah dalam rangka memperkokoh kesatuan ekonomi nasional.

Sementara itu IMPP disisi lain, juga dituntut pertumbuhannya seiring dengan perkembangan WPII yang terjadi karena untuk menjamin kelancaran proses dari industri-industri tersebut diperlukan dukungan IMPP sebagai pemasok mesin dan peralatan yang dibutuhkan baik untuk perbaikan maupun untuk pengembangannya.

Dengan demikian berdasarkan pertimbangan-pertimbangan ekonomis tertentu, maka wilayah pertumbuhan IMPP haruslah seiring dengan keberadaan WPII. Masalah yang timbul adalah IMPP yang bagaimana sehingga dapat mengikuti pertumbuhan WPII tersebut.

SARANA PERTUMBUHAN IMPP

Kalau mengingat pembangunan IMPP memerlukan penanaman modal

yang cukup besar dengan perputaran modal yang relatif lambat serta harus disediakan disetiap WPP1 yang tersedia, maka pembebanan kepada pemerintah saja akan dirasakan cukup berat. Hal itu disamping dana pemerintah yang terbatas harus dialokasikan berdasarkan skala prioritas bagi industri-industri dengan perputaran modal yang cepat, juga masalah-masalah kelangkaan penyediaan tenaga kerja dengan keterampilan tertentu diluar Pulau Jawa merupakan masalah utama, hal itu disebabkan oleh karena tuntutan teknologi IMPP yang cukup tinggi.

Dengan latar belakang seperti tersebut di atas, maka perlu dipertimbangkan keberadaan industri-industri kecil sebagai sarana pertumbuhan IMPP. Kelompok-kelompok industri kecil ini tersebar diseluruh tanah air, sehingga jelas dimanapun WPP1 berada tentu industri kecil sudah tersedia. Memang masalah kemampuan bagi industri kecil ini pada umumnya relatif masih rendah, tetapi minimal sudah mempunyai dasar-dasar pemakaian teknologi maupun kemampuan pengelolaan suatu bentuk usaha. Industri Kecil itu sendiri terbagi menjadi dua golongan, yaitu Industri Kecil Tradisional dan Industri Kecil Modern. Ciri-ciri umum Industri Kecil Tradisional adalah produk-produknya erat berhubungan dengan seni budaya daerah setempat dengan penerapan teknologi yang sederhana, sedang Industri Kecil Modern produk-produknya terkait dengan sistem produksi industri besar/ sedang, memakai teknologi madya, didukung oleh R & D dan enjiniring serta menggunakan peralatan/mesin produksi yang khusus. Berdasarkan prosesnya, maka Industri Kecil Logam Modern merupakan salah satu diantara jenis proses yang lain yang ada hubungannya dengan IMPP. Sehingga Industri Kecil Logam Modern inilah yang diharapkan mampu menjadi sarana pertumbuhan bagi IMPP, karena peningkatan kemampuannya hanya diperlukan beberapa tahap saja. Permasalahan lebih lanjut adalah bagaimana meningkatkan kemampuan teknologi maupun pendanaan yang dibutuhkan untuk pengembangan Industri Kecil Logam Modern ini.

Pengembangan Industri Kecil Logam Modern

Usaha jaringan pembinaan maupun pengembangan yang diterapkan pemerintah cq Direktorat Jendral Industri Kecil saat ini sudah cukup memadai. Konsep pembinaan melalui Bimbingan dan Pengembangan Industri Kecil (BPIK) yang terus berlanjut dan berangsur disempurnakan, investasi-investasi melalui pengadaan Unit Pelayanan Teknis (UPT), Kredit KIK/KMKP, sistem pendidikan dan latihan maupun peningkatan-peningkatan sistem informasi dirasakan sudah cukup memberikan atmosfir yang menguntungkan bagi perkembangan Industri Kecil Logam Modern untuk tumbuh dan berkembang menjadi IMPP.

Hal-hal yang masih terus perlu ditingkatkan untuk maksud tersebut di atas antara lain:

1. Meningkatkan kemampuan manajemen dan memperkuat inovasi usaha.
2. Meningkatkan keterkaitan antara Industri Kecil Logam Modern dengan Industri Besar/Sedang untuk produk yang bersifat captive market melalui hubungan sub-contract ataupun sistem hubungan Bapak Angkat/Anak Angkat perusahaan untuk pengadaan bahan bakunya.
3. Meningkatkan sistem pemasaran ekspor melalui perbaikan-perbaikan jaringan maupun tata niaga ekspor.
4. Meningkatkan kemampuan teknologi produksi yang didukung oleh R&D dan enjiniring.
5. Membina dan mengembangkan disain, kualitas, produktifitas proses 'man made comparative advantage' bagi industri kecil logam modern secara maksimal.

Hambatan-hambatan yang timbul, khususnya pada point 4 dan 5 salah satunya adalah mengenai kelangkaan sumber dana yang harus dialokasikan untuk tujuan tersebut. Hal ini diperkuat dengan pelaksanaan yang ada, dimana tidak dapat dipungkiri bahwa masih terdapat kelemahan-kelemahan dalam usaha perolehan dana dari Bank maupun lembaga keuangan lainnya bagi pengeksploitasian teknologi yang ditemukan. Hal ini disebabkan oleh keterikatan prosedur dan persyaratan pemberian kredit, seperti keharusan adanya "collateral" dan sebagainya. Mereka juga sulit untuk bersedia membiayai kegiatan-kegiatan R & D untuk memperoleh teknologi yang masih dalam tahap awal. Untuk mengatasi hal ini rupanya perlu dipertimbangkan adanya penerapan sistem "Capital venture" sebagai alternatif sumber dana pengembangan.

Alternatif Pembentukan Modal Melalui Sistem "Capital Venture"

Capital Venture yang dimaksud disini merupakan bentuk penanaman modal yang berwujud "risk capital" untuk bantuan "inventor" tanpa syarat tertentu kecuali keyakinan pada inventor tersebut, dimana besarnya prosentase saham pemerintah dalam usaha ini ditentukan oleh jenis produk ataupun prosesnya serta kesanggupan pihak pengusaha industri kecil logam ataupun pemilik dana lainnya dalam penyediaan modal. Modal dalam bentuk Capital Venture tersebut akan dikembalikan oleh pengusaha setelah usahanya maju baik melalui penjualan saham kepada masyarakat maupun dibeli langsung oleh pengusaha yang bersangkutan. Dengan demikian modal pemerintah maupun sumber modal lain tersebut secara berputar dapat ditanamkan pada usaha-usaha lainnya.

Kiranya sistem ini bukannya tidak mungkin untuk diterapkan di Indonesia, kalau dilihat keberhasilan-keberhasilan di negara-negara lain seperti Korea Selatan, Kanada, Amerika Serikat maupun di negara-negara Eropa lainnya. Yang penting adalah perlunya dukungan dari pihak-pihak yang mempunyai dana se-

perti Bank, lembaga-lembaga keuangan pemerintah lainnya, perusahaan-perusahaan besar serta para pemilik modal lainnya yang ada di Indonesia.

KESIMPULAN

Pola pengembangan Industri Mesin dan Peralatan Pabrik (IMPP) dapat meliputi:

1. Bahwa atas dasar pertimbangan ekonomis tertentu, maka wilayah pertumbuhan IMPP haruslah seiring dengan keberadaan Wilayah Pusat Pertumbuhan Industri (WPPI).
2. Sarana pertumbuhannya dapat melalui Industri Kecil Logam Modern, karena jenis industri kecil ini posisinya tersebar di seluruh tanah air dengan tingkat kemampuan yang memungkinkan untuk dikembangkan dengan lebih cepat.
3. Penggunaan sistem Capital Venture merupakan alternatif pendanaan untuk pengembangan industri kecil tersebut.
4. Tulisan ini menimbulkan pertanyaan yang menarik untuk dikaji lebih lanjut secara mendalam, yaitu:
 - mekanisme Capital Venture yang bagaimana sehingga dapat lebih tepat dilaksanakan di Indonesia.
 - sejauh mana level teknologi IMPP harus dicapai oleh pertumbuhan industri kecil logam, sehingga dapat mendukung kebutuhan industri-industri di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Perindustrian, "Rencana Pembangunan Lima Tahun Keempat Sektor Industri", Direktorat Jenderal Industri Kecil, Buku I.
2. Departemen Perindustrian, "Pola Pengembangan Jangka Panjang Industri Mesin dan Peralatan Pabrik", Direktorat Jenderal Industri Logam Dasar, 1981.
3. Wiryosumarto, H., "Pengembangan Industri Kecil", Departemen Perindustrian, Jakarta, 1985.
4. Witoelar, W., "Capital Venture, Inovasi untuk Industrialisasi", Jurnal Teknik dan Manajemen Industri, Volume I, No. 1, 1987, him. 31-34.

Sistem Baru Dalam Pengolahan Pemanis Stevia

Oleh : Himawan Adinegoro, MS.

The logo for BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) is centered on the page. It features the letters 'BPPT' in a bold, grey, sans-serif font. A large, light blue, stylized swoosh or arc curves around the letters from the top right to the bottom left, partially overlapping them.

INTISARI

Salah satu tahap yang paling penting di dalam pengambilan pemanis pada daun stevia adalah tahap ekstraksi. Jumlah pemanis yang dapat diambil sangat ditentukan oleh tahapan ini. Ekstraksi pemanis dari daun stevia yang telah dilakukan di Jepang adalah dengan sistem ekstraksi "leaching", yaitu dengan cara merebus serbuk daun stevia dan methanol.

Pertama sekali dilakukan ekstraksi pemanis stevia dengan menggunakan proses perkolasi, kemudian berkembang pada proses "leaching". Akan tetapi akhir-akhir ini di dapat proses ekstraksi pada skala laboratorium yaitu cara pengepresan.

Tujuan dari paper ini untuk melihat perbandingan efisiensi dan efektifitas dari cara-cara tersebut di atas secara umum pada skala laboratorium.

Stevia merupakan jenis tanaman perdu basah yang baru dikenal di Indonesia sekitar tahun 1977. Dari daunnya dapat diekstrak glikosida yang rasanya manis (steviosida dan rebaudiosida-A) dengan kadar pemanis 11–16 persen serta tingkat kemanisan berkisar 180–270 kali kemanisan gula tebu.

Pengadaan gula pasir di dalam negeri banyak mengalami hambatan antara lain, pertumbuhan penduduk 2,3% setiap tahun, berkembangnya industri pengolahan makanan dan minuman serta industri obat-obatan dan yang paling penting adalah pabrik gula tebu yang ada juga masih belum dapat mensuplai secara kese-

luruhan kebutuhan dalam negeri. Keadaan ini memberikan akibat bahwa sampai saat ini Indonesia masih harus mengimpor gula tebu untuk konsumsi dalam negeri yang jumlahnya cukup besar dan meningkat terus setiap tahunnya. Sebagai contoh pada tahun 1980 dan 1981, Indonesia mengimpor gula sebesar berturut-turut 400.000 ton dan 792.000 ton (BPS, 1982).

Sebetulnya Pemerintah tidak tinggal diam melihat keadaan di atas dan berusaha mencari jalan keluarnya antara lain dengan penganeka ragam produk gula dari bahan baku non tebu yang berasal dari tanaman jenis palm (siwalan, aren kelapa), dari tanaman penghasil pati (singkong, ubi jalar, jagung). Sumber gula dari tanaman palm baru sebagian kecil diolah menjadi gula merah oleh rakyat dengan cara tradisional, baik mutu dan jumlahnya belum memuaskan. Sedangkan sebagian besar tanaman penghasil pati digunakan sebagai bahan pangan bukan gula.

Pemerintahpun telah memanfaatkan pemanis buatan sebagai sumber pemanis yang berkalori rendah. Akan tetapi akhir-akhir ini terdapat pembatasan penggunaan terhadap beberapa jenis produk seperti siklamat dan sakarin, karena ternyata dapat menyebabkan karsinogenik (kanker pada kandung kemih hewan percobaan). Dengan adanya larangan penggunaan bahan pemanis buatan tersebut, maka perhatian mengarah pada sumber bahan pemanis alami yang penggunaannya lebih aman.

Bahan pemanis alami yang akhir-akhir ini giat diteliti adalah kristal putih yang berasal dari tanaman stevia. Bahan pemanis ini banyak kelebihanannya dibandingkan dengan gula tebu, terutama tidak meningkatkan kadar gula darah yang mengakibatkan diabetes, tidak carries gigi dan tingkat kemanisan lebih tinggi. Sedangkan pemanis stevia dapat menggantikan (substitusi) gula pasir pada pengolahan pangan dan minuman sebesar 25–50 persen (Muhammad Tamzil, 1983).

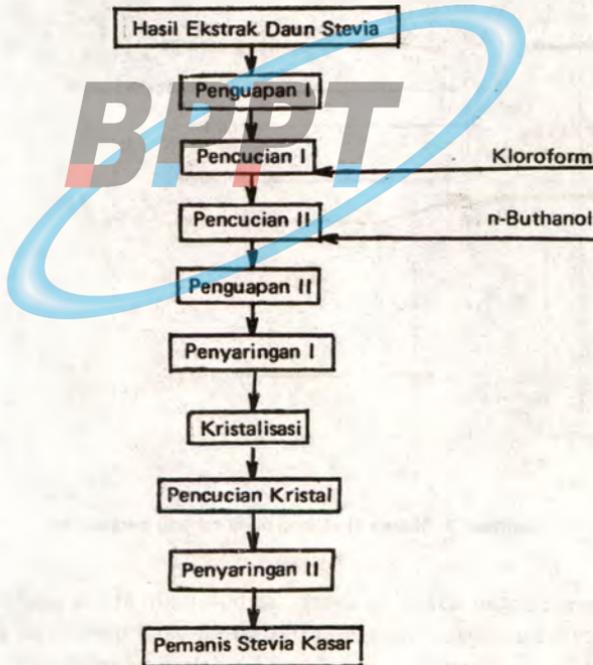
Tanaman stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni M.) dapat tumbuh pada ketinggian 500–1500 meter di atas permukaan laut dengan suhu udara berkisar 14,9 – 26,7°C dan curah hujan sebanyak 1658–1860 mm per tahun. Sedangkan jenis tanah yang cocok adalah andosol, latosol atau podsolic (Amin Tjasadihardja, 1982).

Di Jepang sejak tahun 1977 glikosida ini telah digunakan sebagai campuran untuk bahan tambahan kimia (food additive). Penelitian tentang keamanan glikosida pada daun stevia telah dilakukan oleh Mitsuhatsi et al (1976) dan Akashi et al (1975). Hasil yang diperoleh pemanis stevia tidak menunjukkan efek negatif terhadap pertumbuhan dan tingkah laku serta sifat lainnya terhadap hewan tikus dan kelinci. Anggapan ini diperkuat lagi dengan adanya laporan mengenai tidak ada efek negatif pada penduduk Paraguay (daerah asal tanaman stevia) yang telah menggunakan daun stevia sebagai bahan pemanis dalam minuman dan

makanan mereka sejak lebih dari seratus tahun yang lalu.

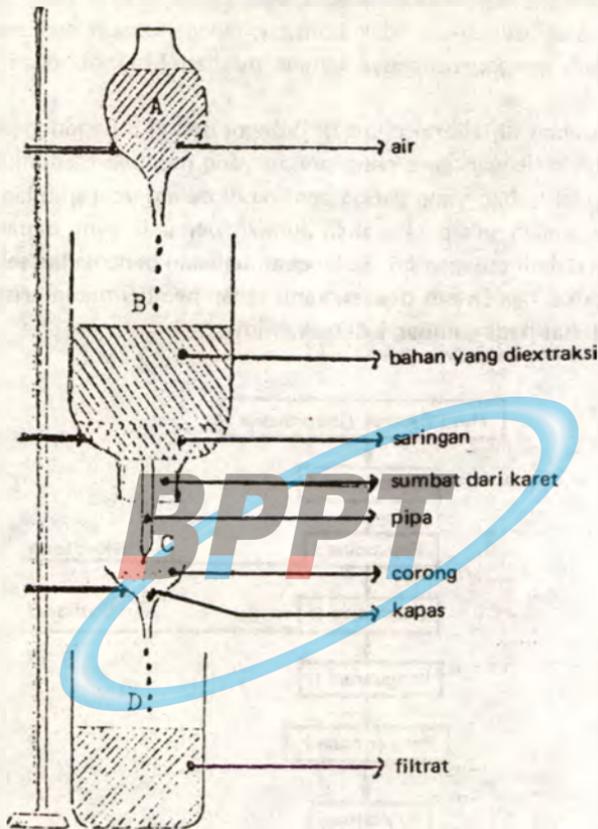
Pengolahan stevia pertama kali dilakukan adalah dengan menggunakan alat perkolator dengan pelarut methanol. Era ini berakhir setelah di Jepang dilakukan sistem ekstraksi dengan cara soxletasi (merebus dengan methanol menguap). Metoda demikian nampak tetap dipakai juga pada pabrik yang akan dibangun di Indonesia. Sistem ini memerlukan waktu relatif lama, energi yang digunakan cukup banyak, operasi dilakukan tidak kontinu, tenaga kerja relatif banyak dan terlalu riskan dalam pengoperasiannya karena methanol berhubungan langsung dengan panas.

Pernah dilakukan di laboratorium BPP Bogor dan ITB Bandung percobaan ekstraksi daun stevia dengan cara pengepresan yang hasilnya menunjukkan keberhasilan. Salah satu tahap yang paling penting di dalam pengambilan pemanis pada daun stevia adalah tahap ekstraksi. Jumlah pemanis yang dapat diambil sangat ditentukan dalam tahapan ini. Sedangkan tahapan pengolahan selanjutnya sama saja diantara ke tiga sistem di atas, yaitu tahap pembentukan kristal pemanis stevia dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



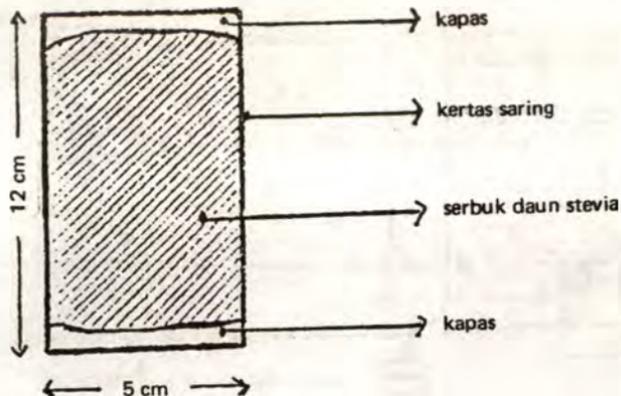
Gambar 1. Skema proses ekstraksi secara umum.

Ekstraksi dengan perkolator, serbuk daun stevia ditimbang sebanyak 50 g. Serbuk daun dimasukkan ke dalam tabung perkolator dan dibasahi pelarut methanol dari tabung di atasnya (tabung A) sampai cairan ekstrak turun pada penampung D yang memakan waktu 20 jam.

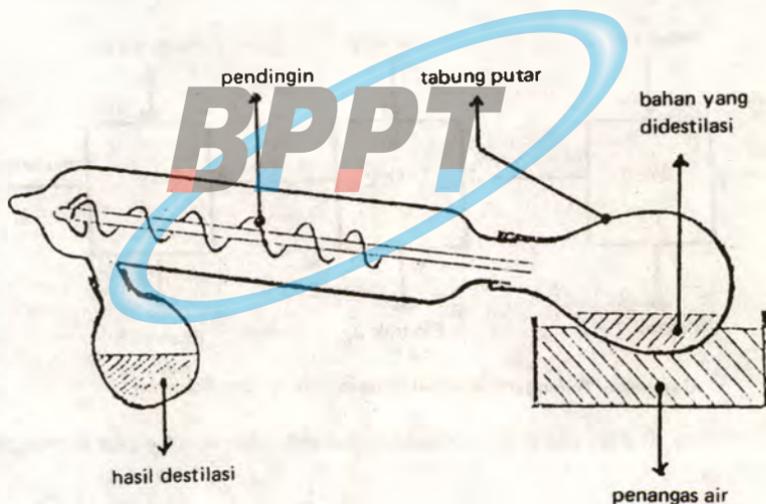


Gambar 2. Skema ekstraksi pada tabung perkolator.

Ekstraksi dengan sistem soxletasi, serbuk daun stevia ditimbang 10 g. Serbuk daun stevia dibungkus dengan kertas saring yang berukuran panjang 12 cm dan diameter 5 cm. Kemudian masukkan ke dalam tabung soxlet yang menggunakan pelarut methanol yang dipanaskan selama 8 jam, sampai cairan ekstrak terakhir tidak berwarna hijau lagi.

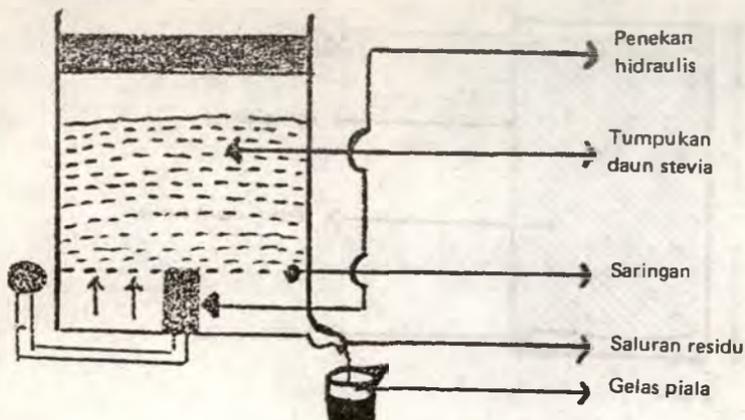


Gambar 3. Penampang melintang pembungkusan daun stevia.

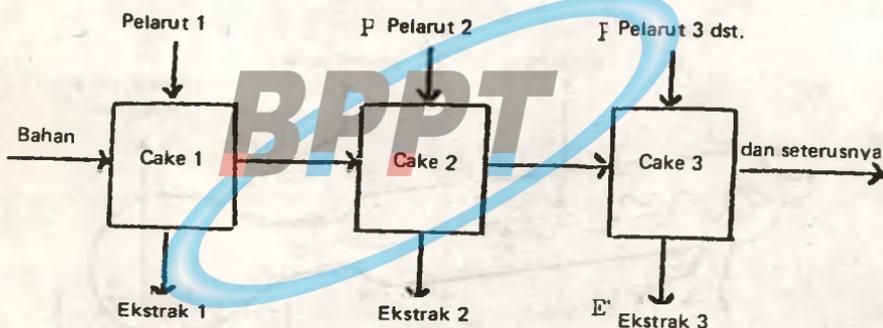


Gambar 4. Skema alat destilasi vakum.

Ekstraksi dengan pengepresan menggunakan pengepres hidraulik, serbuk daun stevia ditimbang sebanyak 150–300 g. Serbuk daun yang telah dicampur pelarut methanol dimasukkan ke dalam alat pengepres. Proses ini dilakukan 8 kali pengepresan selama 3–4 jam.



Gambar 5. Skema melintang alat pengepres hidrolik.



Gambar 6. Skema pengolahan dengan sistem "cross current".

Dari data di atas dapat dibuat tabel perbandingan dari ke tiga sistem pengolahan stevia.

Tabel 1. Perbandingan dari ke tiga sistem pengolahan stevia*).

Sistem Ekstraksi	Umpan (g)	Waktu (jam)	Jumlah Ekstrak (ml)	Kemurnian Ekstrak	Kandungan Pemanis
Perkolasi	50	20	Sedang	Sedang	Kecil
Soxletasi	10	8	Sedikit	Baik	Baik
Pengepresan	150-300	3-4	Banyak	Sedang	Baik

*) Hasil olahan.

Dari tabel di atas dapat ditarik kesimpulan secara umum bahwa sistem pengolahan stevia dengan menggunakan pengepres hidraulik dalam ekstraksinya lebih baik dan efisien ditinjau dari berbagai sudut pandang. Keadaan ini memungkinkan tindak lanjut dalam pengembangan pemanis stevia dalam rangka swasembada gula dengan penelitian perencanaan pilot plan dan penerapannya pada skala pabrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin Tjasadihardja, 1982. **"Stevia Rebaudiana Bertoni M - Sumber Daya Pemanis"**. Naskah Temu Karya GPP Jakarta Barat, Cabang Bogor-Cianjur, Bogor.
- Anonymous, 1984. **"Stevia Sweet and Stevia Sweet."** New Natural Sweeteners for your Healthy Life. Stevia Co. Tokyu, Japan.
- Anonymous, 1984. **"Processing of Dried Stevia Leaves."** Agrofaber. PT. Shastra Madu Murni. Jakarta.
- Anonymous, 1984. **"Impor Menurut Jenis Barang dan Negara Asal,"** Jilid 1. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
- Himawan Adinegoro, 1986. **"Perancangan Proses Ekstraksi Daun Stevia" (Stevia rebaudiana Bertoni M')** Dengan Pengepresan. Thesis Jurusan Ilmu Keteknikan Pertanian, Fakultas Pascasarjana, IPB, Bogor.
- Kobayashi, M., 1977. **"Dulcoside A and B, New Deterpene Glycosides from Stevia rebaudiana Bertoni M."** Phytochem, 16 (-) : 1405 – 1408.
- Muhammad Tamzil., 1983. **"Pengukuran Derajat Kemanisan Gula Stevia"** Dari Ekstraksi Daun Stevia rebaudiana Bertoni M dengan Methanol Skripsi jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.

Masyarakat Informatika - Komponen Elektronika

Oleh : Irwan Ibrahim

INTISARI

Teknologi telekomunikasi dan komputer berkembang secara cepat dengan kecenderungan bahwa keduanya menunjukkan perpaduan yang makin kuat. Selanjutnya kombinasi dengan kemajuan pada bidang transmisi yang tidak kalah cepatnya akan membawa sistem komunikasi menjadi lebih efisien dan lebih pintar.

Keadaan tersebut kenyataannya tidak akan tercapai tanpa hasil-hasil menakjubkan dari sektor komponen elektronika ditinjau dari aspek miniaturisasi, keandalan serta biaya per fungsi. Percepatan perubahan secara teknologis telah mendorong minat dan penghargaan masyarakat terhadap informatika untuk kemudian menuju kepada apa yang populer sebagai masyarakat informasi.

Tulisan ini mencoba mengetengahkan kemajuan teknik yang membuka jalan ke arah masyarakat informasi tersebut diikuti dengan pengamatan khusus tentang keadaannya di negara kita.

PENDAHULUAN

Perkembangan serta kecenderungan dalam bidang telekomunikasi dan komputer akhir-akhir ini menunjukkan suatu yang jelas di hadapan kita bahwa perbedaan dari kedua teknologi senantiasa akan makin mengecil dan perpaduannya akan membawa sistem komunikasi menjadi lebih efisien, semakin pintar. Arah baru yang timbul, sebagai akibat penggabungan telekomunikasi

dengan komputer mendorong perlunya pendefinisian kembali strategi untuk pengembangan industri-industri yang berkaitan di seluruh dunia. Namun di dalam mengkaji manfaat teknologi komunikasi baru perlu diteliti sejauh mana industri informasi secara keseluruhan dapat cocok dengan keadaan sosial dan ekonomi nasional. Dihampir semua negara industri, telekomunikasi dan informasi merupakan suatu sektor ekonomi yang paling pesat kemajuannya. Dapat dikemukakan paling tidak empat kriteria utama sektor ini yang patut diperhatikan:

1. Telekomunikasi dan informasi telah mengambil porsi ekonomi yang cukup luas.
2. Biaya jasa komunikasi menurun sepanjang waktu.
3. Kebutuhan akan pelayanan-pelayanan komunikasi senantiasa meningkat dan tidak terlalu sensitip terhadap biaya.
4. Telekomunikasi adalah sektor ekonomi yang paling cepat berkembang, terutama karena komunikasi telah menjadi lebih murah dibanding barang atau jasa-jasa lainnya dalam ekonomi.

Percepatan perubahan secara teknologis, sebagai hasil perkembangan teknologi informasi baru, telah mendorong minat dan kesadaran masyarakat akan industri telekomunikasi, peranannya dalam membangun peralatan serta infrastruktur dari apa yang dikenal sebagai abad informatika. Apresiasi masyarakat terhadap telekomunikasi kiranya belum pernah lebih baik dari pada seperti waktu ini.

Tetapi apa sebetulnya yang menjadi kunci semua perubahan tersebut? Jawabannya adalah komponen elektronika. Komponen-komponen elektronika pada waktu ini menempati fungsi sentral dalam industri. Komponen adalah bahan utama bagi suatu rangkaian-rangkaian elektronika, yang selanjutnya dapat digabung-gabungkan menjadi sistem elektronika yang peranan dan kegunaannya sangat besar bagi industri sebagaimana juga untuk kehidupan sehari-hari.

Perkembangan secara revolusioner telah ditunjukkan oleh komponen elektronika yaitu dengan kemajuan-kemajuannya yang menakjubkan dalam unjuk kerja teknis. Penciutan dimensi yang luar biasa, dan turunnya harga per fungsi. Walaupun lompatan ke depan ini terutama terjadi pada satu sektor saja dari industri komponen yaitu semi konduktor, ini terbukti telah menjadi suatu technological push yang dampaknya dapat disaksikan masyarakat dunia diberbagai negara.

TELEKOMUNIKASI DAN INFORMASI.

Kemajuan besar dalam elektronika untuk demikian banyak aplikasi di berbagai bidang telah memperlihatkan hasil-hasil yang mengagumkan. Seperti di-

ketahui bukanlah suatu kebetulan saja bahwa tabung elektron dipergunakan pertama kali untuk telegrafi tanpa kawat. Tuan Fleming dan Lee De Forest masing-masing sebagai penemu dioda dan trioda sangat jauh terlibat dalam telekomunikasi secara elektrik yang waktu itu berada pada tahap sangat awal. Selanjutnya hubungan yang begitu dekat antara elektronika dan telekomunikasi telah memungkinkan transmisi pembicaraan dan musik yang dilakukan tanpa kawat melalui komunikasi radio dan pemancar radio, dua bidang berdekatan yang sangat mendorong pertumbuhan dan pengembangan industri elektronika.

Tanpa elektronika tentunya tidak mungkin menanam kabel atau merentang kabel laut untuk membangun hubungan telepon. Sentral telepon digital moderen yang dikontrol oleh komputer tidak akan dapat dirancang tanpa menggunakan komponen dan modul elektronika mutakhir.

Suatu hal yang menarik disini adalah tenggang waktu yang demikian lamanya diperlukan untuk memperkenalkan elektronika kedalam fungsi-fungsi teleponi. Sungguhpun elektronik telephone repeater telah dipergunakan pertama kali sebelum Perang Dunia I, kenyataannya baru sekitar 15 tahun inilah elektronika betul-betul masuk kejantung sentral telepon.

Tidak lama setelah ditemukannya trioda pada tahun 1906, elektronika mulai memasuki dunia melalui repeater yang memang diperlukan sehubungan dengan sifat-sifat media transmisi waktu itu. Penggunaan kawat tembaga di udara dapat dimengerti telah menimbulkan masalah dengan meningkatnya pelanggan dan lalu lintas telepon. Kemudian diperoleh pemecahan yaitu mulainya dipakai kabel bawah tanah. Dengan cara ini dapat dikurangi masalah interferensi, interupsi dan pemeliharaan. Tetapi sinyal yang diterima menjadi agak lemah. Walaupun redaman ini dapat diatasi misalnya dengan self-inductance, namun tidak lebih baik dari apa yang dicapai dengan sistem kabel udara.

Pada tahun 1936 ditandai oleh kegiatan terobosan seperti pemasangan kabel coaxial untuk pertama kalinya dari New York ke Philadelphia dan Berlin ke Leipzig. Repeater yang diperlukan untuk berbagai sistem transmisi di atas memperlihatkan andil elektronika dalam telekomunikasi yang terus berlanjut hingga ditemukannya Pulse Code Modulation (PCM) oleh tuan Allan H Reeves, pada tahun 1938, bahkan sampai sekarang telekomunikasi tidak dapat dipisahkan lagi dari elektronika.

PCM digunakan pada sistem transmisi digital yang beroperasi atas dasar prinsip time division multiplex. Sistem digital memerlukan bandwidth yang lebih lebar dari sistem analog dengan jumlah kanal yang sama, tetapi sistem yang pertama relatif imun terhadap impulse noise dan interferensi. Sistem transmisi digital terdiri atas multi plexer dan digital line equipment yang selalu spesifik kepada kabel yang digunakan seperti untuk kabel coaxial, kabel serat optik.

Di bagian lain dapat diperhatikan pula evolusi sumbangan elektronika dalam sistem switching telepon. Dua tahun setelah penemuan telepon oleh tuan A.G. Bell, jaringan telepon umum untuk pertama kalinya dioperasikan di New Haven tahun 1878.

Mula-mula operasi dilakukan secara manual sampai diperkenalkannya sistem otomatis di tahun 1892. Penyempurnaan dari sistem otomatis "step by step" yang terkenal sebagai strowger system dengan cepat mendapatkan tempatnya di seluruh dunia. Pada tahun 1936 saja 50% dari 35 juta pelanggan di dunia telah dihubungkan dengan sentral otomatis. Prioritas terhadap intensifikasi otomatisasi telepon sampai kepada mencari suatu sistem yang tidak banyak membutuhkan perawatan, butuh sedikit ruangan, dan murah diproduksi. Pada waktu tersebut penyempurnaan dari sistem elektromekanis diperkirakan akan lebih memenuhi kebutuhan masa datang dibanding sentral elektronika yang menggunakan tabung. Sebetulnya sebelum perang dunia kedua sudah ada studi tentang pemanfaatan elemen semikonduktor yang mengarah kepada penemuan transistor. Pengkaitan hal ini dengan penemuan PCM sebelumnya, telah membuka jalan ke arah sistem switching digital berdasarkan time division multiplex.

Sentral telepon digital sama sekali berbeda dengan yang analog, pertama karena sentral digital ini menangani hanya sinyal-sinyal digital baik pada input maupun outputnya. Bila pelanggan analog dihubungkan kepada digital switching, maka konversi analog-digital dilakukan diperiferal sentral. Seluruh masalah yang berkaitan dengan penyediaan daya untuk panggilan, ringing voltage dan surge protection ditangani di sini, bukan dalam switching network. Kedua adalah bahwa sinyal digital pada setiap panggilan tidak dihubungkan secara terpisah, tetapi sejumlah besar panggilan serentak dihubungkan dengan prinsip time division multiplex, yang berarti switching network membangun hubungan sangat cepat yang diperlukan dari input ke output untuk setiap panggilan secara bergantian, diulang menurut siklus periodik. Karena kecepatan sampling PCM yang ditetapkan secara internasional 8000 per detik, dan sentral digital biasanya menerima 256 panggilan pada inputnya, maka cross point sentral tersebut akan diaktifkan lebih dari 2 juta kali setiap detiknya. Kecepatan sedemikian tentunya hanya bisa dicapai dengan menggunakan rangkaian elektronika.

Suatu hal lain yang perlu dikemukakan adalah tentang computer controlled system yang menggunakan processor control atau stored program control (SPC). Sentral telepon SPC pertama keluar menjelang tahun 1970. Sistem ini menyajikan fleksibilitas yang tinggi dalam pemberian layanan kepada pelanggan seperti abbreviated dialing. Di sisi lain, karena sentral telepon sering dituntut memiliki keandalan tinggi (maksimum total failure tidak lebih dari 2 jam dalam 40 tahun), maka sentral ini biasanya dilengkapi dengan dual processors hot standby mode. Sentral telepon digital juga memakai prinsip SPC, lahir pertama

kali sekitar tahun 1975. Disebabkan mahalanya processor dan memory pada mulanya dipakai pola kontrol terpusat. Kemudian setelah pesatnya perkembangan semikonduktor dan turunnya biaya-biaya muncul sentral digital dengan pola yang disebut kontrol tersebar. Bila durenungkan kembali, akan disadari bahwa jenis komunikasi secara elektrik yaitu telegrafi kenyataannya sudah dilakukan dalam bentuk digital. Sedangkan komunikasi analog dimulai dengan adanya telepon. Sampai saat ini kedua jenis komunikasi memiliki tempatnya masing-masing dan dapat bekerja berdampingan. Munculnya komunikasi dengan komputer-komputer dan antara komputer-komputer (komunikasi data) mendorong kebutuhan akan fasilitas transmisi informasi digital. Dengan suatu modem sebenarnya informasi digital bisa disalurkan melalui jaringan telepon analog. Namun kita dibatasi oleh sempitnya bandwidth. Di samping itu transmisi data sering menghendaki persyaratan tambahan lain hingga akhirnya saat ini kita terpaksa membangun jaringan yang berbeda untuk maksud telepon analog, teleks, data dan sebagainya.

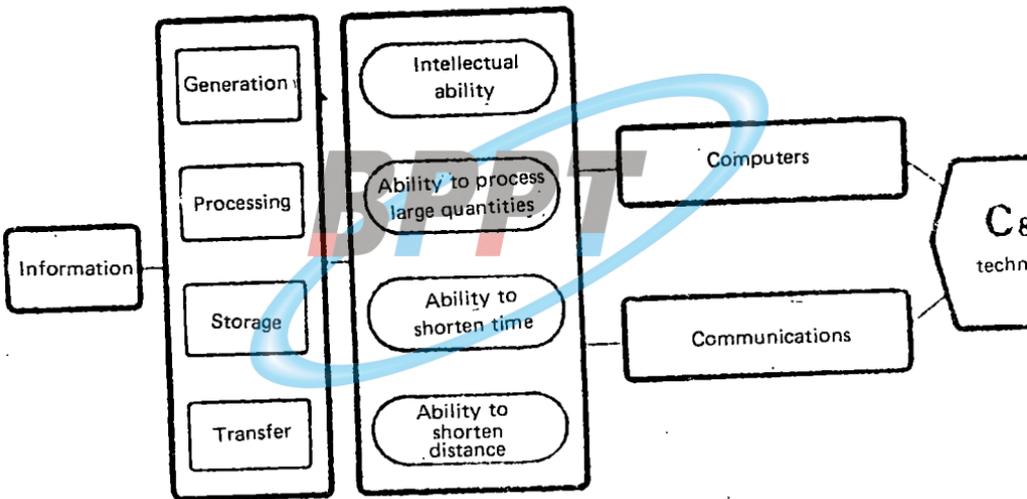
Dengan meningkatnya penggunaan transmisi digital sebagaimana juga jaringan telepon, maka dengan alasan praktis serta ekonomis jelas sangat diharapkan suatu jaringan digital universal untuk komunikasi. Jaringan yang populer dengan sebutan ISDN (Integrated Services Digital Network) disamping telepon direncanakan juga akan memungkinkan komunikasi data, teks, grafik dan images dalam berbagai bentuk.

MASYARAKAT INFORMASI.

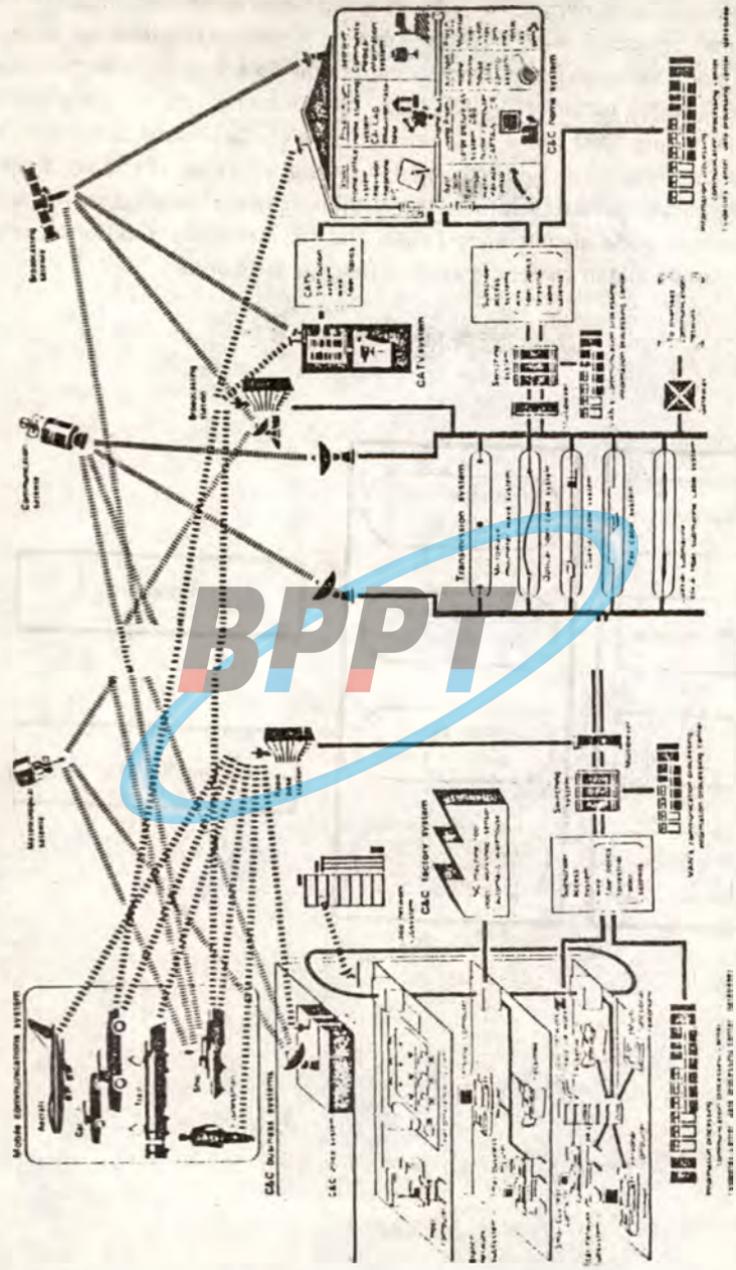
Informasi berasal dari manusia, pada mulanya berupa pikiran-pikiran yang terbentuk di dalam otak kemudian diungkapkan sebagai kata-kata, kalimat ataupun gambar. Dalam hal ini termasuk yang disampaikan atau diungkapkan secara lisan/langsung melalui telepon, serta dalam bentuk tertulis (surat, teleks, facimile) untuk keperluan dagang, dinas dan transaksi sosial lainnya. Lebih penting lagi adalah hal yang berupa ide-ide kreatif ke arah penemuan atau pengembangan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi serta penciptaan produk seni. Kalau diperhatikan memang pada dasarnya manusia mempunyai kegiatan untuk berkreasi, merencana ataupun mencipta. Pada waktu ini kegiatan tersebut sangat banyak dibantu oleh peralatan moderen yang kian luas penggunaannya. Juga didorong oleh kenyataan bertambah banyaknya ragam serta jumlah informasi yang diperlukan manusia. Karena makin banyak aplikasi untuk berbagai peralatan pengolahan informasi seperti personal computer, intelligent terminal, dengan sendirinya menambah pula kebutuhan terhadap teknologi komputer seperti word processing, graphic processing, CAD. Dengan demikian dapatlah dimengerti bahwa manusia dalam hidupnya yang selalu berinteraksi sesamanya selalu terlibat dengan informasi yang mana kebutuhan akan terus meningkat sesuai kualitas kegiatan mereka.

Di masa sekarang masalah informasi tidak terbatas pada penyiapannya saja, tetapi penting pula diperhatikan metoda pengiriman serta penyimpanan informasi tersebut yang baik secara tekno-ekonomi. Penanganan informasi tidak terlepas dari pada komunikasi moderen yang tampil dalam berbagai bentuk seperti ISDN, value added network (VAN), direct broadcasting satellite system (DBS), office automation (OA), local area network (LAN). Salah satu persyaratan penting di dalam pengiriman informasi adalah bahwa informasi itu dapat disampaikan tanpa cacat. Berarti informasi yang dikirim harus dapat diterima seperti bentuk asalnya pada alamat yang benar. Hal ini menuntut kebutuhan saluran transmisi dan peralatan switching yang terpercaya serta andal.

INFORMASI DAN C & C



KEMUNGKINAN DALAM KOMUNIKASI MODERN.



Bertambah banyaknya jenis peralatan informasi dengan kemampuan makin tinggi yang dapat ditemukan di pasaran telah mendorong masyarakat untuk giat mengolah dan bekerja dengan informasi. Masyarakat sekarang terutama di negara-negara industri makin lama makin tergantung kepada informasi. Kantor-kantor mulai disiapkan menjadi tempat dimana pengolahan informasi berlangsung secara efektif, memungkinkan evaluasi data dengan cepat sedemikian hingga akan dihasilkan karya-karya dan kreasi pemikiran yang lebih gemilang. Dalam hal ini otomatisasi kantor sangat berperan karena kantor dengan sarana optimum dapat menangani semua pekerjaan rutin yang membosankan sementara staf bebas memusatkan pikiran kepada tugas-tugas khusus dengan nilai tambah yang lebih besar.

Informasi pada dasarnya sesuatu yang harus diketahui dan dibagi kepada banyak manusia, tetapi selama ini sirkulasinya terhambat terutama karena keterbatasan dalam teknologi komunikasi. Perkembangan teknologi komunikasi selanjutnya secara progresif mulai menurunkan biaya pengiriman informasi. Pada komunikasi konvensional biaya komunikasi justru relatif lebih tinggi dari nilai informasi sehingga mengakibatkan terganggunya sirkulasi informasi. Turunnya biaya yang dikeluarkan untuk sirkulasi informasi walaupun dengan nilai informasi cenderung naik, akan menciptakan keadaan dimana aliran sejumlah besar informasi terjadi. Hanya dengan keadaan seperti inilah apa yang disebut masyarakat informasi benar-benar dapat diwujudkan. Informasi dalam prakteknya bukanlah konsumsi bagi orang dalam kantor tertentu saja, tetapi konsumennya jauh menembus batas-batas kantor, daerah bahkan negara. Karena itu orang sudah memikirkan dan menyiapkan informasi/data dalam bentuk data base untuk berbagai bidang aplikasi ilmu pengetahuan misalnya struktur kimia, bio engineering, informasi medis dengan tujuan menjadi informasi internasional. Upaya ini tidak lain dilandaskan atas pemikiran bahwa kemajuan yang merupakan tujuan masyarakat dunia hanya bisa diraih dengan informasi, sebab hanya dengan informasi kita mampu mengetahui secara terperinci dari suatu sistem yang rumit.

KOMPONEN ELEKTRONIKA.

Komponen elektronika dapat dibagi kedalam 2 kelompok yaitu komponen aktif dan komponen pasif.

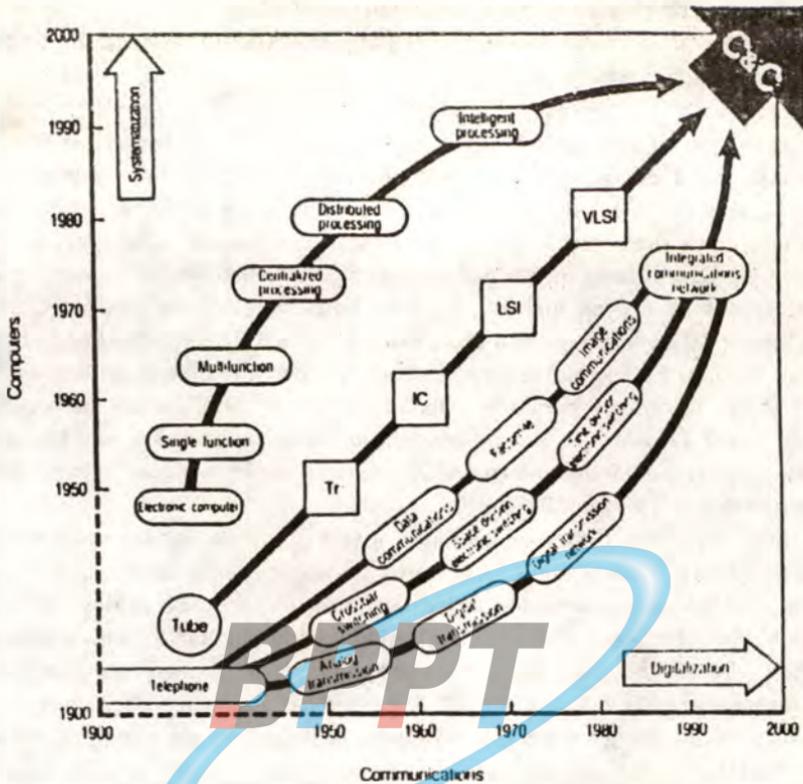
Komponen aktif dapat dibagi kembali menjadi bentuk solid state (semi-konduktor) dan bentuk hampa atau gas filled devices. Dan terdapat pula komponen aktif yang mempunyai kelompok tersendiri yang dikenal sebagai praga (display). Seluruh jenis komponen elektronika mengalami pengembangannya masing-

masing, dimana komponen solid state dengan cirinya (dimensi kecil, kebutuhan energi rendah) sering terlihat lebih menonjol.

Transistor ditemukan tahun 1947 dan memasuki pasaran pada tahun 1953. Walaupun pada saat itu transistor memiliki bidang frekwensi dan daya maksimum yang kurang menguntungkan dibanding tabung, namun dimensi fisik dan konsumsi energinya yang kecil tetap merupakan daya tarik yang kuat terutama untuk komputer yang beberapa waktu kemudian mulai giat dikembangkan serta pesawat penerima radio portable ataupun berbagai peralatan rumah tangga. Kehadiran transistor mendorong penelitian semikonduktor lebih intensip lagi. Masalah material menjadi perhatian yang sangat penting pula disamping masalah-masalah proses pembuatan komponen elektronika maupun aplikasinya. Dalam usaha mendapatkan suatu bahan yang dapat dipakai menutupi permukaan semikonduktor secara selektip sebelum proses difusi, ternyata silikon dioksida dianggap paling sesuai. Hal ini mendorong peralihan penggunaan bahan semikonduktor dari germanium kepada silikon. Silikon mudah dilapisi secara padat dan merata dengan lapisan oksida melalui proses oksidasi. Di samping itu silikon tersedia dalam jumlah yang jauh lebih banyak dibanding germanium dan juga mampu bekerja pada temperatur yang lebih tinggi. Pada mulanya memang ditemui kesulitan di dalam pemurnian dan pembentukan silikon kristal tunggal. Tetapi sejak sekitar tahun 1960 masalahnya telah terpecahkan hingga kini dapat diproduksi silikon kristal tunggal sepanjang satu meter dengan diameter 15 atau 20 cm.

KOMPONEN ELEKTRONIKA

Active elements		Passive elements
Vacuum or gas-filled	Solid-state devices	
Transmitting tubes Receiving tubes Camera tubes Image intensifiers X-ray tubes	Diodes Rectifiers Transistors Thyristors Triacs Integrated circuits	Resistors (linear and nonlinear) Capacitors Inductors Magnetic materials Connectors Switches
Displays Picture tubes Oscilloscope tubes Plasma panels Vacuum-fluorescent panels	Liquid crystals Light-emitting diodes	



PERKEMBANGAN KOMPONEN KOMPUTER KOMUNIKASI

Kombinasi kemampuan untuk memproduksi silikon ukuran besar dengan penurunan dimensi transistor telah berhasil menurunkan harga transistor silikon diskrit. Namun kemudian dijumpai tantangan baru yaitu mulai sulitnya mencari kecocokan pemakaian transistor sebagai komponen elektronika dalam suatu sistem makro. Ini kemudian menjadi salah satu dasar pemikiran ke arah rangkaian terpadu (intergrated circuit). Seperti halnya transistor pertama, IC pada mulanya juga ditandai dengan ketidak sempurnaan serta mahal. Tetapi justru keadaan ini rupanya yang mendorong para ahli bekerja lebih keras lagi hingga dicapai keadaan sekarang.

Diawal kehadirannya, pembuatan IC dihadapkan kepada persoalan seperti berikut:

- Karakteristik transistor yang diperoleh berbeda dari satu wafer ke wafer yang lain

- Tahanan dan kapasitor besar sukar dan mahal dibuat
- Kompleksitas yang tinggi dari chip yang lebih luas sulit dikerjakan, tingkat keberhasilan rendah.

Persoalan di atas lebih banyak ditemukan pada rangkaian analog dimana hubungan input dengan sinyal output sangat penting dibanding rangkaian digital. Karena itulah sebagian besar IC mula-mula hanya terdiri atas rangkaian sederhana. Transistor pada IC dibuat dengan melakukan difusi vertikal ke dalam silikon, teknologi ini dikenal sebagai bipolar sebab operasi transistor tersebut tergantung kepada dua muatan yang berbeda, electrons dan holes. Baru pada sekitar tahun 1965 muncul teknologi FET (Field Effect Transistor) sebagai saingan bipolar. FET kemudian berkembang lagi dan kini dikenal sebagai teknologi CMOS. Terobosan berikutnya terjadi di tahun 1970 dengan berhasilnya dibuat 1 KB DRAM. Ini kemudian dengan cepat sangat menurunkan harga storage secara spektakular hingga MOS memory dapat dianggap sebagai daya dorong dibelakang pengembangan IC.

Saat ini dunia bicara penempatan jutaan bit pada sebuah chip silikon tunggal. Miniaturisasi dimensi akan terus berlanjut, pembatasannya mungkin datang dari panjang gelombang radiasi yang digunakan pada proses litografi, ataupun efek-efek fisis, elektrik yang terjadi. Perlu diketahui bahwa pasaran memory digital menjadi begitu berkembang setelah munculnya integrated microprocessor pada tahun 1971/1972. Perpaduan antara memory yang lebih baik dan murah dengan processor membuka jalan kepada apa yang populer sebagai digital era. Jadi setelah transistor menggantikan hampir seluruh peranan tabung, IC masuk menjadi pemeran utama disetiap bidang elektronika antara lain karena alasan sebagai berikut:

1. Transistor terkecil didalam suatu IC pada waktu ini ukurannya hanya sepersejuta kali transistor germanium pertama yang dibuat di tahun 1953.
2. Demikian juga dengan konsumsi energi dan harganya mendekati sepersejuta kali.
3. Kecenderungan miniaturisasi ini akan terus berlanjut karena memang belum mencapai batasnya.

Beberapa waktu terakhir ini misalnya dalam teknologi informasi yang sangat besar perkembangannya, kelihatan kebutuhan terhadap "IC khusus" yang pemenuhannya lebih menuntut kerjasama dengan produsen IC. Ini membuka kegiatan baru yang disebut "application specific IC" atau ASIC sebagai arah pertumbuhan pasar IC.

Hal lain yang kiranya juga perlu diutarakan adalah bahwa untuk pembuatan IC, komponen biaya pengujian, pengemasan dan pemasangan sering lebih mahal

dan tidak seimbang dengan biaya pembuatan chip semikonduktornya yang justru terus turun. Di samping itu untuk chip yang sangat besar dihadapi pula masalah titik-titik sambung yang begitu kecil hingga sekarang mulai muncul teknik pemasangan IC yang dikenal dengan istilah surface mounting.

Sebagaimana telah disinggung di atas, silikon adalah bahan utama untuk pembuatan komponen elektronika mulai dari transistor diskrit sampai kepada IC. Ini saja rupanya tidak cukup, silikon bahkan sering disebut sebagai material dari abad informatika. Tetapi substansi yang luar biasa ini yang telah memungkinkan munculnya komputer mikro dan satu megabit dynamic memory ternyata juga memiliki batasan kemampuan. Silikon diketahui tidak dapat memperkuat sinyal gelombang mikro secara efisien pada frekwensi sangat tinggi yang sering dibutuhkan misalnya untuk sistem komunikasi terrestrial. Bahan ini tidak bisa digunakan untuk membuat rangkaian potonik, tidak cocok untuk integrasi monolitik dari rangkaian potonik dan elektronika pada chip yang sama. Di samping itu dikatakan bahwa silikon tidak dapat dipakai untuk memproduksi elemen gelombang mikro monolitik aktif maupun pasip. Bahan inipun relatif memiliki sifat toleransi temperatur dan daerah tahanan radiasi yang sempit.

Mengingat keadaan di atas, para ahli terpaksa berupaya mencari bahan alternatif dengan kembali melihat kepada kelompok III (aluminium, gallium, indium) dan V (pospor, arsenik) dari Tabel Periodik. Bahan semikonduktor yang dibuat dari kombinasi kelompok III dan V tersebut memiliki keunggulan atas silikon yaitu dari aspek frekwensi maksimum dan temperatur operasi, pembangkitan cahaya, toleransi radiasi, integrasi monolitik dari potonik dan elektronika, integrasi monolitik elemen gelombang mikro aktif dan pasip. Secara konkrit keunggulan tersebut dapat dilihat melalui hasil eksperimental, bahwa transistor silikon mampu mengadakan sambungan 10^9 kali/ detik atau 10 GH. Sedangkan transistor yang terbuat dari galim-arsenida dapat mencapai 230 GH atau 23 kali kecepatan transistor silikon.

Galium arsenida atau Ga As dewasa ini merupakan bahan semikonduktor kelompok III-V yang paling banyak digunakan. Negara-negara industri berlomba-lomba melakukan riset dengan biaya besar dalam bidang ini, terutama karena melihat sifat imun radiasi yang dimiliki GA As yang sangat penting bagi maksud aplikasi ruang angkasa dan pertahanan.

Pasaran Ga As di Amerika pada tahun 1985 lebih kurang USD 130 juta, dan diperkirakan dapat mencapai USD 1 milyar di tahun 1990. Di samping untuk keperluan pertahanan, pasar tersebut berada di bidang komputer dan komunikasi. Sebab industri komputer menginginkan IC yang lebih cepat untuk memory chip, complec logic chips dan arithmetic processing chip. Sedangkan komunikasi membutuhkan rangkaian liner dengan daya tinggi untuk radio gelombang mikro dan IC kecepatan tinggi daya rendah untuk sistem serat optik

high bit rate. Lain dari pada itu, chip kecepatan tinggi diperlukan juga bagi engineering work station dan advanced imaging & graphic work station.

TABEL PERIODIK
as Reported by the Committee of the International
Union of Chemistry

Group	O	I	II	III	IV	V	VI			VII		VIII	
							RO	RO ₂	RO ₃	RO ₄	RO ₅	RO ₆	RO ₇
Type Formula	RO	RO	RO	RO ₂									
Period	Series	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	He-4.003	Li-6.940	Be-9.01	B-10.82	C-12.010	N-14.008	O-16.0000	F-19.00					
2	10	11	12	13	14	15	16	17					
	Ne-20.183	Na-22.997	Mg-24.32	Al-26.97	Si-28.06	P-30.98	S-32.066	Cl-35.457					
3	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
	A-39.944	K-39.096	Ca-40.08	Sc-45.10	Ti-47.90	V-50.95	Cr-52.01	Mn-54.93	Fe-55.85	Ce-58.74	Ni-58.67		
4	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46		
	Kr-83.7	Rb-85.46	Sr-87.63	Y-88.92	Zr-91.22	Nb-92.91	Mo-95.95	Tc-99 (?)	Ru-101.7	Rh-102.91	Pd-106.7		
5	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63			
	Xe-131.3	Cs-132.91	Ba-137.36	La-138.92	Ce-140.13	Pr-140.91	Nd-144.24	Pm-144.91	Sm-150.36	Eu-151.96			
6	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
	Hf-178.5	Ta-180.95	W-183.85	Re-186.21	Os-190.2	Ir-192.22	Pt-195.08	Au-196.967	Hg-200.59	Tl-203.37	Pb-207.2	Bi-208.98	Po-209
7	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96		
	Rn-222	Fa-223 (?)	Ra-226.05	Ac-227 (?)	Th-232.12	Pa-231	U-238.07	Np-237	Pu-239	Am-241	Cm-242		

INFORMATIKA DI INDONESIA.

Sebagaimana perkembangannya di dunia, Indonesiapun dengan kecepataannya sendiri mengalami pertumbuhan di bidang informatika. Walau sebelumnya informasi sudah dikenal secara terbatas, maka sebetulnya kebutuhan mulai terasa besar peningkatannya sewaktu diperkenalkannya televisi pada tahun 1962 yang kemudian disusul dengan pengoperasian Palapa sebagai Sistem Komunikasi Satelit Domestik pada tahun tujuh puluhan. Selanjutnya keputusan untuk program digitalisasi sistem telepon diawal tahun delapan puluh dan mulainya dipakai kabel serat optik telah melengkapi pokok-pokok yang dipersyaratkan untuk penanganan informasi secara efisien. Walaupun pada saat ini siaran TV misalnya sudah mencakup 65% penduduk Indonesia, tetapi jenis siaran dan informasi yang disampaikan masih jauh dari kemampuan sebenarnya. Rencana-rencana sudah disusun untuk lebih memanfaatkan utilisasi Palapa dengan meningkatkan jam operasi yang diisi dengan penyajian berbagai informasi spesifik yang mulai dibutuhkan untuk mempercepat kemajuan kegiatan pembangunan disegala bidang.

Dalam bidang telepon, program untuk meningkatkan jumlah satuan sambungan dipersiapkan untuk seluruh tanah air. Dalam Repelita IV saja ditargetkan paling sedikit terpasang 750.000 satuan sambungan telepon yang dihubungkan dengan sentral-sentral digital. Dan untuk Repelita V dicanangkan untuk menambah sekitar 2 juta satuan sambungan baru sedemikian sehingga kepadatan telepon saat ini sebesar 0,5 per seratus penduduk atau terendah di antara negara ASEAN akan bisa ditingkatkan menjadi setaraf dengan keadaan dikebanyakan negara dibelahan bumi Asia Tenggara ini. Pembangunan sarana telekomunikasi ini bukan hanya sekedar jumlah satuan sambungan telepon yang besar, tetapi jauh dari pada itu. Bidang transmisi mulai pula ditata dan diperbaharui dengan teknik digital baik menggunakan sistem gelombang mikro maupun kabel serat optik. Dilain pihak sistem komunikasi data pun dikembangkan antara lain melalui packet satellite network (packsatnet) atau menggunakan saluran-saluran sewa khusus.

Hubungan untuk perolehan ke dunia internasional sudah dapat pula diselenggarakan menggunakan sistem komunikasi data paket (SKDP) yang mulai banyak peminatnya. Pada sisi selanjutnya terlihat kemajuan di dalam otomatisasi kantor, komputer sudah tidak merupakan benda asing lagi, gedung-gedung mulai dilengkapi local area network yang membangun hubungan komunikasi internal sehingga menjamin efisiensi pemanfaatan data dan informasi. Usaha ke arah konsep jaringan digital terpadu pun telah sering dibahas untuk kebutuhan nasional. Bahkan beberapa instansi telah mensyaratkan kemampuan apa yang disebut ISDN dalam pengadaan telepon rumah otomatis digital (PABX digital).

Dalam bidang khusus misalnya telah banyak pula digunakan mesin produksi otomatis/programatis (NC, CNC machines dan sebagainya) yang menunjukkan makin tingginya kebutuhan akan data dan informasi dengan aktualitas yang tinggi.

Untuk sektor rekayasa dan industri termasuk perangkat keras ataupun lunak secara bertahap mulai tampil dalam kegiatan pengolahan data informasi. Tercatat tidak kurang dari 28 buah computer house dan sejenisnya yang ikut menunjang 32 buah industri komputer terdaftar dan para konsumen atau pemakai. Tenaga ahli terampil diberbagai instansi seperti di ITB, UI, LIPI telah bekerja menunjukkan kemampuan dibidang ini. Bahkan di ITB dan UI misalnya bidang informatika mendapatkan perhatian khusus dan banyak diminati. Hal serupa juga mulai ditemukan pada beberapa industri komputer dan elektronika profesional kita.

Namun demikian karena negara kita sebagai salah satu negara sedang berkembang yang relatif baru memasuki alam informatika ini bukannya tidak menghadapi permasalahan. Bagi Indonesia yang menyangkut kebijakan nasional yaitu bagaimana mempersiapkan negara dan bangsa dalam jangka pendek, sedang dan panjang agar mampu mendaya gunakan ilmu pengetahuan komputer dan informatika untuk pembangunan nasional. Dalam hal itu, faktor manusia menjadi besaran yang strategis. Tetapi sumber daya manusia baru dapat dijadikan faktor produktif bila telah diberikan nilai tambah melalui proses pendidikan dan latihan selama jangka waktu yang sudah tertentu. Jelas bahwa kunci utama sebetulnya adalah pendidikan dan latihan itu sendiri. Laju perkembangan serta perpaduan yang sangat cepat dari teknologi komputasi, komunikasi digital, perangkat penyimpan informasi, intelegensi buatan merupakan tantangan dan kesempatan yang besar bagi kita untuk mendaya gunakannya.

Negara maju kebanyakan telah menata diri untuk mengambil manfaat dari tantangan dan kesempatan tersebut, akan tetapi tidak demikian halnya dengan negara-negara sedang berkembang seperti Indonesia. Banyak hal yang harus diperbuat, terutama dalam bidang pendidikan & latihan. Misalnya saja mengenai tenaga ahli dan terampil untuk bidang teknologi komputer dan informatika yang masih sedikit jumlahnya, belum cukup besarnya penghargaan dan pengertian terhadap data/informasi. Sering ditemui kecerobohan di dalam memperlakukan informasi, padahal informasi telah disepakati sebagai sumber daya yang harus dipelihara dan dimanfaatkan sebesar-besarnya secara tepat. Memang dari hal ini dapat digaris bawahi bahwa dalam informasi, pendidikan ilmu pengetahuannya saja belum cukup, tetapi perlu pendidikan sikap yaitu usaha agar seseorang itu mampu dan berbuat menghargai informasi yang makin lama makin penting untuk pemecahan masalah-masalah multi ragam yang dihadapi. Selanjutnya di samping kuantitas upaya pendidikan dan latihan yang dilaksanakan yang men-

cakup jumlah yang dididik, pendidik, investasi, perangkat keras & lunak yang perlu diadakan, harus disusun kurikulum dan materi pendidikan komprehensif yang menjamin mutu hasil pendidikan baik dari pengetahuan maupun sikap terhadap informatika.

Proyeksi Permintaan dan Penyediaan Tenaga Tingkat Tinggi

No.	Keahlian	Jumlah 1980	Kebutuhan 1989	Tambahan yang perlu per tahun
1.	Sarjana Teknik	15.000	105.000	11.670
2.	Ilmuwan	5.000	11.700	1.300
3.	Sarjana Pertanian	5.600	16.500	1.840
4.	Akuntan	1.600	20.000	2.230
5.	Sarjana Ekonomi	5.000	15.200	1.690
6.	Administrator/Manager	85.000	411.000	45.670
Total		117.200	579.400	64.380

"Perkiraan Bank Dunia dan UNESCO"

Tabel di atas menunjukkan betapa cukup besarnya jumlah pemakai atau calon pemakai komputer dan jasa informatika. Padahal pernah tercatat bahwa jumlah tenaga pendidik yang mampu memberi pengetahuan serta keterampilan dasar di bidang ilmu dan teknologi komputer dan bersedia mengajar hanya sekitar 500 orang diseluruh Indonesia. Angka ini jauh dibawah kebutuhan yang diperkirakan antara 15 – 20.000 orang. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut perlu suatu strategi pengadaan tenaga yang harus dapat diterjemahkan kedalam rencana operasional.

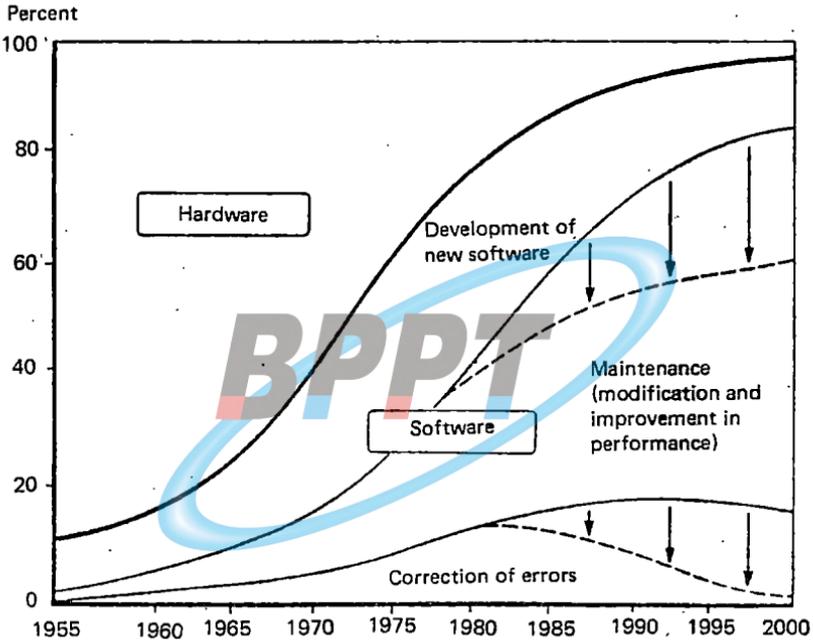
Berikut ini ditampilkan suatu perkiraan jumlah tenaga profesional di bidang Ilmu & Teknologi Komputer dan Informatika pada tahun 1989.

Jumlah angkatan kerja (orang)	
Berpendidikan menengah	: 8.200.000
Berpendidikan tinggi	: 580.000
Kebutuhan tenaga profesional (orang)	
Berpendidikan menengah	: 49.200
0,6% nya untuk operator yang memasukkan data.	: 2,952
0,6% nya untuk operator komputer, programmer, tenaga pengajar	: 2,952
Berpendidikan tinggi	: 11.600
2,0% nya untuk programmer, analis sistem spesialis	

data base, spesialis perpustakaan, perancang sistem, jaringan komputer, perancang perangkat keras/lunak dan tenaga pengajar

Kalau ditinjau dari sudut aplikasi, sampai sekarang didominasi untuk jenis kegiatan operasional seperti administrasi kepegawaian, akuntansi, pergudangan dan sebagainya.

PERMASALAHAN PERANGKAT LUNAK



Pemanfaatan untuk desain dan produksi pada beberapa industri ternyata cukup menonjol misalnya di PT. IPTN, PT. PAL. Sedang informatika untuk manajemen, pengendalian operasi organisasi kelihatannya belum cukup berkembang, tetapi gerakan ke arah ini makin meningkat. Karena itu tepatlah apa yang dikatakan oleh beberapa pimpinan nasional bahwa pada waktu ini masyarakat harus menempatkan informatika sebagai prioritas utama, karena masyarakat yang menguasai informasi akan mampu berbuat lebih banyak untuk mengisi pembangunan.

KOMPONEN ELEKTRONIKA DI INDONESIA.

Kalau pada uraian di muka telah dibicarakan mengenai peranan informati-

ka, kemampuan pengoperasian perangkat keras dan tenaga terampil yang berkaitan, maka di sini dicoba mengamati keadaan industri peralatan informatika khususnya komponen elektronika di Indonesia. Memang banyak pihak di negara kita yang menyadari penting dan peran strategis dari komponen elektronika dalam informatika dan komputer atau bahkan dalam elektronika secara keseluruhan. Hal ini sering diperbincangkan yang kesimpulannya selalu menguatkan tentang sifat strategis komponen tersebut. Namun banyak kalangan juga menyadari dari hal-hal yang berkaitan dengan komponen elektronika itu antara lain:

1. Banyaknya jenis/tipe komponen elektronika.
2. Laju pertumbuhan permintaan yang mengesankan 15–20% per tahun. CMOS memory bahkan 50–100% per tahun.
3. Pasar/perdagangan dengan skala internasional.
4. Persyaratan yang sangat tinggi dilihat dari standar teknis, investasi.

Untuk suatu industri komponen dengan nilai strategis demikian dituntut penguasaan menyeluruh atas teknologi komponen itu sendiri maupun proses produksi, pemilihan material, pengaturan bagian produksi, serta kontrol mutu produk akhir.

Jelas usaha ini suatu kegiatan padat modal yang harus dikelola secara profesional oleh para ahli yang berdedikasi. Komponen elektronika sebetulnya pernah dirintis oleh beberapa industri kita, misalnya PT. Philips Ralin mencoba membuat resistor, diikuti oleh yang lain dalam pembuatan kapasitor, trafo dan sebagainya. Namun usaha di atas belum mencapai industri yang diinginkan dan mencakup hanya komponen pasip sederhana, belum komponen aktif. Untuk komponen aktif mulai dilakukan oleh dua industri PMA yaitu nasional Semiconductor dan Fairconductor dan Fairchild sekitar tahun 1974. Kegiatan dua industri yang mengerjakan komponen aktif transistor dan berbagai IC itu melibatkan ribuan tenaga kerja lokal tetapi bentuk pekerjaannya hanya berupa bagian akhir saja dari keseluruhan proses. Tahun 1985/1986 kedua industri itu malah mundur kegiatannya, salah satu diantaranya tutup dan lainnya mengalami alih pemilikan dengan kegiatan yang sangat menurun dalam bidang komponen elektronika. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa saat ini Indonesia belum memiliki industri komponen elektronika yang menghasilkan komponen aktif.

PEMASOK IC DUNIA

	1980	1985
Amerika	52%	50%
Jepang	33%	43%
Negara Lain	15%	7%

Secara laboratorium kita memiliki kegiatan ke arah itu seperti di ITB, UI, LEN/LIPI banyak dikerjakan pembuatan IC standar, customised IC untuk maksud penelitian. Peranan simulasi komputer (circuit dan logic simulation) dalam perancangan sistem elektronika telah menggugah para ahli untuk berbuat lebih banyak paling tidak memahami teknik-teknik perancangan yang rupanya juga sangat maju. Dalam rangka kegiatan Pusat Antar Universitas bidang mikro elektronika diselenggarakan kegiatan ke arah ini.

Antara lain telah berhasil dirancang 2 rangkaian full custom yang mengandung 700 transistor dalam teknologi bulk silikon CMOS dan sebuah rangkaian semi-custom dengan 1.000 gate CMOS. Permasalahannya, kegiatan rancangan ini belum berhasil dikaitkan dengan kebutuhan pemakai yang berhubungan dengan skala industri. Selama ini hasil rancangan dikirim ke luar negeri untuk diproses lebih lanjut dan memperoleh prototipe komponen-komponen jadi. Dari sini jelas bahwa masih banyak yang perlu dipikirkan, dimatangkan sebelum kita bersungguh-sungguh masuk ke dalam industri komponen elektronika yang sangat strategis tersebut.

PENUTUP

Dari keseluruhan uraian di atas kiranya dapat digaris bawahi beberapa butir sebagai berikut:

1. Perkembangan teknologi elektronika memang berubah dan membawa akibat terhadap industri elektronika itu sendiri, bahkan juga terhadap kehidupan manusia. Perubahan cara penyelesaian masalah dapat terpengaruh oleh kemajuan teknologi terutama teknologi elektronika. Masalah telekomunikasi yang dahulu sangat tergantung pada kabel dengan basis tembaga kemudian dengan kemajuan teknologi transmisi dapat dilakukan secara ekonomis oleh transmisi radio maupun cahaya.
2. Pendidikan dan latihan di bidang informatika pada akhirnya bertujuan kepada bagaimana memanfaatkan informasi dan memperlakukannya sebagai sumber daya. Pengetahuan tanpa didukung oleh sikap yang memadai terhadap informatika tidak dapat membuat sistem informatika berjalan dengan baik.
3. Ketersediaan tenaga ahli yang agak memadai baru terbatas pada tenaga menengah perangkat lunak aplikasi. Untuk yang berkemampuan lebih tinggi dalam bidang perangkat lunak masih tergolong sedikit. Banyak upaya yang perlu dilakukan dalam menyiapkan tenaga ahli yang akan mengemban tugas penguasaan teknologi informatika untuk menjadi Indonesia sebagai bagian masyarakat informasi dunia.

4. Adanya kecenderungan harga perangkat keras yang terus menurun, sementara hal sebaliknya terjadi pada perangkat lunak perlu sangat diperhatikan di dalam pertimbangan memasuki industri informatika. Bagi Indonesia kiranya masuk di bidang perangkat lunak relatif belum terlambat dibanding industri perangkat kerasnya. Namun semua kebijaksanaan harus dilandasi oleh keinginan untuk menguasai dan membuka kesempatan inovasi. Karena itu penyempurnaan UU Hak Cipta akan sangat membantu terwujudnya iklim yang diharapkan.
5. Dasar kebijaksanaan untuk menitik beratkan pada pembangunan suatu jaringan informasi/data publik adalah memungkinkan pemakaian bersama secara maksimal. Ini bukan hanya berarti mengusahakan investasi jaringan minimum tetapi yang lebih penting adalah pembangunan jaringan publik yang meliputi seluruh Indonesia dan terbuka bagi umum.
6. Industri komponen elektronika aktif di Indonesia belum dapat dikembangkan karena terbentur kepada beberapa kendala industri yang dihadapi. Sedangkan produksi komponen aktif walaupun ada tetapi belum dalam skala industri yang cukup untuk mengisi seluruh kebutuhan nasional apalagi dimaksudkan sebagai komoditi ekspor.
7. Kecenderungan miniaturisasi dengan keandalan yang lebih tinggi serta harga komponen elektronika yang menurun adalah tantangan industri yang utama. Karena itu kemampuan perancangan rangkaian elektronika dengan bantuan komputer adalah esensial bila kita ingin membangun industri komputer dan informatika di Indonesia.
8. Mengingat begitu pentingnya fungsi informatika bagi keutuhan Wawasan Nusantara yang diselenggarakan melalui SKSD Palapa, maka perlu ditetapkan tentang bidang tertentu dalam teknologi informatika dan komputer yang harus dikuasai. Untuk diusahakan bidang yang bisa mendorong ekspor atas dasar keuntungan komparatif yang kompetitif secara nyata.

DAFTAR PUSTAKA

1. J.F. Brouwer, "Half a century of electronification in telephony system Philips Tech." Rev. 42, No. 10, September 1986
2. Koji Kobayashi, "Computer and Communication," The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, 1986.
3. J.C. van Vessem, "From Transistor to IC: a long road?," Philips Tech. Rev. 42 No. 10, September 1986

4. Indu B. Singh, **"Telecommunication and Development: Prospect for the 21st Century, Telecomm for Dev: An International Forum, Intelsat,"** October 1986
5. F.S. for establishment of elect. component plants in RI, Directorate General of Basic Metal Industry.
6. J.V. Dilorenzo, **"Where Gallium Arsenide Technology is Growing,"** Siemens Rev. vol. 54,2/87.
7. IPKIN, **"Permasalahan Informatika,"** Agustus 1984.



DATA PENULIS

B. TRIADI KASWANTO, lahir di Yogyakarta tanggal 22 April 1954. Lulus Sarjana Teknik Mesin – ITB 1979. Sejak Maret 1980 sampai sekarang bekerja di BPP Teknologi, di Kelompok Pengkajian Industri Konversi Energi, Direktorat Pengkajian Industri Mesin Dan Elektronika, Deputi Bidang Pengkajian Industri. Februari 1986 diangkat sebagai Asisten Peneliti Madya Bidang Pengkajian Industri dan Mei 1987 diangkat sebagai Ajun Peneliti Muda Bidang Pengkajian Industri di BPP Teknologi. Hingga saat ini aktif melakukan penelitian dan penulisan yang berkaitan dengan masalah Konversi Energi.

SUMARTONO, lahir di Kediri pada tanggal 11 Oktober 1956. Lulus Sarjana Teknik Mesin ITB pada tahun 1982. Sejak Mei 1983 sampai sekarang bekerja di BPP Teknologi sebagai staf Kelompok Pengkajian Industri Konversi Energi. Direktorat Pengkajian Industri Mesin dan Elektro-teknika, Deputi Bidang Pengkajian Industri.

ADIK A. SOEDARSONO, lahir di Bandung pada tanggal 28 Juli 1960. Lulus Sarjana Teknik Mesin ITB pada tahun 1985. Sejak Desember 1985 sampai sekarang bekerja di BPP Teknologi sebagai staf Kelompok Pengkajian Industri Konversi Energi, Direktorat Pengkajian Industri Mesin dan Elektroteknika, Deputi Bidang Pengkajian Industri.

WINARTO POEDJAMAN, Lahir di Kediri, 20 Januari 1948. Lulus dari Bagian Tambang ITB, Jurusan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri tahun 1979. Bekerja di BPPT mulai 1980. Sampai sekarang ditempatkan di Kelompok IMPP, Dit. PIPE, Deputi Bidang Pengkajian Industri.

SUDIRMAN HABIBIE, lihat Majalah BPPT No. IV/1983.

MURNI ASTI, lahir di Batusangkar tanggal 9 Februari 1948. Lulus Sarjana Metalurgi Universitas Indonesia tahun 1976. Bekerja pada BPP Teknologi sebagai Staf Direktorat Pengkajian Industri Pengolahan & Enjiniring, Deputi Bidang Pengkajian Industri sejak Agustus 1978 s/d sekarang.

JOKO ENDRARJO, lahir di Medan tanggal 30 Desember 1960. Lulus Sarjana Teknik Kimia Universitas Gajah Mada tahun 1986. Sejak Maret 1987 sampai sekarang bekerja di BPP Teknologi sebagai Staf Direktorat Pengkajian Industri Pengolahan & Enjiniring, Deputi Bidang Pengkajian Industri.

HADI KUNTJARA, lahir di Pacitan – Jawa Timur tanggal 30 Maret 1960. Lulus Sarjana Teknik Mesin – Bidang Keahlian Manajemen Produksi – ITS Tahun 1986. Sejak April 1987 sampai sekarang bekerja di BPP Teknologi sebagai Staf Direktorat Pengkajian Industri Pengolahan & Enjiniring, Deputi Bidang Pengkajian Industri. Pernah mengikuti dan menulis makalah pada Diskusi Panel Pengembangan Jasa Konsultansi Industri Nasional, 25 Juli 1987.

A.Y. RUDIYANTO, lahir di Surakarta tanggal 3 Maret 1960. Lulus Sarjana Teknik Mesin Institut Teknologi Bandung tahun 1985. Pernah bekerja pada PT. Krakatau Steel selama 3 bulan, tahun 1985. Sejak November 1985 sampai sekarang bekerja di BPP Teknologi sebagai Staf Direktorat Pengkajian Industri Pengolahan & Enjiniring, Deputi Bidang Pengkajian Industri.

ARMAN MUNAF, lahir di Jakarta tanggal 25 Juli 1961. Lulus Sarjana Teknik Mesin Institut Teknologi Bandung tahun 1986. Sejak Maret 1987 sampai sekarang bekerja di BPP Teknologi sebagai Staf Direktorat Pengkajian Industri Pengolahan & Enjiniring, Deputi Bidang Pengkajian Industri.

HIMAWAN ADINEGORO, lihat majalah BPPT No. III/1983.

IRWAN IBRAHIM, lihat majalah BPPT No. XV/1987.



PETUNJUK BAGI PENULIS NASKAH

Untuk mempercepat proses penerbitan dan keseragaman bentuk di bawah ini kami berikan petunjuk bagi penyumbang naskah sebagai berikut:

- (a) Naskah harus diketik rapi dan tidak timbal balik dengan jarak baris ganda dua.
- (b) Halaman pertama dari naskah diisi dengan judul, di mana terdapat pula:
 - (i) Intisari yang tidak boleh melebihi 250 kata, memberikan indikasi yang jelas tentang apa yang telah dilakukan dan apa hasil utamanya, bersama kesimpulannya.
 - (ii) Nama lengkap — jangan menyingkatkan nama keluarga — tanpa penulisan gelar, terdapat di sebelah bawah dari judul naskah. Di tempat bagian bawah dari penulis terdapat alamat tempat bekerja, yang akan sekaligus menjadi alamat korespondensi dengan Redaksi Pelaksanaan.

Misalnya:

Studi Perbandingan Sumber-Sumber Energi Bukan Minyak.

Sugeng Slamet (lebih baik ditulis S. Slamet) dan Muhammad Kasim (lebih baik ditulis M. Kasim).

BPP Teknologi, Bidang Pengembangan Teknologi, Jakarta. Kemudian barulah ditulis intisari. Dianjurkan supaya judul dan intisari diberikan dalam bahasa Inggris pula, tetapi hal ini tidak menjadi keharusan.

- (c) Sekalipun tidak ada patokan yang tetap mengenai urutan pokok penulisan, biasanya urutan yang biasa adalah: Pendahuluan, Bahan dan Metoda (atau Teori, Metoda Eksperimen), Hasil dan Pembahasannya (boleh dipisahkan), Kesimpulan (bisa disatukan dengan Pembahasan), Ucapan terima kasih (kalau ada), dan akhirnya Daftar Pustaka.
- (d) **Tabel** dan **Gambar** harus dibuat sehingga merupakan rangka sendiri terlepas dari teks. Di belakang kata "Tabel" diberi nomor dengan angka Arab sesuai dengan urutan-urutan penyinggungannya di dalam tulisan naskah, kemudian menyusul penjelasan dari tema tabel tersebut, yang harus ditulis secara ringkas. Demikian pula dengan hal "Gambar". Letak keterangan atau penjelasan "Tabel" terletak di sebelah atas, dan untuk "Gambar" di sebelah bawah. "Tabel" dan "Gambar" harus jelas terbaca. Foto dibuat di atas kertas mengkilat.
- (e) Daftar Pustaka atau "Referens" ditulis dengan urutan sebagai berikut: Nama penulis, tepat dibelakangnya ada **Judul makalah** atau **Judul buku**

ditulis di antara dua tanda kutip, sesudah itu **Nama Majalah** atau **Jurnal bersama nomor terbitan** atau jilidnya. Tahun Terbitan dan akhirnya pada halaman mana terdapatnya.

Misalnya:

Sax, J.D. and O.W. Dillon, Jr., "The Stimulation of Plant Growth by Ionizing Radiation", **Radiat. Bot.**, 3, 1963, 178–186.

Judul majalah atau Jurnal digaris bawahi disingkat kalau dapat sesuai dengan Singkatan dalam **List of Periodicals Abstracted by Chemical Abstract**. Perhatikan kebiasaan umum yang berlaku dalam memendekkan kata.

Mengenai buku, maka harus dilengkapi dengan nomor cetakan penerbit, tempat dan tahun terbitan. Judul buku harus digaris bawahi dan ditulis di antara dua tanda kutip.

Misalnya:

Drake, J.W., "The Molecular Basis of Mutation", Chapter II, Holden-Day, San Francisco, 1970.

Ehrenberg, L., "Higher Plants", in A. Hollander (editor), "Chemical Mutagens, Principles and Methods for their Detection", vol. II, Plenum Press, New York, 1980, 365–486.

Biswas, A.K. (Editor), "United Nations World Conference: Summary and Main Documents", Pergamon Press, Oxford, 1978.

Daftar pustaka disusun dari atas ke bawah secara abjad menurut nama keluarga penulis pertama (jika tidak ada nama keluarga, jadi satu nama saja, maka hanya itu yang ditulis) dan diberi nomor urut dengan angka Arab.

Penunjukan pada daftar pustaka atau "referens" di dalam tulisan dinyatakan dengan: (Biswas et al. 1978). Selanjutnya nama latin harus ditulis lengkap dan digaris bawahi.

PROSEDUR PENGIRIMAN NASKAH :

- A. Setiap naskah harus disertakan riwayat hidup ringkas penulisnya yang terdiri dari: Nama; Tanggal, Tempat Lahir; Riwayat Pendidikan Perguruan Tinggi, Pengalaman Kerja, mengikuti Seminar dan bidang-bidang penelitian ilmiah yang pernah dilakukan.
- B. Setelah naskah diterima Pelaksana Redaksi, maka berarti hak cipta (copyright) telah diserahkan dari Penulis Naskah kepada Pelaksana Redaksi dan ini berarti bahwa naskah tidak boleh lagi dimuat dalam majalah lain, kecuali ada persetujuan dari Pelaksana Redaksi.
Pelaksana Redaksi memiliki hak dalam mengubah atau menyusun kembali susunan naskah, asal tanpa perubahan isi dan amanat atau maksud semula.
Redaksi Pelaksana tidak bertanggung jawab atas kesalahan-kesalahan yang terdapat atau terjadi pada naskah-naskah.