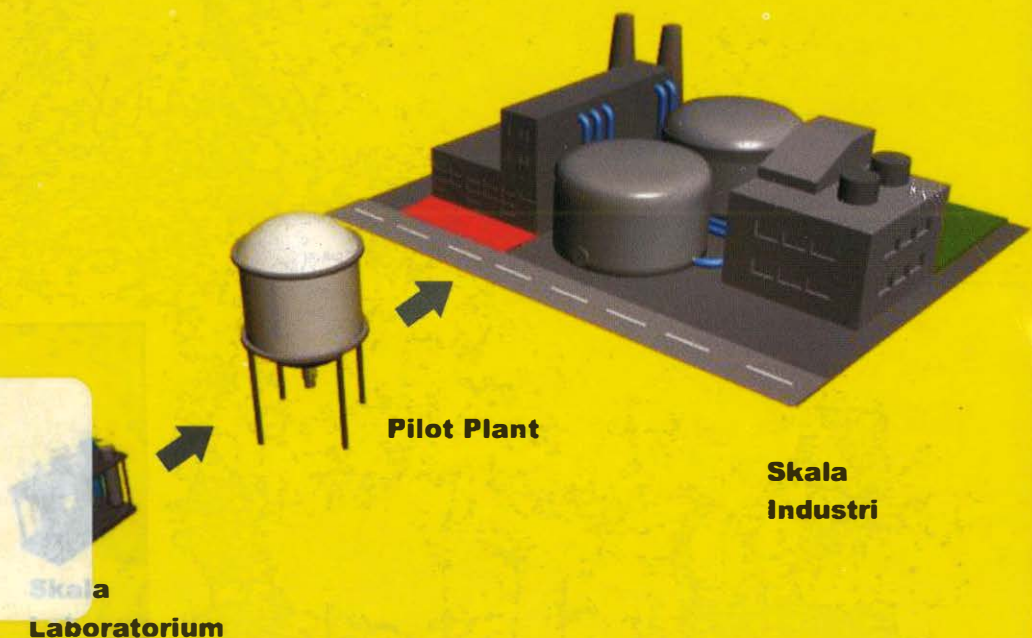




Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto, APU

PROSES INDUSTRI KIMIA

Industrial stoichiometry dalam proses manufaktur



R 24.2.15.

PROSES INDUSTRI KIMIA

Industrial stoichiometry dalam proses manufaktur

Oleh :
Prof.Dr.Ir.Ign. Suharto, APU

604.7
SUH
p.



UNPAR PRESS

139223 R/FTI
24.2.15.

No. Klass	604.7	SUH	p.
No. Induk	139993	Tgl	24.2.15.
Hadiah/Beli		
Dari	UNPAR Press.		

Proses Industri Kimia

Oleh : Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto, APU

Hak Cipta © 2014 pada penulis

Desain Cover : Edi Ayudi

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

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

Penerbit UNPAR PRESS

Jalan Ciumbuleuit 94-96, Bandung 40141

Percetakan

Perpustakaan Nasional : Katalog dalam Terbitan (KDT)

Suharto, Ignatius

Proses Industri Kimia / Ign. Suharto; Ed. 1. Jilid 2 – Penerbit:
UNPAR PRESS

xliii + 446 halaman.; 148 x 21 Cm....

ISBN: 978-602-70484-2-3

I. Proses Industri Kimia

II. Judul

III. Ign. Suharto

KATA PENGANTAR

Penemuan penemuan baru era tahun 1965 bahwa molekul dibuat dari *multiple carbon atom* yang berbentuk silinder dan bahwa 20 tahun kemudian penemuan tersebut diperbaharui oleh ilmuwan *Prof Richard Smalley* dan *Prof Robert Curl* keduanya dari Rice University di Houston, Texas, USA, maka tergeraklah penulis buku ini untuk mengeksplorasi seberapa besar isu bahan baku kimia industri (bbki) yang ada di Indonesia dapat dikembangkan, diteliti dan dimanfaatkan menjadi produk kimia yang bermanfaat bagi masyarakat. Sumber Daya Alam (SDA) terbarukan (*Renewable resources*) maupun sumber daya alam atau bahan baku tak terbarukan (*Non renewable resources*) di Indonesia cukup melimpah sehingga bahan baku kimia industri tersebut perlu diproses dengan teknologi proses kimia menjadi produk barang setengah jadi ataupun produk barang siap di pasarkan baik dalam negeri maupun ekspor keluar negeri.

Disadari pula bahwa bahan baku kimia industri yang melimpah di Indonesia sedang dan sudah diteliti, dikembangkan dan dimanfaatkan dengan teknologi proses kimia, namun hal ini belum sepenuhnya menggunakan teknologi ramah lingkungan berbasis pada

konsep *green chemistry* dan *green engineering* oleh sumber daya manusia yang cendekia dan profesional menjadi produk barang kualitas tinggi sesuai dengan SNI dan standard lainnya untuk memenuhi tarikan pasar baik keperluan lokal maupun ekspor.

Tujuan

Tujuan penulisan buku **Proses Industri Kimia** dan *Industrial Stoichiometry* ini ialah

1. Memberikan uraian teknologi proses kimia dan *industrial stoichiometry* untuk perhitungan dan penyelesaian soal-soal dalam proses industri kimia,
2. Mempelajari dan mengembangkan bahan baku kimia industri yang melimpah di Indonesia.

Adapun bahan baku kimia industri dibahas dalam buku ini berturut-turut sebagai berikut:

Air laut dikonversi menjadi NaCl , Cl_2 , H_2 , NaOH

Udara dikonversi menjadi O_2 , N_2 , NH_3 , dan gas mulia

Mineral logam dikonversi menjadi Fe , Al , Cu , Ni , Mg , Pb

Mineral non-logam dikonversi menjadi CaCl_2 , CaCO_3

Batu bara dikonversi menjadi Benzena, Toluena, Xylene

Petroleum dikonversi menjadi gas, kerosine, diesel oil

Biomassa dikonversi menjadi karbon aktif dan bioethanol

Kimia eksplosif termasuk nitrogliserin, dan dinamit,

Obat terlarang termasuk steroid, cocaine, codeine, dan morfin

Semen, kaca, dan keramik sebagai bahan bangunan dan energi berbasis batu bara.

Sasaran

Sasaran buku ini ialah tercapainya penguasaan ilmu teknik/teknologi proses sintesis kimia organik dan anorganik dalam industri kimia, industri farmasi, industri eksplosif, industri obat terlarang khususnya bagi para pemegang kekuasaan, dosen dan mahasiswa jurusan ilmu teknik/teknologi maupun mahasiswa jurusan sosial-ekonomi dan politik serta, analisis inteligen komunitas, militer/ kepolisian dan calon wirausaha baru.

Industri kimia sudah dikembangkan dan bagaimana mengembangkan proses baru, produk barang baru dan memperbaiki fungsi produk dan biaya produksi yang

murah dengan bahan baku lokal di Indonesia masih belum sepenuhnya dilakukan.;

Industri kimia berbasis pada konsep *green chemistry* dan *green engineering* sangat diperlukan di Indonesia, sehingga produk barang mampu dipasarkan di pasar internasional merupakan salah satu jalan menuju revolusi teknologi global bagi kesejahteraan dan kualitas hidup.

Jika industri kimia berbasis hasil penelitian bangsa Indonesia sudah diterapkan, maka sasarannya ialah industri kimia lebih kokoh, lebih efisien dan lebih tinggi produktivitasnya, lebih rendah biaya produksi dan ramah lingkungan. Hal ini dapat dilaksanakan jika hasil penelitian teknologi proses kimia dari berbagai instansi/lembaga penelitian di Indonesia dapat diverifikasi, dikembangkan, dianalisis tekno-ekonomi, analisis sosial dan lingkungan hidup sebagai landasan studi kelayakan untuk transfer teknologi ke industri skala kecil, menengah, besar dan modern.

Pada tahap berikutnya diperlukan pengenalan, pengembangan, rekayasa, rancang bangun, transfer teknologi vertikal dan horizontal, sehingga tumbuh komitmen menuju industri kimia berkelanjutan dengan kepedulian terhadap sosial masyarakat (*Corporate social responsibility*). Adanya bahan baku kimia industri, teknik/teknologi, sumber daya manusia cendekia dan profesional, produk barang sesuai dengan keinginan pasar, peluang pemasaran produk barang dan jasa

pelayanan ilmiah, dan undang-undang dan peraturan pemerintah diperlukan guna membangun industri kimia berkelanjutan.

Pertumbuhan ekonomi nasional sangat dipengaruhi oleh salah satu di antaranya perkembangan industri kimia. Perkembangan industri kimia dipengaruhi oleh kompleksnya perubahan ilmu teknik/teknologi, reaksi kimia kompleks, unit proses sintesis kimia yang melibatkan tekanan tinggi.

Semakin kompleks reaksi kimia dan proses kimia dalam industri kimia, maka semakin dituntut keselamatan (*Safety*) atau (*Loss Prevention*) dan keamanan kerja yang tinggi bagi operatornya dan dampak lingkungan hidup.

Terjadinya interaksi antara teknologi dari hasil penelitian ilmiah dengan permintaan konsumen, maka terjadi isu bagaimana membangun industri kimia baru atau sebaliknya terjadi tarikan pasar tentang produk barang dan jasa pelayanan ilmiah, maka terjadi isu ingin membangun industri kimia baru pula.

Industri kimia dan penyerapan tenaga kerja

Isu kunci proses industri kimia dan menengah maupun skala besar diharapkan terwujudnya pendirian industri kimia baru yang siap dan mampu menyerap tenaga kerja trampil, tenaga kerja cendekia dan profesional sekaligus mengakhiri kemiskinan anak bangsa Indonesia dewasa ini. Proses industri kimia skala

kecil, dan menengah ialah bahwa sebagian jenis dan jumlah industri kimia belum sepenuhnya dilaksanakan .

Pemahaman industri kimia sangat beragam, bervariasi dan berbeda, namun apapun batasan dan cara pandang industri kimia (*Chemical industry*) bahwa kontribusi industri kimia menghasilkan beribu-ribu jenis senyawa produk kimia bagi pertumbuhan ekonomi sangat tinggi terhadap Pembangunan Nasional.

Semoga buku ini memberikan informasi ilmiah untuk dipahami, dikembangkan, dan dimanfaatkan guna memberi kontribusi kepada pembangunan nasional untuk memulai dan mengembangkan serta memanfaatkan sumber daya alam lokal sebagai bahan baku industri kimia menjadi produk barang sekaligus pengakhiran kemiskinan bangsa Indonesia.

Semoga karya ilmiah buku ini berguna, bermanfaat, dan berharga bagi mencerdaskan anak bangsa Indonesia sekarang dan selama-lamanya.

Apapun kritik yang membangun demi perbaikan isi buku ini, kami terima dengan senang hati. Terima kasih dan Tuhan selalu membimbing, melindungi dan beserta Kita. Amin

Bandung, 9 Juni 2014

Penulis,

Prof.Dr.Ir.Ign.Suharto, APU

Sambutan
Dekan Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan (Unpar)

Pertama-tama kami ucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto, APU yang sudah menyelesaikan penulisan buku berjudul ;

PROSES INDUSTRI KIMIA

Industrial stoichiometry dalam proses manufaktur

Sebuah buku yang berhasil mengeksplorasi isu sumber bahan baku kimia industri yang melimpah di Indonesia yang disertai dengan unit proses dalam sintesis kimia organik dan anorganik menjadi produk kimia sungguh sangat bermakna bagi pembangunan nasional bangsa Indonesia umumnya dan khususnya bagi dosen dan ilmuwan peneliti dari berbagai ilmu teknik/teknologi maupun sosial-ekonomi dan juga para pejabat yang berhubungan dengan pengembangan proses dan produk kimia dan dampak penggunaan produk kimia.

Menepak tilas perjalanan beliau, mulai dari peran beliau membangun Lembaga Kimia Nasional-LIPI di Bandung, di era tahun 1965, maka beliau selalu membagi waktu dan kepakaran beliau di Yayasan Universitas Katolik Parahyangan di era tahun 1976 tanpa kenal lelah dan berakhir mendirikan dua Fakultas Eksakta baru yaitu Fakultas Teknologi Industri dan

Fakultas MIPA di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan tahun 1992.

Tujuan pendirian dan pembukaan Fakultas baru ini ialah untuk memenuhi persyaratan Universitas Katolik Parahyangan sebagai Universitas sesuai dengan Keputusan Mendikbud Nomor: 0686 / U / 91 tanggal 30 Desember 1991 yang menyatakan bahwa setiap Universitas wajib memiliki minimal tiga Fakultas Eksakta untuk tetap dapat disebut sebagai Universitas, jika tidak, maka Universitas menjadi Sekolah Tinggi.

Buku ini juga memberikan strategi berpikir jangka pendek dan panjang untuk mengantisipasi revolusi teknologi global menuju kehidupan umat manusia lebih nyaman, lebih sejahtera, dan lebih sehat dan diharapkan mampu memberi kontribusi terhadap pertumbuhan industri kimia berbasis bahan baku kimia industri dan potensi serta kekuatan sendiri bangsa Indonesia menuju kualitas produk barang.

Semoga buku ini bermanfaat dan berguna bagi para peneliti, para dosen, para mahasiswa, dan juga para pejabat pemerintah yang terkait. Terima kasih.

Bandung, 9 Juni 2014

Dekan

Fakultas Teknologi Industri-Unpar

Dr.Ir.Paulus Sukpto,MBA

Sambutan

Ketua Jurusan Teknik Kimia-Fakultas Teknologi
Industri
Universitas Katolik Parahyangan

Pertama-tama kami mengucapkan selamat kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto, APU atas selesainya penulisan buku judul

PROSES INDUSTRI KIMIA

Industrial stoichiometry dalam proses manufaktur

Kami juga sangat gembira berterima kasih atas segala upaya dan waktu yang telah dituangkan oleh Bapak Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto, APU di dalam penulisan buku ini.

Buku ini memuat profil bahan baku kimia industri yang banyak terdapat di Indonesia, memberikan tentang keterkaitan antara ilmu teknik/teknologi dengan pasar/*market needs* memberikan gambaran singkat mengenai berbagai unit proses dalam sintesis kimia organik dan anorganik di dalam Industri Kimia serta memberikan pengenalan terhadap konsep *green chemistry* dan *green engineering* di dalam aspek pengembangan teknologi saat ini.

Di dalam Teknik Kimia, konsep *green chemistry* / *green engineering* ini digunakan untuk memastikan kesinambungan *sustainability* dari setiap aspek pada proses kimia mulai dari bahan baku alternatif untuk

sumber daya energi dan bahan kimia, sampai dengan produk yang ramah lingkungan. Konsep *green chemistry* dan *green engineering* ini telah dijadikan landasan tidak hanya di dalam pengembangan industri kimia saja, tetapi juga sudah mencakup berbagai aspek kehidupan lainnya.

Oleh karena itu, informasi di dalam buku ini menjadi sangat penting dan relevan untuk dijadikan rujukan bagi kegiatan pembelajaran dan penelitian para dosen dan mahasiswa, bukan hanya untuk Teknik Kimia saja, tetapi juga untuk program studi lainnya.

Akhir kata, mewakili seluruh sivitas akademik program studi Teknik Kimia, kami mengucapkan selamat membaca dan memanfaatkan informasi yang terkandung di dalam buku ini.

Semoga buku ini dapat memberikan manfaat yang besar demi kemajuan kita bersama.

Bandung, 9 Juni 2014
Ketua Jurusan Teknik Kimia,

Dr. Henky Muljana, ST., M. Eng

RINGKASAN PROSES INDUSTRI KIMIA

Pengantar

Industri kimia tradisional dan modern menghasilkan produk kimia yang sangat bermanfaat bagi peningkatan pemeliharaan kesehatan masyarakat, meningkatkan kualitas hidup umat manusia sehingga hidup manusia lebih nyaman, lebih sehat dan lebih sejahtera dan memiliki prospek industri kimia berkelanjutan. Disadari sepenuhnya bahwa produk kimia mempunyai dampak negatif terhadap lingkungan, namun dengan konsep dan penerapan kimia hijau (*Green chemistry*) dan *green engineering dan* pembangunan berkelanjutan, maka hal hal yang negatif produk kimia dapat diatasi.

Kemajuan proses industri kimia sangat tergantung pada kemajuan ilmu dan teknologi sehingga proses industri kimia yang melibatkan banyak reaksi kimia yang kompleks pada kondisi tekanan tinggi, suhu tinggi, dan senyawa kimia yang reaktif serta bahan berbahaya dan beracun diperlukan sumber daya manusia cendekia dan profesional yang mampu bekerja dengan konsep *Accurate, Brief, dan Correct (ABC)*.

Semakin kompleks reaksi kimia dalam proses produksi, maka semakin kompleks penerapan keselamatan (*Safety*) kerja bagi operator di unit produksi. Keselamatan kerja di unit produksi sama pentingnya

dengan teknologi produksi. Disadari sepenuhnya bahwa konsep keselamatan kerja adalah termasuk konsep lama dan dewasa ini konsep keselamatan (*Safety*) kerja diganti dengan istilah *loss prevention*.

Penerapan konsep kimia hijau (*Green chemistry*) pada proses industri kimia.

Konsep pendekatan kimia hijau (*Green chemistry*) adalah perancangan proses industri kimia dan produk kimia mampu mereduksi atau mengeliminasi penggunaan dan penciptaan bahan beracun dan berbahaya. Penerapan kimia hijau (*Green chemistry*) diantaranya ialah mencegah terjadinya limbah kimia di unit teknologi produksi, memaksimalkan semua proses kimia industri menjadi produk kimia akhir tanpa adanya produk sampingan dan limbah, mengusahakan dan menggunakan bahan baku kimia industri sedikit mungkin dan menghindari senyawa kimia yang beracun, menciptakan produk kimia dengan sedikit mungkin toksisitasnya, meminimumkan penggunaan energi yang digunakan, memaksimalkan penggunaan bahan baku kimia industri yang terbarui (*Renewable resources*).

Penerapan konsep rekayasa hijau (*Green engineering*) pada proses industri kimia.

Desain proses industri kimia merupakan unsur kritis dalam penerapan pembangunan proses industri kimia

berkelanjutan. Desain, komersialisasi dan penggunaan proses dan produk kimia hendaknya layak secara ekonomi, diterima secara sosial, secara teknis dapat dilakukan, dan secara ekologi tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Sementara itu, proses industri kimia tanpa polusi wajib dilaksanakan untuk mengurangi resiko terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan sekitarnya. Dalam desain proses industri kimia dan produk kimia, maka diperlukan penggunaan analisis sistem dan sekaligus mengintegrasikan dengan dampak lingkungan. Pola pikir siklus hidup (*lifecycle*) wajib diterapkan dalam segala aktivitas *green engineering*.

Sumber daya alam di Indonesia

Indonesia memiliki sumber daya alam terbarui (*Renewable resources*) dan sumber daya alam yang tak terbarui (*Non-renewable resources*) yang sangat melimpah sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku kimia industri. Bahan baku kimia industri (BBKI) yang terdapat di Indonesia cukup melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal. Adapun BBKI yang dimaksud adalah;

1. Air laut,
2. Udara,
3. Mineral logam,
4. Mineral non-logam,
5. Petroleum,

6. Gas alam,
7. Batu bara, dan
8. Biomassa.

BBKI tersebut diproses dengan teknologi proses kimia sesuai dengan konsep *green chemistry* dan *green engineering* dan sumber daya manusia cendekia dan profesional menjadi produk kimia sesuai dengan tarikan pasar (*Market needs*) yang memenuhi SNI dan standard lainnya.

Berbasis pada BBKI air laut diproses menjadi garam dapur, soda kostik, gas khlor, dan gas hidrogen.

BBKI udara diproses menjadi gas nitrogen, oksigen dan argon, neon, kripton, dan xenon.

BBKI mineral logam diproses menjadi besi baja, aluminium, tembaga, magensium, dan timbal.

BBKI mineral non logam diproses menjadi berbagai macam produk diantaranya aluminum sulfat, gips, kalsium karbonat, kalsium khlorida, titanium dioksida, iodin, keramik, kaca, dan semen.

BBKI petroleum diproses menjadi berbagai macam produk bensin, kerosine, minyak diesel, asphalt.

BBKI batu bara diproses menjadi produk energi baik untuk pembangkit listrik tenaga uap maupun energi di industri kimia lainnya.

BBKI biomassa diproses menjadi produk karbon aktif, ethanol, dan obat obatan.

BBKI untuk produksi bahan eksplosif baik untuk kegiatan penambangan mineral maupun keperluan militer.

Keselamatan kerja di pabrik kimia

Semakin kompleks reaksi kimia dalam industri kimia tanpa polusi, maka semakin dituntut keselamatan kerja (*Safety*) bagi para operator dan lingkungan industri. Pola pikir sistem dalam perancangan proses dan produk kimia sangat membantu dalam mempertimbangkan suatu unit perancangan sebagai sistem agar tidak terjadi kecelakaan (*Zero accident*).

Produk kimia pada dasarnya adalah bahan berbahaya dan beracun, namun dengan penerapan konsep kimia hijau (*Green chemistry*) dan perancangan hijau (*Green engineering*) serta pembangunan berkelanjutan, maka produk kimia tersebut tidak usah dikawatirkan baik terhadap pemeliharaan kesehatan masyarakat maupun dampak terhadap lingkungan kerja maupun lingkungan sekitar pabrik.

Industrial stoichiometry untuk perhitungan kimia dalam proses manufaktur sangat bermanfaat bagi sarjana yang bekerja di unit proses dan unit operasi guna memonitoring, mengendalikan dan mengawasi proses produksi di proses industri kimia. Bagi mahasiswa, maka *Industrial stoichiometry* bagi mahasiswa akan menambah penguasaan proses industri

kimia menuju ketingkat profesionalan dalam bekerja. Penguasaan *Industrial stoichiometry* akan meningkatkan kemampuan untuk menuju menetapkan dan diagnosa kinerja dan penyelesaian proses kimia.

Pada buku ini dibahas soal pilihan ganda yang meliputi hafalan dan jawaban perhitungan soal yang diselesaikan dalam waktu singkat berbasis konsep *Accurate, Brief, dan Correct*.

Pada soal soal essay meliputi beberapa butir,yaitu;

1. Perhitungan bahan bakar gas dan cair, karena bahan bakar gas merupakan campuran yang perlu dianalisis masing masing komponen.
2. Neraca massa dan keseimbangan reaksi kimia yang meliputi berturut turut bahan bakar padat, senyawa belerang dan asam sulfat, batu kapur, dan senyawa nitrogen.
3. Latihan pembuatan diagram alir proses industri kimia, pemilihan basis perhitungan, penggunaan neraca massa, unsur, dan komponen neraca, penggunaan neraca energi,
4. Perhitungan komponen campuran dalam jumlah kecil,
5. Perhitungan analisis bahan bakar,
6. Penggunaan relasi keseimbangan reaksi kimia,
7. Perhitungan pembakaran senyawa organik hidrokarbon, dan
8. Perhitungan asam sulfat dan oleum.



DAFTAR ISI

Pengantar	iii
Sambutan Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyanagn (UNPAR)	ix
Sambutan Ketua Jurusan Teknik Kimia- Fakultas Teknologi Industri-Universitas Katolik Parahyangan	xi
Ringkasan Proses Industri Kimia	xiii
Daftar isi	xix
Daftar Gambar	xLiii
Daftar Tabel	xLvi

BAGIAN I	
PROSES INDUSTRI KIMIA BERBASIS BAHAN BAKU KIMIA INDUSTRI AIR LAUT	1

BAB I	
PROSES INDUSTRI GARAM DAPUR	2
Pengantar	2
Jenis - jenis NaCl	3
Manfaat garam dapur	4
Proses dan prosedur	5
Pembuatan garam dapur rakyat	6

Diagram alir pembuatan NaCl	7
Kelarutan dan non-kelarutan	10

BAB II**PROSES INDUSTRI SODA ABU BERBASIS
GARAM DAPUR** 11

Pengantar	11
Jenis natrium karbonat	12
Manfaat soda abu	12
Unit proses kimia	13
<i>Ernest Solvay</i>	14
Soda abu dari garam trona	16
Hidrolisis soda abu	16

BAB III**PROSES INDUSTRI SODA KOSTIK
NON ELEKTROLISIS** 19

Pengantar	19
Jenis NaOH	19
Manfaat NaOH	20
Unit proses kimia	20

BAB IV**PROSES INDUSTRI SODA KOSTIK SECARA
ELEKTROLISIS GARAM DAPUR** 23

Pengantar	23
-----------------	----

Jenis NaOH	24
Manfaat soda kostik	24
Manfaat gas khlor.....	25
Manfaat gas hidrogen	25
Unit proses kimia	25
Test adanya garam khlorida	27
Contoh soal.....	28

BAGIAN II	
PROSES INDUSTRI KIMIA BERBASIS	
BAHAN BAKU KIMIA INDUSTRI	
UDARA	29

BAB I	
PROSES INDUSTRI GAS OKSIGEN	29
Pengantar.....	29
Manfaat gas oksigen	30
Proses dan prosedur pembuatan gas oksigen	31
Produksi dingin	31
Pemisahan udara <i>cryogenic</i>	32
Soal	32
Jawab	32

BAB II	
PROSES INDUSTRI GAS NITROGEN	33

Pengantar	33
Fiksasi nitrogen	33
Manfaat Nitrogen	34
Proses produksi gas nitrogen.....	34
Proses pemisahan udara <i>cryogenic</i>	34
Proses pemisahan udara non <i>cryogenic</i>	36
Bahan baku nitrogen untuk ammonia.....	36
Contoh perhitungan	36

BAGIAN III

PROSES INDUSTRI KIMIA BERBASIS MINERAL LOGAM..... 37

BAB I

PROSES INDUSTRI BESI DAN BAJA 37

Pengantar.....	37
Bahan baku pembuatan besi dan baja.....	38
Manfaat besi	38
Tahap- tahap pembuatan besi dan baja.....	39
Reaksi kimia tahap I.....	39
Reaksi kimia tahap II.....	39
Reaksi kimia tahap III	40
Umpan dan produk pada tanur besi (<i>Blast furnace</i>).	40
Proses pembuatan besi dan baja.....	41

BAB II

PROSES INDUSTRI ALUMINIUM	43
Pengantar	43
Manfaat	43
Tahap I : Proses pembuatan aluminium	44
Langkah 1 : Penggilingan dan pencampuran	44
Langkah 2 : Pemanasan/Digestion	44
Langkah 3 : Unit pengendapan dan filtrasi	44
Langkah 4 : Pengendapan dan kristalisasi	45
Langkah 5 : Pengeringan	45
TahapII. Reduksi,pencampuran dan <i>casting</i> , <i>rolling</i>	45
Langkah 1 : Reduksi alumina oleh elektrolisis	46
Langkah 2 : Pencampuran (<i>Blending</i>) dan <i>alloy</i>	46
Langkah 3 : <i>Casting</i> dan <i>rolling</i>	46
Contoh penggunaan bahan baku pembuatan aluminium.....	46

BAB III

PROSES INDUSTRI TEMBAGA	47
Pengantar	47
Manfaat.....	48
Proses produksi tembaga	48
Pemekatan biji Cu	48
Pemanasan(<i>Roasting/Heating</i>) biji tembaga di tanur	48
Peleburan (<i>Smelting</i>)	49
Reaksi reduksi	49

BAB IV
PROSES INDUSTRI TIMBAL MONOKSIDA,
PbO 51

Pengantar	51
Manfaat timbal	51
Proses pembuatan timbal	52
Pemisahan dan pemekatan biji timbal	52
Proses peleburan/roasting	52
Oksida timbal	54

BAB V
PROSES INDUSTRI CHROMIUM(Cr)..... 55

Pengantar	55
Manfaat <i>chromium</i>	55
Unit proses kimia	56
Proses natrium <i>dichromate</i>	56

BAB VI
PROSES INDUSTRI MAGNESIUM 59

Pengantar	59
Manfaat.....	59
Unit proses kimia	60
Proses elektrolisis.....	60
Proses produksi Mg dari air laut	61
Magnesit sebagai bahan baku kimia industri untuk $MgCl_2$	62

Reduksi termal.....	62
---------------------	----

BAGIAN IV	
PROSES INDUSTRI KIMIA BERBASIS	
BAHAN BAKU KIMIA INDUSTRI	
MINERAL NON-LOGAM.....	
	63

BAB I	
PROSES INDUSTRI ALUMINIUM SULFAT..	
	63

Pengantar	63
Jenis jenis $Al_2(SO_4)_3$	64
Manfaat $Al_2(SO_4)_3$	65
Proses dan prosedur.....	66
Tahap I : Reaksi kimia bahan baku	67
Tahap II: Pemisahan $Al_2(SO_4)_3$	67

BAB II	
PROSES INDUSTRI KALSIMUM SULFAT	
	71

Pengantar	71
Jenis jenis Gips	72
Manfaat gips	72
Proses dan prosedur.....	74
Reaksi kimia	75
Reaksi dan filtrasi hemihidrat.....	76
Hidrasi dan filtrasi dihidrat	77
Permurnian gips dihidrat	77

Pengeringan, kalsinasi dan dehidrasi.....	77
Granulasi	77
Aspek ekonomi gips	78

BAB III

PROSES INDUSTRI MAGNESIUM TRISILIKAT 79

Pengantar	79
Jenis jenis magnesium trisilikat.....	80
Manfaat magnesium trisilikat.....	80
Proses dan prosedur	81
Alat dan mesin.....	81
Magnesium alloy	82

BAB IV

PROSES INDUSTRI NATRIUM DIKROMAT.. 83

Pengantar	83
Jenis jenis $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	83
Manfaat $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	83
Proses kimia	85
Prosedur.....	86
Senyawa chromium	86

BAB V

PROSES INDUSTRI TITANIUM DIOKSIDA .. 87

Pengantar	87
Jenis jenis TiO_2	87

Manfaat TiO_2	87
Proses dan prosedur.....	88
Reaksi kimia.....	88
Proses khlorin.....	89
Titaniumdioksidadari ilmenit.....	90

BAB VI

PROSES INDUSTRI NATRIUM SULFIDA..... 91

Pengantar.....	91
Jenis jenis natrium sulfida.....	91
Manfaat natrium sulfida.....	91
Proses dan prosedur.....	92
Reaksi kimia.....	93
Reaksi Natrium thiosulfat.....	93
Reaksi kelebihan Na_2S	93
Diagram alir pembuatan Na_2S	93

BAB VII

PROSES INDUSTRI KALSIUM KHLORIDA..... 95

Pengantar.....	95
Jenis-jenis CaCl_2	96
Manfaat CaCl_2	96
Proses dan prosedur.....	98
Produk CaCl_2 dari campuran CaCl_2 dan MgCl_2 ...	99
Reaksi kimia CaCl_2 dengan HCL	100
CaCl_2 dari garam alam.....	102
Reaksi kimia MgCl_2 dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$	102

BAB VIII	
PROSES INDUSTRI KALSIMUM KARBONAT.... 103	
Pengantar	103
Jenis jenis CaCO_3	103
Manfaat CaCO_3	104
Proses dan prosedur	105
Kalsinasi	105
Hasil samping pembuatan kostik soda	105
Reaksi CaCl_2 dengan Na_2CO_3 dan $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	106
Panas reaksi pembentukan kalsium karbonat	106
Contoh soal batu kapur	106

BAB IX	
PROSES INDUSTRI IODIN..... 107	
Pengantar	107
Jenis-jenis iodin.....	107
Manfaat iodin	107
Proses dan prosedur.....	108
Metode peniupan udara	108
Iodin berasal dari biji tambang nitrat	109
Reaksi keseluruhan.....	109
Iodin dari pertukaran ion.....	110
Keelompok unsur halogen.....	110

BAB X	
PROSES INDUSTRI ASAM SULFAT 111	

Pengantar	111
Bahan baku asam sulfat	111
Belerang dari gas alam	111
Belerang dari petroleum	112
Gas SO ₂ dan SO ₃ dari pirit	113
Manfaat asam sulfat	113
Pembentukan belerang dioksida	113
Prosedur pembentukan H ₂ SO ₄ berbasis proses kontak	114
Pengeringan	114
Proses produksi H ₂ SO ₄ dengan proses kontak	115
Proses kamar timbal	118
Penggunaan air proses	118
Produk oleum	119
Pembentukan oleum	119
Persen penurunan volume	120
Contoh perhitungan asam sulfat	121
Soal	122

BAGIAN V

PROSES INDUSTRI KIMIA BERBASIS BAHAN BAKU KIMIA INDUSTRI GAS ALAM	123
--	------------

BAB I

PROSES INDUSTRI PEMURNIAN GAS ALAM	123
---	------------

Pengantar pemurnian gas alam	123
------------------------------------	-----

Manfaat gas alam	124
Penghilangan kontaminan air dan H ₂ S dalam gas alam	125
Reaksi kimia diethanola amin	128
Metode teknologi membran	128

BAB II

PROSES INDUSTRI GAS HIDROGEN 129

Pengantar	129
Manfaat gas hidrogen	129
Proses dan prosedur gas hidrogen	130
Gas hidrogen dari metana dan etana.....	130
Gas H ₂ dari oksidasi parsial metana	131
Gas H ₂ dari oksidasi parsial propana.....	131
Adsorpsi gas CO ₂	132
Gas H ₂ dari proses elektrolisis air	133
Metana.....	133
Propana.....	134
Gas H ₂ dari senyawa hidrokarbon.....	135
Aspek ekonomi gas hidrogen	136
Contoh perhitungan H ₂ menjadi HCL.....	136

BAB III

PROSES INDUSTRI PEMISAHAN GAS ALAM DARI LIQUEFIED PETROLEUM GAS (LPG) 137

Pengantar gas alam.....	137
-------------------------	-----

Penghilangan kontaminan gas alam	138
Contoh soal gas alam.....	140

BAB IV

PROSES INDUSTRI GAS ALAM CAIR..... 141

Pengantar gas alam menjadi gas alam cair	141
Gas alam substitusi.....	142
Prekursor dari gas alam	143
Contoh soal pembakaran gas alam	145
Jawab	146

BAGIAN VI

PROSES INDUSTRI KIMIA BERBASIS BAHAN BAKU KIMIA INDUSTRI PETROLEUM..... 147

BAB I

PROSES INDUSTRI PETROLEUM..... 147

Pengantar	147
Industri pencarian dan pengeboran petroleum	149
Industri transportasi petroleum.....	149
Industri pemurnian minyak bumi kasar (<i>Crude oil</i>) ..	149
Proses dan produk dan pemurnian petroleum	153
Pemurnian petroleum	154
<i>Visbreaking</i>	155
Distilasi fraksinasi minyak bumi kasar.....	155

Produk fraksi pemurnian petroleum	155
Minyak tanah atau <i>kerosine</i>	156
Analisis petroleum	156
Contoh soal <i>flash point</i>	158
Manfaat minyak bumi	158
<i>Desalting dan dewatering</i>	158
Pertimbangan lingkungan	160

BAB II

PROSES INDUSTRI PETROKIMIA, PLASTIK DAN RESIN

161

Pengantar produk petrokimia	161
Pengantar industri kimia organik	164
Diversifikasi	166
Diversifikasi gas alam	167
Diversifikasi minyak bumi	167
Manfaat produk petrokimia	167
Jenis-jenis polimier dan karet sintetis	168
Polimier	169
<i>Poly Vinyl Chloride</i>	169
<i>Polyolefins</i>	169
<i>Polystyrene</i>	169
Poliamida	170
Etilen glikol	170
Hexameten diamine	170
Asam tereftalik	171
Pembuatan <i>Nylon 6</i>	172
Pembuatan <i>Nylon 6,6</i>	172
<i>Nylon 6,10</i>	173

Bakelit	173
Poliakrilonitril (<i>Polyacrylonitrile</i>)	173
Poliakrilat(<i>Polyacrylates</i>).....	175
Polimetakrilat(<i>Polymethacrylates</i>	175
Polikkhoroprene (<i>Polychloroprene, neoprene</i>).....	175
Polivinilalkohol (<i>Polyvinyl alcohol</i>)	176
Karet sintetis.....	176
Poliuretan (<i>Polyurethane</i>)	176
Aditive untuk polimir	177
Lem dari tepung	177
Lem hewani	178
Adhesive resin sintetik	178
Pendahuluan senyawa oksigenat.....	178
Senyawa <i>Tetra Ethyl Lead</i>	179
Manfaat senyawa oksigenat.....	180
Proses dan prosedur.....	180
Reaksi pembuatan TEL.....	180
Flow sheet pembuatan MTBE.....	181

BAGIAN VII

PROSE INDUSTRI BIOMASSA 183

BABI

PROSE INDUSTRI BIOMASSA..... 183

Pengantar industri biomassa	183
Jenis biomassa dan limbah lignosellulosa	186
Penelitian dan pengembangan biomassa	

<i>(Research & Development)</i>	187
Perbedaan produk petroleum dan biomassa	187
Peranan dan penerapan bioteknologi terhadap biomassa	188
Jenis produk bioteknologi berbasis substrat glukosa	188
Kimia sakarida	192

BAB II

PROSES INDUSTRI KARBON AKTIF 193

Pengantar	193
Jenis-jenis karbon aktif	194
Manfaat karbon aktif	195
Penggunaan karbon aktif di bidang kesehatan	196
Penggunaan karbon aktif	196
Proses dan prosedur proses karbon aktif	197
Proses perolehan arang kayu	197

BAB III

INDUSTRI SABUN, SURFAKTAN DAN DETERJEN..... 201

Pengantar sabun	201
Sabun jenuh dan sabun tak jenuh	202
Reaksi kimia dasar proses pembuatan sabun	203
Lemak dan sabun	204
Sabun organik	206
Formulasi sabun	208

Surfaktan	210
Surfaktan kationik	211
Surfaktan anionik	212
Surfaktan non-ionik	212
Surfaktan amphoterik	212
Batasan deterjen dan wujud.....	213
Industri deterjen	213
Jenis dan manfaat deterjen	217
Deterjen NaOH.....	217
Deterjen Na ₂ CO ₃	217
Deterjen orthosilika	218
Deterjen asam	218
Deterjen penolong	218
Deterjen bahan permukaan aktif	219
Manfaat deterjen	219
Deterjen anorganik	221
Deterjen fosfat (<i>phosphate</i>)	221
Deterjen silikat	222
Deterjen karbonat	222
Deterjen zeolit	222
Deterjen senyawa aktif pemucat.....	223
Sabun dan deterjen	223
Gliserin	224
Jenis-jenis	225
Manfaat	225
Proses dan prosedur	225
Batasan-batasan	226

BAB IV

INDUSTRI PULP DAN KERTAS 227

Pengantar	227
Bahan baku <i>pulp</i>	228
Tahap pembuatan <i>pulp</i>	228
Proses sulfat atau kraft untuk pembuatan <i>pulp</i>	229
Air limbah	229
Proses semi kimia	230
Proses sulfite (asam)	230
Proses soda	231
Proses semi kimia	232
Pemutihan <i>pulp</i> (<i>bleaching</i>)	232
Proses klorinasi <i>pulp</i>	234
Proses ekstraksi <i>pulp</i>	234
Proses hipo untuk <i>pulp</i>	235
Tahap pembuatan kertas	235
Tahap pembuatan lembaran kertas basah	235
Tahap pengepresan	235
Tahap pengeringan lembaran kertas	236
Tahap pelapisan kertas	236
Bahan kimia penolong	238
Bahan <i>sizing</i>	238
Tahap pembuatan lembar kertas	239
Refiner untuk menghaluskan serat	241
Rangkuman pembuatan kertas	241
Lokasi pabrik kertas di Indonesia	232
Distribusi dan pemasaran pulp	244
Contoh nomor 1	244
Contoh nomor 2	244

BAB V

**PROSES INDUSTRI AGROKIMIA DAN
PESTISIDA 245**

Pengantar	245
Kecelakaan pabrik karbamat di Bhopal India	246
Air sungai tercemar oleh bahan berbahaya dan beracun	247
Klasifikasi pestisida	247
Arti pest dan pertanian berkelanjutan	248
Senyawa anorganik sebagai insektisida	249
Pertanian berkelanjutan	249
Manfaat pestisida dan insektisida	250
Insektisida alami	252
Piretrin (<i>Pyrethrins</i>)	252
Nikotin (<i>Nicotine</i>)	253
Rotenone	253
Senyawa organik sintetis	253
Karbofos (<i>Carbophos</i>)	253
Karbamat (<i>Carbamate</i>)	254
P-Dikhlorobenzena	254
Dimetoat	254
Rodentisida	254
Proses bahan aditif monokhlorophos	255
Proses DDT	256
Perang Dunia Ke II dan pengendalian pestisida	257
Masalah DDT	258
Insektisida organophosphate	258

BAGIAN VIII

**PROSES INDUSTRI KIMIA
BERBASIS MINERAL NON LOGAM
BAGI KONSTRUKSI DAN ENERGI..... 259**

BAB I

PROSES INDUSTRI SEMEN 259

Pengantar	259
Manfaat semen	260
Proses pembuatan semen <i>Portland</i>	260
Penyiapan bahan baku semen	260
Reaksi kimia pembuatan semen	262
Proses basah pembuatan semen	262
Penyiapan bahan mentah	263
Penyiapan <i>clinker</i> /terak semen.....	265
Proses kering pembuatan semen	266
Jenis-jenis produk semen <i>Portland</i> menurut ASTM.....	267
Kekuatan tekan semen	268
Proses pengerasan semen	269
Semen abu terbang (<i>fly ash cement</i>)	269
Semen putih (<i>white cement</i>)	270
Semen sumur minyak (<i>oil well cement</i>).....	270
Panas pengerasan semen	270

BAB II

PROSE INDUSTRI KACA..... 271

Pengantar.....	271
Bahan baku kaca	271
Pasir kuarsa, SiO ₂	271

Soda abu (<i>Soda ash</i> , Na_2CO_3)	272
Dolomit, $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	272
Batu kapur (CaCO_3)	272
$\text{Al}(\text{OH})_3$	272
Feldspar, $\text{R}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	273
Borax	273
<i>Cullet</i> (Beling)	273
Na_2SO_4 (<i>Salt cake</i>)	273
Zat pewarna	273
Jenis-jenis kaca	274
Manfaat	274
Proses dan prosedur	275
Proses industri gelas	277
Peleburan silika	277
Silika alkali	277
Komposisi gelas	277
Gelas Pb	278
Gelas borosilikat	279
Gelas khusus	279
Gelas fiber, tahan semua kondisi udara/iklim atau kaca serat	279
Daur ulang kaca	279

BAB III

PROSES INDUSTRI KERAMIK 281

Pengantar industri keramik	281
Bahan baku keramik atau silikat	283
Bahan baku feldspar	284
Konversi kimia	284

BAB IV
PROSES INDUSTRI BATU BARA 285

Pengantar	285
Manfaat batu bara	286
Penghilangan belerang dalam batu bara	286
Proses dan prosedur kimia batu bara	286
Distilasi <i>Coal tar</i>	288
Metode distilasi	288
Produk distilasi <i>coal tar</i>	288
Minyak ringan (<i>Light oil</i>)	289
Minyak menengah (<i>Middle oil</i>)	289
Minyak berat (<i>Heavy oil</i>)	290
Minyak <i>anthracene</i>	290
Gas produser	291
Reaksi kimia.....	291
Gas air (<i>Water gas</i>)	291
Gas sintetis (<i>Synthesis gas</i>) atau <i>Syngas</i>	292

BAGIAN IX
OBAT TERLARANG 293

BAB I
INDUSTRI OBAT TERLARANG 293

Pengantar	293
Kontribusi ilmu teknik kimia terhadap produk farmasi	293
Produk hormon steroid	294
Jenis-jenis obat terlarang	295
Manfaat	295
Ekstraksi <i>Erythroxylon coca</i> menjadi <i>cocaine</i>	295
<i>Ecgonine</i>	296
<i>Morphine</i>	297
<i>Codeine</i>	297
<i>Caffeine</i>	298
<i>Heroin</i>	298

BAGIAN X

BAHAN EKSPLOSIF	299
------------------------------	------------

BAB I

INDUSTRI KIMIA EKSPLOSIF	299
---------------------------------------	------------

Pengantar	299
Manfaat bahan eksplosif	300
Pengembangan eksplosif kimia dari masa ke masa	300
<i>Black powder</i>	300
Nitrogliserin	301
Nitrosellulosa	302
Asam pikrat	303
<i>Tetryl</i>	303

TNT atau trinitrotluena	304
Nitroguanidine	304
Senyawa kimia PETN	304
Senyawa RDX	305
Senyawa kimia HMX	306
Mercury fulminate	306
<i>Lead azide</i>	307
Dinamit	307
Ammonium nitrat	307
Amatol	308
ANFO	308

BAGIAN XI : SOAL -SOAL..... 309**BAB I****SOAL PILIHAN GANDA 309****BAB II****SOAL INDUSTRIAL STOICHIOMETRY 369****DAPTAR PUSTAKA 423****INDEKS 427**

DAFTAR GAMBAR

BAGIAN I

Gambar I-1. Diiagram alir proses pembuatan NaCL oleh pengrajin rakyat	7
Gambar I-2. Diagram alir proses garam dapur.....	8
Gambar I-3. Kelarutan NaCL dalam 100 g air.....	9
Gambar II-1. Diagram alir kualitatif pembuatan soda abu.....	18
Gambar III-1. Diagram alir pembuatan NaOH tanpa proses elektrolisis.....	22
Gambar IV-1. Unit elektrolisis.....	23
Gambar IV-2. Elektrolisis NaCL	27
Gambar IV-3. Alat untuk menetapkan konduktivitas	28

BAGIAN III

Gambar I-1. Peleburan biji besi dengan tanur tinggi berdinding miring (<i>blast furnace</i>)	41
--	----

Gambar I-2. Diagram alir proses pembuatan besi dan baja	42
Gambar III-1. Tungku peleburan cepat	50
Gambar IV-1. Pembuatan PbO	53
Gambar IV-2. Pembuatan PbO	53
Gambar IV-3. Pembuatan PbO	53
Gambar IV-4. Pembuatan PbO	54
Gambar V-1. Alat asidulator	57
Gambar V-2. Proses pembuatan asam chromat $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dengan S	58
Gambar VI-1. Produk Mg dari air laut	61

BAGIAN IV

Gambar I-1. . Diagram alir proses $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	69
Gambar VI-1 . Diagram alir pembuatan Na_2S	94
Gambar VII-1 . Diagram alir kualitatif pembuatan CaCl_2	99
Gambar X-1 . Menara absorpsi/penyerap SO_2 dari 0,18% menjadi 0,005%	114
Gambar X-2 . Proses kontak pembuatan asam sulfat	115
Gambar X-3 . Konversi gas SO_2 menjadi SO_3 ...	116

BAGIAN V

Gambar 1-1. Pemurnian gas alam dengan MEA	127
Gambar II-1. Produksi gas H ₂ dengan metode hidrokarbon reformasi uap	135
Gambar III-1. Pemisahan gas alam dan LPG	139
Gambar IV-1. Produksi gas alam substitusi dari batu bara	143
Gambar IV-2. Diagram alir dari gas alam ke bahan bakar cair dan polyolefin	146

BAGIAN VI

Gambar I-1. Gas alam dan minyak bumi dalam perut bumi	148
Gambar I-2. Pengenalan distilasi fraksinasi minyak bumi kasar	154
Gambar 1-3. Manfaat petroleum	159
Gambar II-1. Produksi nylon	171
Gambar II-2. Pembuatan MTBE	181
Gambar II-3. Sistem distilasi untuk pembuatan ETBE	182

BAGIAN VII

Gambar I-1. Biokonversi biomassa menjadi ethanol kadar rendah	191
--	-----

Gambar II-1. Aktivasi arang karbon menjadi arang aktif	198
Gambar II-2. Diagram alir kualitatif karbon aktif .	200
Gambar III-1. Pembuatan sabun dan asam-asam lemak	207
Gambar III-2. Alternatif alur (<i>route</i>) terhadap pembuatan deterjen	214
Gambar III-3. Proses pembuatan deterjen sulfatasi-sulfonasi kontinyu	215
Gambar IV-1. Pembuatan pulp atau bahan kertas setengah jadi	237
Gambar IV-2. <i>Beater/Hollander</i>	241
Gambar IV-3. Proses pembuatan kertas	242

BAGIAN VIII

Gambar I-1. Skema diagram alir proses semen	263
Gambar I-2. Proses basah pembuatan semen	264
Gambar II-1. Diagram alir proses batch pembuatan kaca	278

DAFTAR TABEL

BAGIAN III

Tabel IV-1. Oksida timbal, warna dan manfaat	54
--	----

BAGIAN IV

Tabel IV-1.	Senyawa, rumus dan warna <i>chromium oksida</i>	86
Tabel X-1.	Hubungan <i>catalyst bed</i> / katalisator dengan suhu reaksi dan % SO ₃ ...	117
Tabel X-2.	Manfaat asam sulfat	121
Tabel X-3.	Perbedaan proses kamar timbal dan proses H ₂ SO ₄	122

BAGIAN VI

Tabel I-1.	Fraksi produk dari pemurnian petroleum	153
Tabel II-1	Nama produk petrokimia	161
Tabel II-2	Penggantian hidrogen pada ethylene dengan senyawa lain melalui unit proses sintesis	165

BAGIAN VIII

Tabel I-1.	Lambang yang digunakan pada industri semen	261
Tabel I-2.	Komposisi dalam berbagai produk semen	269
Tabel IV-1.	Pirolisis batu bara	287

BAGIAN X

Tabel I-1.	Rangkuman kimia eksplosif	308
------------	---------------------------------	-----



BAGIAN I

PROSES INDUSTRI KIMIA

BERBASIS BAHAN BAKU KIMIA

INDUSTRI AIR LAUT

Konsep kunci:

*Bahan baku kimia industri berupa **air laut** sungguh tak terbatas jumlahnya, oleh karena itu pembuatan garam dapur NaCl sebagai bahan baku kimia industri lanjutan untuk memproduksi soda abu, soda kostik, gas klor, gas hidrogen merupakan industri kimia yang sangat menjanjikan dalam dunia usaha. Produk kimia berbasis bahan baku kimia industri air laut setara dengan bahan baku kimia industri asam sulfat dan ammonia.*

1. Bab I : Proses industri garam dapur, NaCl

2. Bab II : Proses industri soda abu berbasis garam dapur,

3. Bab III: Proses industri soda kostik non elektrolisis,

4. Bab IV: Proses industri soda kostik secara elektrolisis.

BAB I

PROSES INDUSTRI GARAM DAPUR, NaCl

Pengantar

Industri garam dapur adalah salah satu industri kimia yang paling tua untuk kehidupan umat manusia. Garam dapur merupakan komoditi penting untuk kehidupan umat manusia dan juga sebagai sumber bahan baku kimia industri seperti proses pembuatan NaOH, Na₂SO₄, HCL, Na₃HPO₄ dan gas CL₂.

Pembuatan garam dapur atau NaCl sudah lama dikenal. Garam dapur diperoleh dari air laut dan hasil tambang. Garam dapur atau NaCl berwarna putih, titik didih 2575°F, titik lebur 1474°F, larut dalam air. Massa molekul relative (Mr) = 58,43. NaCl menyebabkan iritasi pada mata dan kulit manusia, dalam jumlah besar garam dapur menyebabkan iritasi gastrointestinal dan iritasi saluran pernapasan. NaCl berbentuk kristal dan berwarna putih dengan spesifik gravity = 2,165, titik leleh = 800,8°C, titik didih = 1413°C, dan pH = 6,7 - 7,3 larut dalam air dengan kelarutan sebesar 35,9 g/100mL pada suhu 25°C dan sedikit larut dalam alkohol. Air laut mengandung kadar garam NaCl. Kelarutan NaCl dalam larutan ammonia sebesar 3,02 g/100 g pelarut, dan dalam metanol sebesar 1,4 g/100 g pelarut. Sumber bahan baku garam NaCl berasal dari air laut, dan hasil tambang

garam [Faith, W.L., 1957; Austin, G.T., 1975]. Air laut merupakan senyawa kimia yang sangat kompleks dan ditaksir volume air laut = $1,5 \times 10^{21}$ Liter, dimana terdapat 3,5% massa terlarut dalam air laut [Harrison, W., et al, 1982] Air laut merupakan sumber bahan baku industri untuk NaCl, Mg, dan brom dengan konsentrasi 65 mg Br per kg air laut. Garam NaCl diperoleh dari air laut dengan cara penguapan. Kadar garam sangat penting dalam kehidupan biologi seperti kadar garam NaCl atau ion natrium dalam darah manusia sangat mempengaruhi kesehatan manusia.

Kadar garam NaCl sebesar 0.90% disebut larutan **fisiologi**, karena isotonik dengan plasma darah yang berfungsi untuk mengatasi dehidrasi seseorang. Pengertian garam NaCl berkaitan erat dengan agama seperti agama **Shinto** di Jepang. Garam murni NaCl ditaburkan pada lokasi pertunjukan gulat **Sumo** di Jepang. Garam **oralit** adalah campuran garam NaCl dengan glukosa atau gula pasir yang berfungsi menjaga keseimbangan total cairan dan mineral dalam tubuh manusia. Cairan **infus** adalah garam NaCl 0,9% ditambah KCl 0,3%.

Jenis-jenis NaCl

1. Garam dapur kasar,
2. Garam dapur meja (*table salt*) atau *halite*,

3. Garam pro analisis dengan kadar NaCl lebih dari 99% digunakan sebagai *reagen* di laboratorium uji mutu, garam farmasetis digunakan di industri farmasi, dan garam industri.

Manfaat garam dapur

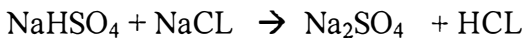
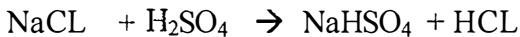
Garam dapur digunakan sebagai:

1. Garam dapur (NaCl) digunakan pada proses elektrolisis NaCl untuk pembuatan soda api atau NaOH, gas khlor (Cl_2), dan gas H_2 .
2. Garam dapur (NaCl) digunakan pada *de-icing* atau pemecahan es di jalan raya pada musim winter dan sarana transportasi lain pada musin dingin (*winter*) karena air dengan NaCl membentuk campuran eutektik yang mempunyai suhu $10^\circ C$ dibawah titik beku.

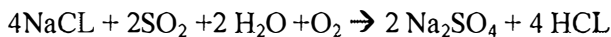
Ion ini mencegah terbentuknya es sehingga jalan raya bebas es. Penggunaan garam NaCl untuk memecah gumpalan es pada musim *winter* sangat berpengaruh terhadap kondisi lingkungan khususnya pada badan mobil.

3. Garam dapur NaCl digunakan pada pengemasan dan pengawetan daging. Garam dapur NaCl digunakan pula pada pengawetan ikan karena air dalam sel daging ikan keluar melalui proses osmose sehingga kadar air dalam daging menurun.

4. Garam dapur NaCl digunakan pada bahan refrigerasi, perlakuan air, industri metallurgi, industri natriumsulfat dan asam khlorida.
5. Garam dapur NaCl sebagai bahan baku untuk pembuatan natrium sulfat dengan mereaksikan NaCl dan asam sulfat.



Proses lain pembuatan natrium sulfat ialah proses *Hargreaves* dengan reaksi kimia:



Proses dan prosedur

Air laut merupakan bahan baku pembuatan garam dapur. Selain NaCl, zat padat yang terlarut dalam air laut yaitu: MgCl₂, MgSO₄, dan CaSO₄. Semakin tinggi kandungan MgSO₄, CaSO₄, dan MgCl₂, berarti semakin rendah kualitas NaCl. Zat padat yang terlarut dalam air laut sebesar 3,5% CaSO₄ dan 5% MgSO₄. Pada pemekatan air laut, gips atau CaSO₄ merupakan kendala pemungutan hasil NaCl. Kandungan ion sulfat lebih besar daripada ion kalsium, maka apabila bahan baku air laut ditambahkan ion kalsium berarti terjadi pengendapan CaSO₄ lebih besar. Ion Ca⁺⁺ ditambahkan harus murah agar diperoleh produk gips murah pula.

Garam CaCl₂ sangat dianjurkan untuk mengendapkan gips tersebut. Selain itu, larutan Ca(OH)₂