



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK 184803

Pra-Desain Pabrik Magnesium Oksida dari Dolomit dan Bittern dengan Kapasitas 100.000 Ton/Tahun

Oleh:

Ihyari Fatati Nuryana

NRP. 0221154000033

Regia Puspitasari

NRP. 0221154000037

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng.

NIP. 19590730 198603 2 001

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Desain Pabrik Kimia dengan Judul :

**“PRA DESAIN PABRIK : MAGNESIUM OKSIDA DARI
DOLOMIT DAN BITTERN DENGAN KAPASITAS
100.000 TON/TAHUN”**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Departemen Teknik
Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Oleh :

Ihyari Fatati Nuryana NRP. 0221154000033

Regia Puspitasari NRP. 0221154000037

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Desain Pabrik Kimia

1. Ir. Nuniek Hendrianie, MT
2. Firman K., ST, M.EngSc.,Ph.D
3. Hakun Wirawasista A.,ST,MMT.,Ph.D

(Handwritten signatures of the three examiners)

Surabaya, Januari 2019

Dosen Pembimbing

(Handwritten signature of Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti)

Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng
NIP.19590730 198603 2 001



Mengetahui,

Kepala Laboratorium Pengolahan Limbah Industri
Departemen Teknik Kimia FTI-ITS

(Handwritten signature of Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti)

Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng
NIP.19590730 198603 2 001

RINGKASAN

Perkembangan industri sebagai bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang diarahkan untuk menciptakan struktur ekonomi yang lebih kokoh dan seimbang yaitu struktur ekonomi dengan titik berat industri maju yang didukung oleh sektor-sektor lain yang tangguh. Salah satu senyawa yang memiliki berbagai kegunaan di bidang industri adalah magnesium oksida atau biasa disebut magnesia. Magnesia merupakan senyawa magnesium yang paling banyak digunakan (Deborah, 1992). Karena karakteristiknya yang ringan, kuat dan tahan terhadap suhu tinggi hingga 2825°C, magnesia digunakan untuk berbagai material aircraft, computer hingga dalam tungku tahan api (furnace) dan peralatan tambahan yang digunakan untuk memproduksi besi dan baja. *Caustic-calcined* magnesia (magnesit yang dikalsinasi sebagian) digunakan dalam industri pertanian, kimia, konstruksi, dan manufaktur (Deborah, 1992).

Permasalahan yang ada hingga saat ini adalah konsumsi magnesium oksida untuk kebutuhan dalam negeri belum dipasok dari negeri sendiri, dikarenakan kadar magnesium oksida yang dihasilkan masih kurang memenuhi standar industri serta biaya produksi yang relatif tinggi. Hal tersebut sangat disayangkan melihat potensi ketersediaan bahan baku magnesia yang sangat melimpah di Indonesia yaitu berupa mineral dolomit. Mineral dolomit merupakan mineral yang banyak mengandung magnesium dan terdapat dalam jumlah besar di Indonesia hingga mencapai satu setengah milyar ton (Yustanti, 2004).

Magnesium oksida dapat diproduksi dari batuan dolomit sebagai sumber magnesium terbesar, namun dari segi prosesnya, magnesium oksida dapat diperoleh melalui 2 proses yaitu, dehidrasi-kalsinasi dengan bahan baku dolomit dan proses *Dow Chemical* (kalsinasi-presipitasi) dengan bahan baku dolomit-bittern. Masing, masing memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing. Proses *Dow Chemical* membutuhkan biaya lebih tinggi dibanding proses kalsinasi-dehidrasi namun intensitas

prosesnya lebih rendah. Selain itu, hasil kandungan MgO yang dihasilkan lebih tinggi dengan *surface area* tinggi dan kualitas material tinggi. MgO yang dihasilkan adalah *dead-brunt magnesia* yang memiliki karakteristik ketahanan suhu jauh lebih tinggi.

Air laut merupakan sumber senyawa garam mineral yang tidak terbatas, magnesium salah satunya. Oleh karena itu, pemanfaatan air laut atau limbah turunannya sangat berpotensi untuk diproses lebih lanjut untuk produksi MgO. Dalam prosesnya, dolomit nantinya akan diproses dengan *brine, bittern* atau air laut. Dolomit yang telah melalui *size reduction*, terlebih dahulu melalui kalsinasi suhu tinggi yaitu 1350-1400°C untuk menghilangkan karbon dioksida dan menghasilkan MgO.CaO atau dolime. Kemudian, dihidrasi dengan penambahan H₂O sehingga terbentuk MgO.Ca(OH)₂, lalu direaksikan dengan air laut yang mengandung *magnesium salts* untuk menghasilkan endapan magnesium hidroksida atau Mg(OH)₂. Lalu diendapkan di settling tank dengan bantuan *flocculant* untuk mempercepat proses sedimentasi magnesium hidroksida.

Selanjutnya, diseparasi antara slurry dan filtrat untuk kemudian dikalsinasi kembali dengan proses *multi-hearth Herreshoff furnace* suhu 400-900°C. *Dead brunt product* lalu diproses kembali dengan *rotary kiln* dengan suhu 1600°C. Waktu operasi ditentukan berdasarkan *surface area* MgO. Kadar MgO yang diperoleh berkisar 95-98% (Bhatti,1984).

Pabrik Magnesium Oksida dari Dolomit dan Bittern ini direncanakan beroperasi selama 24 jam, 330 hari/ tahun dengan perencanaan sebagai berikut :

1. Perencanaan Operasi : 24 jam/ hari, 330 hari/ tahun
2. Kapasitas Produksi : 100.000 ton/ tahun
3. Kebutuhan Bahan Baku
 - a. Dolomit : 794.329 kg/ hari
 - b. Bittern : 5.695.992 kg/ hari
4. Umur Pabrik : 10 tahun
5. Analisa Ekonomi
 - a. Pengeluaran

- Struktur Permodalan : Sendiri 40%
Pinjaman 60%
- Tingkat Bunga Pinjaman: 12%
- *Total Capital Investment* : Rp. 658.445.771.044
- *Total Production Cost* : Rp. 605.636.278.487
- b. Pemasukan
 - Hasil Penjualan : Rp. 898.043.500.000
- c. Rehabilitasi Perusahaan
 - *Internal Rate of Return* : 33,61 % per tahun
 - *Pay Out Time* : 4,38 tahun
 - *Return on Investment* : 31,09 %
 - *Break Even Point* : 31,64 %

Pabrik Magnesium Oksida ini rencananya akan akan dibangun di provinsi Jawa Timur, tepatnya di daerah Socah, Kabupaten Bangkalan, Madura. Pabrik Magnesium Oksida dari Dolomit dan Bittern ini akan beroperasi pada tahun 2023 dengan kapasitas pabrik 100.000 ton/tahun dan memenuhi 20% dari kapasitas pabrik dalam negeri. Dari hasil uraian diatas, ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis, maka Pabrik Magnesium Oksida dari Dolomit dan Bittern ini layak untuk didirikan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah kehadirat Allah SWT Yang Maha Mengetahui terhadap setiap yang ada di bumi dan di langit, hanya karena rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Pra Desain Pabrik ini. Tugas Pra Desain Pabrik ini berjudul “Pra-desain Pabrik Magnesium Oksida Dari Dolomit Dan Bittern Dengan Kapasitas 100.000 Ton/Tahun”.

Penulisan Tugas Pra Desain Pabrik ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga besar yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, dan semangat kepada penulis mulai awal perkuliahan hingga mengerjakan Tugas Pra Desain Pabrik ini.
2. Bapak Juwari, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku kepala departemen Teknik Kimia FTI-ITS
3. Ibu Dr. Ir. Sri Rachmania Juliastuti, M.Eng., selaku dosen pembimbing dan kepala Laboratorium Pengolahan Limbah Industri departemen Teknik Kimia FTI-ITS yang telah memberikan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh anggota Laboratorium Pengolahan Limbah Industri departemen Teknik Kimia FTI-ITS 2018/2019 yang telah membantu dan memberikan semangat selama penulis mengerjakan Tugas Pra Desain Pabrik ini.
5. Rekan-rekan Teknik Kimia terutama angkatan 2015 (K-55) dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu hingga terselesainya Tugas Pra Desain Pabrik ini.

Tugas Pra Desain Pabrik ini tentunya masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan Tugas Pra Desain Pabrik ini. Akhirnya, penulis berharap agar Tugas Pra Desain Pabrik ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I LATAR BELAKANG	
I.1 Latar Belakang	I-1
BAB II BASIS DESAIN DATA	
II.1 Kapasitas Produksi	II-1
II.2 Lokasi Pabrik	II-3
II.2.1. Ketersediaan Bahan Baku Utama	II-4
II.2.2. Utilitas	II-6
II.2.3. Penentuan Lokasi Pabrik	II-6
II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk.....	II-8
II.3.1 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku Utama dan Bahan pembantu.....	II-8
II.3.1.1. Bahan Baku Utama (Dolomit).	II-8
II.3.1.2. Bahan Baku Pembantu.....	II-10
II.3.2. Deskripsi dan Sifat Produk.....	II-10
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES	
III.1 Macam Proses	III-1
III.1.1 Metode Kalsinasi dan Dehidrasi (Dolomit)	III-1
III.1.2 Metode <i>Dow Chemical Process</i>	III-2
III.2 Pemilihan Proses	III-3
III.3 Uraian Proses	III-3
III.3.1 Proses <i>Pre-Treatment Bittern</i>	III-4
III.3.2 Proses <i>Size Reduction Dolomit</i>	III-5
III.3.3 Proses <i>Activation dengan Kalsinasi</i> ...	III-5
III.3.4 Proses <i>Hydration</i>	III-6

III.3.5 Proses <i>Reaksi Dolomit dan Bittern</i>	III-6
III.3.6 Proses <i>Settling and Filtration</i>	III-6
III.3.7 Proses <i>Final Decomposition</i>	III-7
III.3.8 Proses <i>Packing</i>	III-8
BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI	
IV.1 Neraca Massa.....	IV-1
IV.2 Neraca Energi	IV-42
BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN	
V.1 Spesifikasi Alat	V-1
V.2 Harga Alat.....	V-29
BAB VI ANALISA EKONOMI	
VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia	VI-1
VI.1.1 Bentuk Badan Perusahaan.....	VI-1
VI.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan	VI-1
VI.1.3 Perincian Jumlah Tenaga Kerja	VI-7
VI.1.4 Status Karyawan dan Pemberian Gaji.....	VI-8
VI.2 Analisa Ekonomi	VI-10
VI.2.1 Laju Pengembalian Modal (IRR).....	VI-10
VI.2.2 Waktu Pengembalian Modal (POT)...	VI-10
VI.2.3 Laju Pengembalian Modal (ROI).....	VI-10
VI.2.4 Titik Impas (BEP)	VI-10
BAB VII KESIMPULAN	
VII.1 Kesimpulan.....	VII-1
DAFTAR PUSTAKA	xvii
APPENDIKS A PERHITUNGAN NERACA MASSA	
APPENDIKS B PERHITUNGAN NERACA ENERGI	
APPENDIKS C PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT	
APPENDIKS D PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI	

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Konsumsi Magnesium Oksida di Dunia.....	I-2
Gambar I.2	Grafik Data Impor Magnesium Oksida.....	I-3
Gambar I.3	Persentase persebaran mineral dolomit di Indonesia.....	I-4
Gambar II.1	Lokasi Pabrik Magnesium Oksida.....	II-8
Gambar III.1	Proses Kalsinasi dan Dehidrasi dari Dolomit	III-2
Gambar III.2	<i>Dow Chemical Process</i> dari Dolomit dan Air Laut.....	III-2
Gambar IV.1	Sistem Neraca Massa pada <i>Dolomit Storage</i>	IV-2
Gambar IV.2	Sistem Neraca Massa pada <i>Impact Ccrusher</i> ...	IV-2
Gambar IV.3	Sistem Neraca Massa pada <i>Screen Filter</i>	IV-3
Gambar IV.4	Sistem Neraca Massa pada <i>Ball Mill</i>	IV-4
Gambar IV.5	Sistem Neraca Massa pada <i>Screen Filter</i>	IV-5
Gambar IV.6	Sistem Neraca Massa pada Tangki Penampung/Silo	IV-6
Gambar IV.7	Sistem Neraca Massa pada <i>Rotary Kiln</i>	IV-7
Gambar IV.8	Sistem Neraca Massa pada <i>Rotary Cooler</i>	IV-10
Gambar IV.9	Sistem Neraca Massa pada Tangki Penyimpanan	IV-11
Gambar IV.10	Sistem Neraca Massa pada <i>Reaktor</i> <i>Hydration</i>	IV-12
Gambar IV.11	Sistem Neraca Massa pada <i>Reaktor Bittern</i> ..	IV-13
Gambar IV.12	Sistem Neraca Massa pada Tangki Berpengaduk	IV-15
Gambar IV.13	Sistem Neraca Massa pada <i>Thickener</i>	IV-16
Gambar IV.14	Sistem Neraca Massa pada <i>Rotary Vacuum</i> <i>Filter</i>	IV-17
Gambar IV.15	Sistem Neraca Massa pada <i>Rotary Kiln</i>	IV-19
Gambar IV.16	Sistem Neraca Massa pada <i>Rotary Cooler</i> ...	IV-23
Gambar IV.17	Sistem Neraca Massa pada <i>Ball Mill</i>	IV-24
Gambar IV.18	Sistem Neraca Massa pada <i>Screen Filter</i>	IV-26
Gambar IV.19	Sistem Neraca Massa pada <i>Storage Tank</i>	IV-27
Gambar IV.20	Sistem Neraca Massa pada <i>Cyclone</i>	IV-28

Gambar IV.21 Sistem Neraca Massa pada <i>Cyclone</i>	IV-30
Gambar IV.22 Sistem Neraca Massa pada <i>Cyclone</i>	IV-31
Gambar IV.23 Sistem Neraca Massa pada <i>Heat Exchanger</i>	IV-33
Gambar IV.24 Sistem Neraca Massa pada Bittern Storage Tank.....	IV-34
Gambar IV.25 Sistem Neraca Massa pada <i>Bittern Filter</i>	IV-36
Gambar IV.26 Sistem Neraca Massa pada <i>Storage Tank</i>	IV-38
Gambar IV.27 Sistem Neraca Massa pada Bittern Filter	IV-39
Gambar IV.28 Sistem Neraca Massa pada Coal Silo	IV-39
Gambar IV.29 Sistem Neraca Massa pada Coal Crusher	IV-40
Gambar IV.30 Sistem Neraca Massa pada Coal Storage	IV-41
Gambar IV.31 Sistem Neraca Energi pada <i>Rotary Kiln</i>	IV-44
Gambar IV.32 Sistem Neraca Energi pada <i>Rotary Cooler</i> ...	IV-45
Gambar IV.33 Sistem Neraca Energi pada <i>Reactor</i> <i>Hydration</i>	IV-46
Gambar IV.34 Sistem Neraca Energi pada <i>Reactor Bittern</i> .	IV-47
Gambar IV.35 Sistem Neraca Energi pada <i>Rotary Kiln</i>	IV-48
Gambar IV.36 Sistem Neraca Energi pada <i>Rotary Cooler</i> ...	IV-49
Gambar IV.37 Sistem Neraca Energi pada <i>Heat Exchanger</i>	IV-50
Gambar VI.1 Struktur Organosasi Perusahaan.....	VI-2

Tabel IV.18 Neraca Massa pada <i>Thickener</i>	IV-16
Tabel IV.19 Neraca Massa pada <i>Rotary Vacuum Filter</i>	IV-18
Tabel IV.20 Komposisi <i>Coal</i>	IV-19
Tabel IV.21 Neraca Massa pada <i>Coal</i>	IV-20
Tabel IV.22 Neraca Massa Masuk di <i>Rotary Kiln</i>	IV-21
Tabel IV.23 Neraca Massa Keluar di <i>Rotary Kiln</i>	IV-22
Tabel IV.24 Neraca Massa pada <i>Rotary Cooler</i>	IV-23
Tabel IV.25 Neraca Massa pada <i>Ball Mill</i>	IV-25
Tabel IV.26 Neraca Massa pada <i>Screen Filter</i>	IV-26
Tabel IV.27 Neraca Massa pada <i>Magnesia Storage Tank</i>	IV-27
Tabel IV.28 Neraca Massa pada <i>Cyclone</i>	IV-29
Tabel IV.29 Neraca Massa pada <i>Cyclone</i>	IV-30
Tabel IV.30 Neraca Massa pada <i>Cyclone</i>	IV-32
Tabel IV.31 Neraca Massa pada <i>Heat Exchanger</i>	IV-33
Tabel IV.32 Neraca Massa pada Bittern Storage	IV-34
Tabel IV.33 Neraca Massa pada Bittern Filter	IV-36
Tabel IV.34 Neraca Massa pada Filtrate Storage Tank.....	IV-34
Tabel IV.35 Neraca Massa pada Raw Bittern Storage Tank.	IV-37
Tabel IV.36 Neraca Massa pada Coal Silo.....	IV-39
Tabel IV.37 Neraca Massa pada Coal Crusher	IV-40
Tabel IV.38 Neraca Massa pada Coal Silo.....	IV-41
Tabel IV.39 Data Heat Formation (ΔH°_f 298).....	IV-42
Tabel IV.40 Data Perhitugn Heat Capacity (Cp).....	IV-42
Tabel IV.41 Data Higher Heating Value	IV-43
Tabel IV.42 Neraca Energi di <i>Rotary Kiln</i>	IV-44
Tabel IV.43 Neraca Energi di <i>Rotary Cooler</i>	IV-45
Tabel IV.44 Neraca Energi di <i>Reactor Hydration</i>	IV-46
Tabel IV.45 Neraca Energi di <i>Reactor Bittern</i>	IV-47
Tabel IV.46 Neraca Energi di <i>Rotary Kiln</i>	IV-48
Tabel IV.47 Neraca Energi di <i>Rotary Cooler</i>	IV-49
Tabel IV.48 Neraca Energi di <i>Heat Exchanger</i>	IV-50
Tabel V.1 Spesifikasi Gudang Dolomit (X-111).....	V-1
Tabel V.2 Spesifikasi Raw Dolomit Belt Conveyor (J-112)..	V-2
Tabel V.3 Spesifikasi Raw Dolomit Crusher (C-110).....	V-2
Tabel V.4 Spesifikasi Belt Conveyor (J-113).....	V-3

Tabel V.5 Spesifikasi Belt Conveyor (J-114).....	V-4
Tabel V.6 Spesifikasi Vibrating Screen (H-115)	V-4
Tabel V.7 Spesifikasi Belt Conveyor (J-121).....	V-5
Tabel V.8 Spesifikasi Ball Mill (C-120)	V-6
Tabel V.9 Spesifikasi Belt Conveyor (J-122).....	V-6
Tabel V.10 Spesifikasi Belt Conveyor (J-123).....	V-7
Tabel V.11 Spesifikasi Vibrating Screen (H-124)	V-8
Tabel V.12 Spesifikasi Bucket Elevator (J-125)	V-8
Tabel V.13 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-126)	V-10
Tabel V.14 Spesifikasi Belt Conveyor (J-211).....	V-10
Tabel V.15 Spesifikasi Rotary Kiln (B-210).....	V-11
Tabel V.16 Spesifikasi Belt Conveyor (J-214).....	V-11
Tabel V.17 Spesifikasi Rotary Cooler (B-220)	V-12
Tabel V.18 Spesifikasi Belt Conveyor (J-221).....	V-13
Tabel V.19 Spesifikasi Bucket Elevator (J-223)	V-14
Tabel V.20 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-224)	V-15
Tabel V.21 Spesifikasi Reaktor Hidrasi (R-230)	V-16
Tabel V.22 Spesifikasi Reaktor Bittern (R-240)	V-17
Tabel V.23 Spesifikasi Tangki Pencampuran (F-311)	V-18
Tabel V.24 Spesifikasi Thickener (H-310)	V-19
Tabel V.25 Spesifikasi Rotary Drum Filter (H-320).....	V-20
Tabel V.26 Spesifikasi Rotary Kiln (B-330).....	V-20
Tabel V.27 Spesifikasi Belt Conveyor (J-333).....	V-21
Tabel V.28 Spesifikasi Rotary Cooler (E-340)	V-22
Tabel V.29 Spesifikasi Belt Conveyor (J-341).....	V-22
Tabel V.30 Spesifikasi Bucket Elevator (J-343)	V-23
Tabel V.31 Spesifikasi Ball Mill (C-410)	V-24
Tabel V.32 Spesifikasi Particle Screener (H-411)	V-25
Tabel V.33 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-415)	V-25
Tabel V.34 Spesifikasi Pompa (L-241)	V-26
Tabel V.35 Spesifikasi Sistem Pneumatic Conveyor (J-412) V-27	
Tabel V.36 Spesifikasi Cyclone (H-212)	V-28
Tabel V.37 Spesifikasi Cyclone (H-331)	V-28
Tabel V.38 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-131)	V-29
Tabel V.39 Spesifikasi Screen Filter (H-130)	V-29

Tabel V.40 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-132)	V-30
Tabel V.41 Spesifikasi Pompa (L-134)	V-31
Tabel V.42 Spesifikasi Shell and Tube (E-135)	V-31
Tabel V.43 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-140)	V-32
Tabel V.44 Spesifikasi Gudang coal (X-151)	V-33
Tabel V.45 Spesifikasi Belt Conveyor (J-152).....	V-33
Tabel V.46 Spesifikasi Crusher (C-150)	V-34
Tabel V.47 Spesifikasi Bucket Elevator (J-153)	V-35
Tabel V.48 Spesifikasi Tangki Penampungan (F-154)	V-36
Tabel V.49 Spesifikasi Pompa (L-222)	V-37
Tabel V.50 Spesifikasi Pompa (L-342)	V-37
Tabel V.51 Spesifikasi Blower (G-213).....	V-38
Tabel V.52 Spesifikasi Blower (G-332).....	V-38
Tabel V.53 Spesifikasi Bak Penampung (F-133).....	V-39
Tabel V.54 Penaksiran Harga Alat.....	V-40
Tabel VI.1 Perhitungan Gaji Karyawan.....	VI-9
Tabel VI.2 Pembagian Jam Kerja Karyawan	VI-11

BAB I LATAR BELAKANG

I.1. Latar Belakang

Perkembangan industri sebagai bagian dari usaha pembangunan ekonomi jangka panjang diarahkan untuk menciptakan struktur ekonomi yang lebih kokoh dan seimbang yaitu struktur ekonomi dengan titik berat industri maju yang didukung oleh sektor-sektor lain yang tangguh. Salah satu senyawa yang memiliki berbagai kegunaan di bidang industri adalah magnesium oksida atau biasa disebut magnesia. Magnesia merupakan senyawa magnesium yang paling banyak digunakan (Deborah, 1992). Karena karakteristiknya yang ringan, kuat dan tahan terhadap suhu tinggi hingga 2825°C, magnesia digunakan untuk berbagai material aircraft, computer hingga dalam tungku tahan api (furnace) dan peralatan tambahan yang digunakan untuk memproduksi besi dan baja. *Caustic-calcined* magnesia (magnesit yang dikalsinasi sebagian) digunakan dalam industri pertanian, kimia, konstruksi, dan manufaktur (Deborah, 1992).

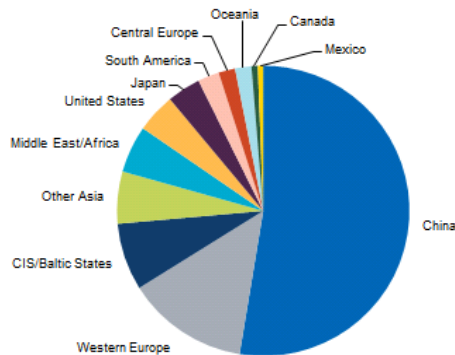
Sekalipun magnesia memiliki berbagai kegunaan dan keunggulan, namun belum adanya produksi magnesium oksida di dalam negeri (Badan Pusat Statistik, 2018). Senyawa magnesium ini diproduksi oleh berbagai perusahaan yang sebagian besar berasal dari Amerika Serikat.

Tabel 1. 1. Perusahaan Penghasil MgO di Amerika Serikat
(United States Environmental Protection Agency, 2018)

Perusahaan	Lokasi	Jenis Proses
Barcroft Co.	Lewes, DE	MgO dari air laut
Dow Chemical	Freeport, TX	MgO dari air laut
Basic Incorporated	Gabbs, NV	Uncertain
Magnesia Operation	San Fransisco, CA	Uncertain
Marine Magnesium	South San Fransisco, CA	MgO dari air laut

National Refractories and Mineral Corps	Moss Landing, CA	MgO dari air laut
Premier Service Inc	Port St. Joe, FL	MgO dari air laut

Beberapa tahun terakhir, China terus mendominasi pasar sebagai produsen dan konsumen magnesium oksida terbesar, serta eksportir global terbesar. Pada tahun 2016, 83% dari ekspor magnesium oksida China adalah magnesia tahan api untuk digunakan dalam pembuatan baja dan produksi semen. 17% lainnya adalah magnesia yang dikalsinasi kaustik, yang diperuntukkan bagi lingkungan, konstruksi, dan pasar pertanian. Konsumsi global untuk magnesium oksida diatur naik rata-rata 1,5% per tahun selama periode perkiraan 2016–2021 (IHS Market, 2017)

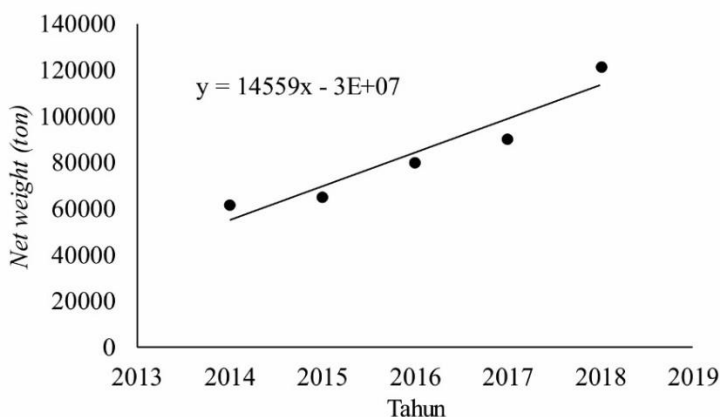


Gambar 1.1. Konsumsi Magnesium Oksida di Dunia (IHS Markit, 2017)

Sedangkan Indonesia sebagai salah satu importir magnesium oksida dengan nilai impor yang meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2017, sebanyak 90451,939 ton magnesia diimpor dan diperkirakan akan meningkat hingga 122228,342 ton pada 2018 (Badan Pusat Sstatistik, 2018).

Tabel 1.2. Data Impor Magnesium Oksida (Badan Pusat Statistik,2018)

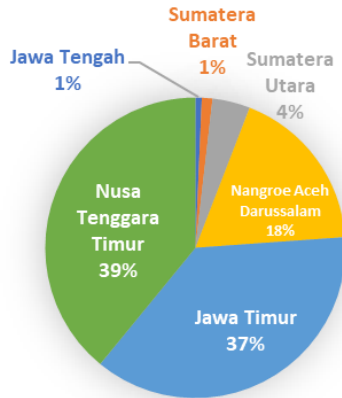
Tahun	Net weight (ton)	Pertumbuhan
2014	61994,581	-
2015	65334,259	5.387048 %
2016	80752,898	23.59962 %
2017	90451,939	12.01077 %
2018	122228,342	35.1307 %



Gambar 1.1. Data Impor Magnesium Oksida

Permasalahan yang ada hingga saat ini adalah konsumsi magnesium oksida untuk kebutuhan dalam negeri belum pasok dari negeri sendiri, dikarenakan kadar magnesium oksida yang dihasilkan masih kurang memenuhi standar industri serta biaya produksi yang relatif tinggi. Hal tersebut sangat disayangkan melihat potensi ketersediaan bahan baku magnesita yang sangat melimpah di Indonesia yaitu berupa mineral dolomit. Mineral

dolomit merupakan mineral yang banyak mengandung magnesium dan terdapat dalam jumlah besar di Indonesia hingga mencapai satu setengah milyar ton (Yustanti, 2004).



Gambar 1. 2. Persentase persebaran mineral dolomit di Indonesia (Madiadipoera, 2006)

Selain berasal dari batuan yang mengandung mineral dolomit, magnesia juga dapat diproduksi dari air laut. Air laut mengandung berbagai mineral salah satu nya ialah Mg^{2+} 3,69% yang selanjutnya dapat diendapkan menjadi $Mg(OH)_2$ dan lebih lanjut diproses menjadi MgO . Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi air laut yang sangat melimpah yaitu lautan seluas 3,25 juta km^2 (Kementerian Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia, 2018). Produksi garam di Indonesia pada 2014 mencapai 2.192.168 ton yang mengindikasikan penggunaan air laut secara massal digunakan untuk sektor pangan. oleh karena itu, produksi MgO dapat menggunakan bittern atau limbah hasil samping produksi garam yang masih kaya akan magnesium.

Bittern merupakan air limbah dari proses produksi garam rakyat. Secara langsung bittern dimanfaatkan sebagai suplemen minuman (nigari), campuran air untuk berendam, pengawet ikan (Sembiring, 2011) dan koagulan limbah industri (Sutiyono, 2006). Bittern juga dimanfaatkan sebagai bahan baku seperti bahan baku pupuk majemuk (Nadia dkk, 2015), bahan baku garam kalium

(Ghosh et al, 2014), dan bahan baku pembuatan senyawa turunan magnesium seperti Magnesium Oksida (MgO). Penggunaan bittern sebagai bahan baku produksi magnesia akan sangat menguntungkan karena sumber yang berupa limbah yang tidak lagi digunakan dan tidak memiliki nilai jual.

Proses *Dow Chemical* menjadi proses yang paling tepat digunakan untuk memproduksi MgO karena menggunakan kombinasi bahan baku dolomit dan bittern dengan kadar magnesia yang diproduksi mencapai 98%. Dengan data-data yang telah diperoleh, disimpulkan bahwa kebutuhan MgO naik secara terus menerus setiap tahunnya, oleh karena itu memungkinkan adanya pembuatan pabrik MgO berlokasi di Jawa Timur dengan bahan baku dolomit dan bittern dari limbah Pabrik Garam Industri.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

BASIS DESAIN DATA

II.1. Kapasitas Produksi

Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam pendirian pabrik magnesium oksida dari dolomit dan bittern adalah kapasitas produksi. Pabrik magnesium oksida dari dolomit dan bittern atau limbah hasil samping Pabrik Garam Industri ini direncanakan untuk didirikan pada 2023 dengan mengacu pada ketersediaan dolomit dan bittern. Untuk mendapatkan nilai kapasitas produksi, dibutuhkan nilai ekspor, impor, produksi, dan konsumsi tiap tahunnya. Perhitungan peluang kapasitas sama dengan perhitungan neraca massa peredaran suatu produk dipasaran. Menurut Peters & Timmerhaus, 1991, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$F = P (1+i)^n$$

Keterangan:

F = data impor/produksi/konsumsi saat pabrik didirikan (tahun)

P = data impor/produksi/ konsumsi sekarang (tahun)

i = pertumbuhan rata-rata

n = selisih tahun

(Peter & Timmerhaus, 1991)

Magnesium oksida atau magnesia belum diproduksi di dalam negeri, oleh karena itu, dalam pemenuhan kebutuhannya, magnesium oksida diimpor dari berbagai negara lain.

Tabel 11.1. Data Impor Magnesium Oksida di Indonesia (BPS, 2018)

Tahun	Berat bersih (ton)	Pertumbuhan (%)
2014	61994,581	-
2015	65334,259	5,387
2016	80752,898	23,599

2017	90451,939	12,011
2018*	122228,342	35,131
Rata-rata	84152,4038	19,032

*diperoleh data per Juni 2018, sehingga diperoleh estimasi per Desember 2018 dari data tersebut

Dilihat dari tabel II.1, kebutuhan magnesium oksida selalu meningkat setiap tahunnya hingga pada tahun 2018. Data tahun 2018 diperoleh dari estimasi per Juni 2018, sehingga diketahui estimasi per Desember 2018 yaitu dua kali lipat dari data Juni 2018. Pertumbuhan konsumsi magnesia tertinggi terjadi pada tahun 2018, yaitu sebesar 35.131 % dengan rata-rata pertumbuhan dari 2014 hingga 2018 adalah 19.0320 %. Sehingga, dapat dikalkulasi kebutuhan magnesium oksida pada 2023 adalah sebagai berikut :

- Impor

Dikarenakan akan dibangun pabrik MgO baru di Indonesia, maka besarnya impor diasumsikan dihentikan atau 0. Begitupun dengan nilai ekspor dan produksi. Seluruh ketersediaan MgO di Indonesia, diperoleh dari luar negeri. Data tersebut diasumsikan dari total konsumsi MgO di Indonesia dari Badan Pusat Statistik.

$$F = \text{Impor tahun 2018} * (1 + \text{pertumbuhan rata-rata})^{2023-2018} \\ = 0$$

- Ekspor

$$F = \text{Ekspor tahun 2018} * (1 + \text{pertumbuhan rata-rata})^{2023-2018} \\ = 0$$

- Produksi

$$F = \text{Produksi tahun 2018} * (1 + \text{pertumbuhan rata-rata})^{2023-2018} \\ = 0$$

- Konsumsi

Karena selama ini belum ada pabrik MgO di Indonesia, maka banyaknya MgO impor diasumsikan sama dengan kebutuhan MgO dalam negeri

$$\begin{aligned} F &= \text{Impor tahun 2018} * (1 + \text{pertumbuhan rata-rata})^{2023-2018} \\ &= 122228,342 * (1 + (0,19032))^5 \\ &= 292072,4 \text{ ton} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, didapatkan perkiraan konsumsi Magnesium Oksida pada tahun 2023 sebesar 292072,4 ton /tahun. Sedangkan untuk menghitung kebutuhan tepung tulang, digunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Tahun 2023} &= [F_{(\text{ekspor})} + F_{(\text{konsumsi})} - F_{(\text{produksi})} - F_{(\text{impor})}] \\ &= [0 + 292072,4 - 0 - 0] \\ &= 292072,4 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Didapatkan kebutuhan magnesita pada tahun 2023 adalah sebesar 292072,4 ton/tahun. Untuk kapasitas produksi dari Magnesium Oksida ini, diinginkan untuk mengambil 30% dari perkiraan kebutuhan magnesita di tahun tersebut.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas pabrik tahun 2023} &= 30\% \text{ dari kebutuhan MgO} \\ &= 0,3 \times 292072,4 \\ &= 87621,72 \text{ ton/tahun} \\ &\approx 100.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 303 \text{ ton/hari} \\ &= 12,62626 \text{ ton/jam} \\ &= 12626,26 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Sehingga kapasitas pabrik yang dirancang adalah 100.000 ton/tahun magnesium oksida.

II.2. Lokasi Pabrik

Dalam penentuan lokasi pabrik, diperlukan peninjauan beberapa aspek seperti ketersediaan utilitas, ketersediaan bahan baku, transportasi, dsb.

II.2.1. Ketersediaan Bahan Baku Utama

Dalam membangun pabrik, ketersediaan bahan baku utama merupakan salah satu hal penting yang harus dipertimbangkan. Lokasi ketersediaan bahan baku juga akan mempengaruhi penentuan lokasi pabrik yang akan didirikan.

Berikut ini tabel lokasi dan perkiraan cadangan dolomit di Indonesia

Tabel II.2. Lokasi dan Cadangan Dolomit di Indonesia
(Madiadipoera, 2006)

Lokasi	Sumber Daya (Ribu Ton)		Keterangan
	Hipotetik	Terukur	
Jawa Tengah			
- Desa Dawan, Kec. Gunem, Kab. Rembang	-	156	Sebaran tidak diketahui MgO=10,99%
- Desa Tegaldowo, Kec Giriwoyo, Kab. Wonogiri	10.000	-	
Jawa Timur			
- Pangpong Kec. Labang, Kab. Bangkalan	215	-	CaO= 31,55-55,38%, MgO=0,25-21,67%
- Desa Socah, Kec. Socah, Kab. Bangkalan	436.901	-	
- Sekapuk, Kec. Dukun, Kab. Gresik	13.500	-	MgO=13,44-16,02%
- Desa Sukodono, Kec. Panceng, Kab. Gresik	15	-	
- G. Kaklak, Desa Golokan, Kec. Sedayu, Kab. Gresik	70000	-	Tebal rata-rata 35 m
	50	-	
	13.500	-	Luas sebaran= 30 Ha, warna= putih, MgO=14,5%
	2.000	-	
	12.000	-	

<ul style="list-style-type: none"> - Desa Kebonagung, Kec. Ujungpangkah, Kab. Gresik - Desa Pringkulu, Kec. Pringkulu, Kab. Pacitan - G. Nganten, G. Ngimbang, Kec. Palang, Kab. Tuban 			
<p style="text-align: center;">Nangroe Aceh Darussalam</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kaloi, Kec. Temiang Hulu, Kab. Aceh Timur - P. Tiga, Langsa, Kec. Temiang Hulu, Kab. Aceh Timur 	- 110.000	156.000 -	MgO rata-rata 19,84 %, luas sebaran 95 Ha
<p style="text-align: center;">Nusa Tenggara Timur</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nuaf Unun. Kec. Miamaffo Barat, Kab. Timor Tengah Utara - Lemon, Kec. Miamaffo Barat, Kab. Timor Tengah Utara 	78.000 500.000	- -	CaO=38,33%, MgO=14,35% Luas sebaran 100 Ha CaO=38,33%, MgO=16,38%
<p style="text-align: center;">Sumatera Barat</p> <ul style="list-style-type: none"> - Halaban, Kec. Payakumbuh, Kab. Limapuluh Kota - Bukit Talaras, Kec. Sangir, Kab. Solok 	13.000 3.900	- -	CaO=31,23%, MgO=19,69% Luas sebaran 50 Ha
<p style="text-align: center;">Sumatera Utara</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desa Susuk, Kec. Payung, Kab. Karo 	30.000 30.000	- -	CaO=30,26-30,41%, MgO=21,35-21,45% CaO = 30,58%

- Desa Kutakepar, Kec. Payung, Kab. Karo			
--	--	--	--

II.2.2. Utilitas

Fasilitas utilitas meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik. Kebutuhan listrik dapat dipenuhi dengan listrik dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) dengan kapasitas yang tercantum pada Tabel II.3. Kebutuhan air direncanakan akan diperoleh dari PDAM, sumur gali ataupun sumur pipa.

Tabel II.3. Pasokan Listrik di Jawa Timur dan NTT (ESDM, 2016)

Pembangkit	Jawa Timur (MW)	NTT (MW)
PLTA	283,23	-
PLTU	3490,00	47,00
Pembangkit lain	2391,39	169,80
Jumlah	6164,62	216,80

II.2.3. Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan dan keberlangsungan suatu pabrik kimia. Lokasi pabrik juga dapat memengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan maupun penentuan kelancaran produksinya. Idealnya, lokasi pabrik dapat memberikan keuntungan untuk jangka panjang.

Sebagaimana diketahui, persebaran cadangan dolomit terbanyak ada di provinsi Nusa Tenggara Timur dan Jawa Timur. Kemudian dilakukan analisa terhadap kedua lokasi provinsi tersebut sebagai pertimbangan penentuan lokasi pabrik. Beberapa

parameter yang digunakan dalam mempertimbangkan lokasi ini, antara lain adalah bahan baku, pasar, aksesibilitas dan fasilitas, serta utilitas.

Tabel II.4. Perbandingan lokasi berdasarkan parameter

No	Parameter	Indikator	NTT	Jawa Timur
1	Bahan Baku	Jumlah Bahan Baku	578.000 ribu ton	548.181 ribu ton
2	Pasar	Jarak lokasi pasar	Sebagian besar jauh	Dekat
		Kebutuhan pasar	<10 pabrik	> 50 pabrik
3	Aksesibilitas dan fasilitas	Jalur distribusi	Laut	Darat, Laut
4	Utilitas	Ketersediaan pasokan listrik	216,80 MW	6164,62 MW
		Ketersediaan pasokan air	Tersedia	Tersedia

Berdasarkan tabel II.4 tersebut, dapat diputuskan bahwa pabrik Magnesium Oksida ini akan dibangun di provinsi Jawa Timur, tepatnya di daerah Socah, Kabupaten Bangkalan, Madura. Pemilihan lokasi ini, juga mempertimbangkan ketersediaan dolomit yang terbanyak di Jawa Timur berada di Socah, Kabupaten Bangkalan, Madura. Selain itu, lokasi ini juga tidak terlalu jauh dari pasar, yang kebanyakan di daerah timur pulau Jawa.



Gambar II.1. Lokasi Pabrik Magnesium Oksida
(<https://maps.google.com/>)

II.3. Kualitas Bahan Baku dan Produk

II.3.1. Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Bahan Pembantu

II.3.1.1. Bahan Baku Utama (Dolomit)

Mineral dolomit merupakan variasi dari batu gamping (CaCO_3) dengan kandungan mineral karbonat > 50%. Istilah dolomit pertama kali digunakan untuk batuan 5 karbonat tertentu yang terdapat di daerah Tyrolean Alpina (Pettijohn,F.J,1956).


Dolomit dapat terbentuk baik secara primer maupun sekunder. Secara primer dolomit biasanya terbentuk bersamaan dengan proses mineralisasi yang umumnya berbentuk urat-urat. Secara sekunder, dolomit umumnya terjadi karena terjadi pelindihan (leaching) atau peresapan unsur magnesium dari air laut kedalam batugamping atau istilah ilmiahnya proses dolomitisasi. Proses dolomitisasi adalah proses perubahan mineral kalsit menjadi dolomit. Hal-hal yang mempengaruhi pembentukan dolomit yaitu tekanan air laut yang banyak mengandung unsur magnesium dalam jangka waktu yang relatif lama Dolomit berwarna putih keabu-abuan atau kebiru-biruan dengan kekerasan lebih lunak dari batu gamping, yaitu berkisar antara 3,50 - 4,00, bersifat pejal, berat jenis antara 2,80 - 2,90, berbutir halus hingga kasar dan mempunyai sifat mudah menyerap air serta mudah dihancurkan. Klasifikasi dolomit dalam perdagangan mineral

industri didasarkan atas kandungan unsur magnesium (Mg), kandungan mineral dolomit dan unsur kalsium (Ca). Kandungan unsur magnesium ini menentukan nama dolomit tersebut. Misalnya, batugamping mengandung $\pm 10\%$ $MgCO_3$ disebut batu gamping dolomitan, sedangkan bila mengandung 19% $MgCO_3$ disebut dolomit (Tabel II.5)

Tabel II.5. Pengklasifikasian dolomit berdasarkan kandungannya. (Pettijhon, 1956)

No.	Nama Batuan	Kadar dolomit (%)	Kadar MgO(%)
1	Batu Gamping	0-5	0,1-1,1
2	Batu gamping magnesium	5-10	1,1-2,2
3	Batu gamping dolomit	10-50	2,2 – 10,9
4	Dolomit berkalsium	50-90	10,9 – 19,7
5	Dolomit	90-100	19,7 – 21,8

Tabel II.6. Spesifikasi mineral dolomit (www.webmineral.com)

Mineral Dolomit	
	
Sifat Kimia	
Kategori	Mineral Karbonat
Rumus Molekul	$CaMg(CO_3)_2$
Berat molekul	184.40 g/mol
Specific gravity (Sg)	2.84-2.86
Kapasitas Kalor (Cp)	167,784 kJ/kmol (298-900 K)

Energi pembentukan	-2338,2 kJ/mol
Refractory	905 -1200°C
Suhu Leleh	1415 – 2800 °C
Sifat Fisik	
Densitas	2.87 – 2,9 Mg·m ⁻³
Warna	Putih, abu-abu sampai merah muda
Bentuk	Kristal tabular, permukaan menyerupai kurva dan columnar, dapat berupa stalaktit, berbutir, padat.
Sistem kristal	trigonal - rhombohedral, bar3
Belahan	Rhombohedral (3 planes)
Pecahan	Konkodial
Hancuran	Getas - <i>conchoidal</i>
Skala kekerasan Mohs	3.5 – 4
Kilap	Mutiara
Cerat	Putih
Sifat optic	Uniaxial (-)
Refractive index	$n_{\omega} = 1.679-1.681$ $n_{\epsilon} = 1.500$
Birefringence	$\delta = 0.179-0.181$
Kelarutan	Sukar larut dalam HCl encer
Sifat lain	Berwarna pink dibawah cahaya UV; triboluminescent.

II.3.1.2. Bahan Baku Pembantu

I.3.1.2.1 Bittern (Hasil Samping Pabrik Garam)

Air tua (bittern) merupakan air limbah yang diperoleh dari proses produksi garam rakyat. Bittern hasil produksi garam jumlahnya cukup melimpah dengan perbandingan jumlah garam yang diproduksi dengan bittern yang terbuang dalam satu musim adalah 1:3 (Sani, 2010). Dengan jumlah yang cukup melimpah, diperlukan teknologi untuk memanfaatkan bittern agar diperoleh

produk bernilai ekonomi dan dapat meningkatkan pendapatan petani garam. Bittern diperoleh dari sisa endapan garam NaCl hasil dari proses penguapan serta pencucian pada proses pemurnian garam.

Bittern merupakan air limbah dari proses produksi garam rakyat, jumlahnya cukup besar sehingga dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk yang bernilai ekonomi dan dapat meningkatkan pendapatan petani garam. Secara langsung bittern dimanfaatkan sebagai suplemen minuman (nigari), campuran air untuk berendam, pengawet ikan (Sembiring, 2011) dan koagulan limbah industry (Sutiyono, 2006). Secara tidak langsung bittern dimanfaatkan sebagai bahan baku seperti bahan baku pupuk majemuk (Sidik, 2013; Nadia dkk, 2015), bahan baku garam kalium (Ghosh et al., 2014), dan bahan baku pembuatan senyawa turunan magnesium seperti magnesium oksida (MgO), magnesium sulfat (MgSO₄) (dan magnesium hidroksida (Mg(OH)₂).

Tabel II.7. Spesifikasi Bittern (Perry,1984)

Bittern	
Sifat Kimia	
Specific gravity (Sg)	2,32
Kapasitas Kalor (Cp)	77,78 kJ/kmol (298-1173K)
Titik lebur	708 °C (pada tekanan 1 atm)
Titik didih	1412 °C (pada tekanan 1 atm)
Sifat lain	Larut dalam air dan alkohol, sukar terbakar
Sifat Fisik	
Bentuk	Cairan
Warna	Bening hingga keruh kekuningan
Bau	Tak berbau

Tabel II.8. Komposisi Senyawa dalam Bittern 29,5 Be
(Morton Salt Company, 2014)

No	Senyawa	Kadar (%) w/w
1	CaSO ₄	0,04
2	MgSO ₄	4,1
3	MgCl ₂	20,4
4	NaCl	11,5
5	H ₂ O	63,96

Sebagai gambaran luas tambak garam di Indonesia sekitar 28.556,07 ha (Pusat data, statistik, dan informasi KKP, 2015) dan setiap hektar tambak garam menghasilkan sekitar 320 liter bittern/hari (Saputro dkk., 2010), sehingga dalam sehari dapat dihasilkan sekitar 9,10 juta liter bittern. Dengan ketersediaan bittern yang sangat melimpah, maka sangat berpotensi untuk diolah lebih lanjut menjadi magnesium oksida.

I.3.1.2.2. Polyacrilamide (Koagulan)

Polyacrylamide adalah koagulan yang larut dalam air dan merupakan jenis polimer linear yang disintesis oleh radikal polimerisasi monomer Akrilamida (AM). Polyacrylamide mampu mempercepat proses flokulasi dan dapat mengurangi hambatan gesek antara cairan. Polyacrylamide (PAM) larut dalam pelarut nonpolar metanol, etanol, aseton, etil eter, hidrokarbon alifatik dan aromatik kecuali beberapa kutub pelarut organik seperti asam asetat, acrylic asam, asam chloroacetic, etilena glikol. *Urea* dan *formamide* yang mencair.

Tabel II.9. Spesifikasi *Polyacrylamide* (Carloth, 2017)

<i>Polyacrylamide</i>	
Sifat Kimia	
Molar mass	71,08 g/mol
Molecular formula	(C ₃ H ₅ NO) _n
Density	0,75 - 0,95 g/cm ³ at 25 °C
Cp	0.0229446 kkal/K

Sifat Fisik	
Bentuk	Kristal gel
Warna	Bening
Bau	Tak berbau

II.3.2. Deskripsi dan Sifat Produk (Magnesium Oksida)

Magnesium oksida memiliki karakter yang sangat unik, antara lain merupakan salah satu jenis bahan keramik yang mempunyai titik lebur yang tinggi, yaitu sekitar 3073 K sehingga bersifat tahan api, permukaan yang kuat, tahan air, kedap suara, anti rayap, tahan terhadap serangan jamur, lumut dan pembusukan. Magnesium oksida juga digunakan pada temperatur *refractory* yang tinggi, isolator listrik, pembungkus makanan, kosmetik, dan hal-hal yang berkenaan dengan bidang farmasi (Klabund, 2001).

Magnesium oksida atau magnesia dapat disintesis dari dolomit dan air laut (brine). Kadar magnesium oksida yang berasal dari bahan baku dolomit dapat dilakukan dengan berbagai cara misalnya ekstraksi dengan asam klorida atau proses hidrasi dan karbonisasi (Yustanti, 2004). Selain itu, magnesia dapat diproduksi melalui tahapan kalsinasi, dehidrasi dan karbonisasi (Yustanti, 2010). Sedangkan proses lainnya melalui *leach-precipitation pyrodrolysis proses*, yaitu diawali dengan leaching dolomit halus dengan HCl 22% wt untuk pembentukan ion kemudian dilakukan karbonisasi dengan CO₂ untuk menghilangkan Ca²⁺ dan melalui pyrohydrolysing sebagai proses akhir untuk membentuk MgO (Yildirim, 2010).

Selain dolomit, air laut juga menjadi sumber magnesium yang tidak terbatas yang lebih lanjut dapat diproses menjadi magnesium oksida. Proses Dow Chemical menggunakan dolomit dan brine atau air laut untuk memproduksi magnesia melalui dehidrasi, *purification*, kalsinasi, flokulasi, *settling and filtering* dan kiln calcination sebagai proses akhir (Wulandari dkk, 2010). Dalam kaitan meningkatkan nilai ekonomis dari dolomit, teknologi

tepat guna dengan biaya yang relatif rendah untuk pengolahan sangatlah diperlukan agar mineral dolomit dapat berperan dalam industri.

Tabel II.10. Spesifikasi magnesium oksida (Perry,1984)

Magnesium Oksida	
	
Nama IUPAC	Magnesium Oksida
Nama lain	Magnesia; Periklase
Rumus Kimia	MgO
Sifat Kimia	
Specific gravity (Sg)	3,65
Berat molekul	40.3044 g/mol
Kapasitas Kalor (Cp)	77,78 kJ/kmol (298-1173K)
Titik lebur	250 °C (pada tekanan 1 atm)
Titik didih	3600 °C (pada tekanan 1 atm)
<u>Entropi molar standar</u> (S^\ominus)	26.9 J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹
<u>Entalpi pembentukan standar</u> ($\Delta_f H^\ominus$)	-601.8 kJ·mol ⁻¹
Sifat Fisik	
Densitas	3.58 g/cm ³
Warna	Putih
Bau	Tak berbau
Ukuran	100-200 mesh

Berdasarkan Hall & Spencer (1973), spesifikasi atau karakteristik fisika dan kimi magnesia yang dibutuhkan untuk kebutuhan *refractory* adalah sebagai berikut :

- (i) Densitas tinggi ($3,35-3,60 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$)
- (ii) Kandungan boron rendah ($\text{B}_2\text{O}_3 < 0.05\%$)
- (iii) Kandungan CaO kurang dari limit kelarutan di MgO

Sedangkan menurut *United States Department of The Interior* dari *Bureau of Mines Report of Investigations* 1985, standar magnesia untuk *refractory brick* adalah sebagai berikut :

Tabel II.11. Properti standar magnesium oksida (*US Department of Interior, 1985*)

<i>Properties</i>	<i>Commercial Refractory Brick</i>	
	90% MgO	98% MgO
<i>Chemical Analysis</i>		
Magnesia (MgO)	89,1	96,5
Alumina (Al_2O_3)	0,38	0,12
Iron Oxide (Fe_2O_3)	1,83	0,19
Chromium Oxide (Cr_2O_3)	0,42	0,1
Silica (SiO_2)	7,41	1,45
Calcium Oxide (CaO)	0,87	1,61
<i>Physical Analysis</i>		
Bulk Density	172-178	175-181
Apparent porosity	18-21	17-20
Cold crushing strength	3000-5000	4000-6000
Modulus of rupture (room temperature)	1200-2000	1800-3000

II.3.2.1 Manfaat Produk

Magnesium oksida memiliki beberapa kegunaan. Berikut ini adalah kegunaan-kegunaan dari magnesium Oksida yang disajikan dalam tabel II.12.

Tabel II.12. Kegunaan Magnesium Oksida

No.	Bidang	Kegunaan
1.	Industri Semen	Sebagai bahan baku pembuatan Semen Portland pada proses kering
2.	Farmasi	magnesium oksida digunakan untuk meredakan mulas serta asam lambung, sebagai antasida, suplemen magnesium, serta sebagai pencahar jangka pendek. Hal ini juga digunakan untuk meningkatkan gejala pencernaan. Efek samping dari magnesium oksida dapat mencakup mual dan kram. Dalam jumlah yang cukup untuk mendapatkan efek pencahar, efek samping dari penggunaan jangka panjang meliputi enterolit menghasilkan gangguan pencernaan
3.	Kelistrikan	Karena memiliki sifat tahan panas, serbuk magnesium oksida isolator yang sangat baik. Ini digunakan sebagai komponen mineral kabel tembaga berlapis tembaga, suatu bentuk kabel industri yang digunakan untuk perlindungan sirkuit listrik sangat penting selama kebakaran, termasuk perangkat perlindungan kebakaran seperti alarm atau sistem kontrol asap.
4.	Perawatan Buku	MgO adalah desiccant yang relatif lemah, tetapi dapat menetralkan asam sulfur oksida yang terjadi karena oksidasi kertas Kraft, sehingga MgO digunakan oleh banyak perpustakaan untuk melestarikan buku

5.	Keramik	Penambahan MgO pada keramik dapat meningkatkan ketahanan fraktur dengan mengubah mekanisme pertumbuhan retak pada skala nano
6.	Material refraktori	Magnesia memiliki karekteristik tahan temperatur tinggi dan dapat mempertahankan sifat-sifatnya, sehingga magnesia digunakan sebagai material refraktori, contohnya <i>furnace</i> , <i>tundish</i> , <i>ladle</i> , dsb. Selain itu juga dapat digunakan sebagai <i>nozzle</i> , <i>spoud</i> , <i>sliding gate</i> .

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

Dalam mendirikan suatu pabrik, perlu dilakukan seleksi dari beberapa proses yang telah ada. Pemilihan proses dilakukan agar pabrik dapat beroperasi secara efisien dengan mempertimbangkan segala aspek yang ada, baik dari segi bahan baku, bahan penunjang, sistem utilitas, hingga biaya produksi. Ada beberapa proses pembuatan magnesium oksida, diantaranya adalah proses-proses pembuatan yang akan dijelaskan dibawah ini :

III.1. Macam Proses

Berdasarkan Paten US4370422 dan US3836627, magnesium oksida dapat di sintesis melalui beberapa metode berdasarkan dari bahan bakunya, yaitu sebagai berikut :

1. Produksi MgO dari dolomit melalui dehidrasi dan kalsinasi
2. Produksi MgO dari dolomit dan air laut melalui kalsinasi dan presipitasi

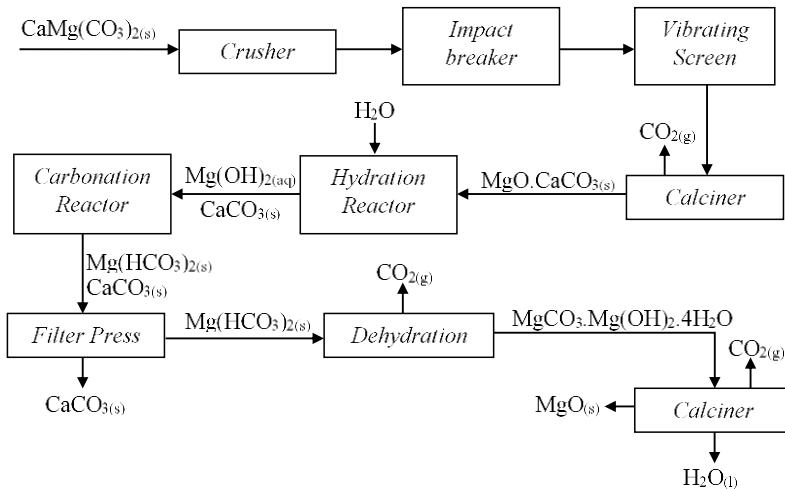
Dari kedua metode tersebut, perbedaan yang signifikan terletak pada bahan baku yang digunakan, dimana bisa digunakan dolomit atau dolomit dan air laut. Keduanya memiliki proses detail yang sangat berbeda, sehingga diperlukan kajian dan analisa pertimbangan lebih lanjut.

III.1.1. Kalsinasi dan Dehidrasi (Dolomit)

Dalam proses pembuatan MgO dari dolomit, terdapat dua proses utama yaitu proses dehidrasi dan kalsinasi. Bahan baku seutuhnya berasal dari mineral batuan, sehingga keberlanjutan produksi sangat bergantung pada ketersediaan bahan baku. Mineral dolomit yang diperoleh dari lokasi berupa batuan mineral yang terlebih dahulu harus melalui proses *size reduction*. Batuan mineral dolomite atau $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_{2(s)}$ dihancurkan dengan *crusher* dan *impact braker* untuk memperoleh ukuran yang sesuai. Kemudian melalui proses kalsinasi dengan suhu 750°C selama 1 jam yang selanjutnya dihidrasi dengan *hydration reactor* dengan

penambahan air dan pemanasan 80°C untuk pembentukan senyawa $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Selanjutnya magnesium hidroksida dikarbonasi dengan CO_2 untuk membentuk magnesit atau $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ untuk membentuk senyawa dengan *solubility* lebih tinggi dari pada air. Lalu, dipisahkan residu berupa CaCO_3 dan filtrate nya untuk kemudian filtrat dipanaskan pada suhu 100°C selama 2,5 jam untuk memperoleh kristal hydromagnesit (Yustanti, 2004).



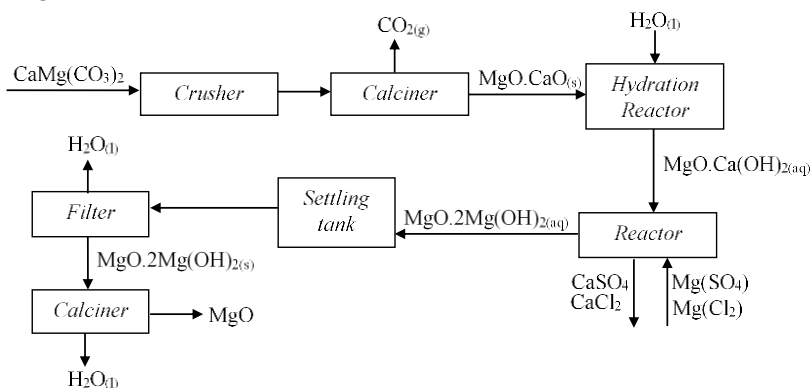
Gambar III.1. Proses Kalsinasi dan Dehidrasi dari Dolomit (Yustanti, 2004)

Lalu Kristal hydromagnesit kembali melalui pemanasan dengan *calciner* dengan suhu 600°C selama 1 jam untuk memperoleh magnesium oksida dan melepaskan CO_2 dan H_2O sebagai *byproduct* (Yustanti, 2004).

III.1.2. Dow Chemical Process (Dolomit dan Air Laut)

Air laut merupakan sumber senyawa garam mineral yang tidak terbatas, magnesium salah satunya. Oleh karena itu, pemanfaatan air laut atau limbah turunannya sangat berpotensi untuk diproses lebih lanjut untuk produksi MgO . Dalam prosesnya,

dolomit nantinya akan diproses dengan *brine, bittern* atau air laut. Dolomit yang telah melalui *size reduction*, terlebih dahulu melalui kalsinasi suhu tinggi yaitu 1350-1400°C untuk menghilangkan karbon dioksida dan menghasilkan MgO.CaO atau dolime. Kemudian, dihidrasi dengan penambahan H₂O sehingga terbentuk MgO.Ca(OH)₂, lalu direaksikan dengan air laut yang mengandung *magnesium salts* untuk menghasilkan endapan magnesium hidroksida atau Mg(OH)₂. Lalu diendapkan di settling tank dengan bantuan flocculant untuk mempercepat proses sedimentasi magnesium hidroksida.



Gambar III.2. *Dow Chemical Process* dari Dolomit dan Air Laut (Bhatti,1984)

Selanjutnya, dipisahkan antara slurry dan filtrat untuk kemudian dikalsinasi kembali dengan proses *multi-hearth Herreshoff furnace* suhu 400-900°C. *Dead burnt product* lalu diproses kembali dengan *rotary kiln* dengan suhu 1600°C. Waktu operasi ditentukan berdasarkan *surface area* MgO. Kadar MgO yang diperoleh berkisar 95-98% (Bhatti,1984).

III.2. Pemilihan Proses

Tabel III.1 Seleksi Proses Pembuatan MgO (Magnesium Oksida)

Proses	Uraian	
	Kalsinasi-Dehidrasi (Dolomit)	<i>Based on Dow Chemical Process (Dolomit dan Bittern)</i>
1. Kondisi Operasi Pemanasan - Intensitas - Temperatur ; waktu - Tekanan	4 proses 750°C ; 1jam 80°C ; 1 jam 100°C ; 2,5 jam 600°C ; 1 jam 1 atm – 1,5 atm	3 proses 1350-1400°C ; 1 jam 400-900°C ; 1 jam 1600°C ; 1 jam 1 atm
2. Energi yang dibutuhkan untuk kalsinasi	Tinggi	Tinggi
3. Biaya lebih yang harus dikeluarkan	Biaya utilitas dan bahan kimia	Biaya utilitas
4. <i>Fixed Capital Investment</i>	Sedang	Tinggi
5. Proses	Proses cukup membutuhkan waktu lebih lama untuk <i>dehydration</i>	Proses berlangsung cukup singkat
6. Limbah	Lebih banyak menghasilkan karbondioksida	Tidak Berbahaya
7. Kandungan MgO	~91%	~98%

8. <i>Surface Area</i>	Rendah – sedang	Tinggi
9. Bahan Baku	Dolomit yang merupakan eksploitasi batuan mineral	Dolomit yang merupakan hasil eksploitasi batuan dan bittern pemanfaatan limbah/hasil samping industri garam

(Bhatti,1984; Yustanti, 2004)

Dari perbandingan proses di atas, maka dipilih proses *Dow Chemical Proses* yang menggunakan dolomit dan bittern (limbah/hasil samping industri garam) sebagai bahan baku. Hal tersebut di dasarkan pada karakteristik produk dalam hal *surface area* dan kadar MgO pada proses *Dow* lebih tinggi dibandingkan proses kalsinasi-dehidrasi. Selain itu, bahan baku yang merupakan limbah dan air yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi serta limbah yang lebih ramah lingkungan.

III.3. Uraian Proses

III.3.1. Proses *Pre-treatment Bittern*

Bittern atau *byproduct* industri garam, terlebih dahulu ditampung di storage F-131. Kemudian, untuk memastikan tidak adanya solid atau kotoran, bittern terlebih dahulu difiltrasi dengan filter H-130. Filtrat ditampung di F-132 sedangkan residu ditampung di F-133. Bittern dalam F-132 selanjutnya siap digunakan dalam proses pembuatan Magnesium Oksida.

III.3.2. Proses *Size Reduction Dolomit*

Batuan mineral *dolomite* diperoleh dari daerah Madura, Jawa Timur melalui eksploitasi secara fisika. Kemudian, bongkahan besar yang diangkut dengan truk, disimpan dalam

Gudang X-111. Ketika akan digunakan, dolomit diumpankan melalui *belt conveyor* J-112 menuju ke *horizontal impact crusher* C-110 untuk menghancurkan batuan menjadi ukuran lebih kecil. Pemilihan *horizontal impact crusher* berdasarkan spesifikasi bahan baku yang digunakan. Dolomit memiliki kekerasan 3,5-4 mohs dimana masih tergolong tingkat kekerasan sedang. Untuk batuan >5 mohs, bisa menggunakan *jaw crusher* atau *gyratory crusher*, namun dalam hal ini HIC dipilih karena selain cocok untuk dolomit, juga karena rasio reduksi nya yang sangat tinggi.

Size reduction tidak cukup hingga proses *crushing* saja. Melainkan, diperlukan proses *grinding*. Target ukuran dolomit untuk diproses adalah diameter 1 mm. oleh karena itu, untuk memperkecil ukuran, dolomit diumpankan kembali ke *ball mill* C-120. Melalui *belt conveyor* J-122, dolomit diseleksi ukurannya dengan *vibrating screen* H-122. Dimana, dolomit yang tidak lolos akan kembali diumpankan ke C-120. Selanjutnya, dolomit halus ditampung di silo F-124 untuk siap diproses.

III.3.3. Proses Activation dengan Kalsinasi

Aktivasi dilakukan dengan dekomposisi *dolomite* di *rotary kiln* B-210 pada suhu 1350-1400°C selama 1 jam dengan tekanan atmosferik. Karena dolomit yang keluar pada suhu yang sangat tinggi, maka diperlukan *rotary cooler* E-220 untuk menurunkan suhu dolomit. Pada dasarnya, terdapat 2 tipe kalsinasi magnesia yaitu kalsinasi magnesia suhu rendah (350-450°C) dan *dead-burnt magnesia* dengan suhu kalsinasi tinggi (>1300°C). Suhu dan laju kalsinasi serta impuriti bahan baku sangat mempengaruhi properti magnesia yang akan dihasilkan. Untuk menghasikan properti spesifik untuk *refractory magnesia* yang memiliki kemurnian tinggi dan karakteristik unggul, diperlukan metode *dead-burnt magnesia*. Karakteristik yang menjadi standar *refractory magnesia* adalah sebagai berikut :

- (i) Densitas tinggi (3,35-3,4 x 10³ kg/m³)
- (ii) Kadar boron rendah (B₂O₃ <0,05%)

- (iii) Kandungan CaO kurang dari batas *solubility* di MgO

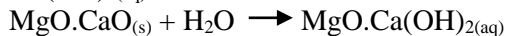
Reaksi yang terjadi di dalam *rotary kiln* adalah :



Terjadi pelepasan gas karbondioksida dan terbentuklah dolime. Setelah terjadi reaksi dekomposisi, kemudian dolime diumpankan ke E-230 untuk diturunkan suhunya dari 1350°C menjadi 150°C dengan sistem *rotary cooler*. Kemudian, dolime disimpan di silo F-224. Hasil produk karbonisasi berupa solid, siap untuk diumpankan ke reaktor hidrasi R-230 untuk mengalami reaksi dengan air proses.

III.3.4. Proses *Hydration*

Proses hidrasi terjadi di reaktor hidrasi berpengaduk R-230. Dolime kemudian di tambahkan dengan air untuk membentuk slurry $\text{MgO} \cdot \text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)}$.

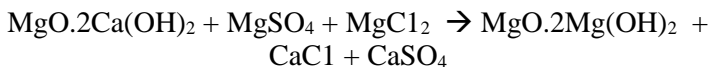


Proses ini membentuk senyawa Magnesium Oksida dan Kalsium Hidroksida dalam bentuk *slurry*. Proses berlangsung berkisar 1,5 jam. Proses ini dijaga pada suhu 85°C dengan bantuan steam, untuk pembentukan senyawa $\text{MgO} \cdot \text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)}$. *Slurry* hasil reaksi kemudian diumpankan ke reaktor selanjutnya yaitu R-240.

III.3.5. Proses Reaksi Dolomit dan Bittern

Slurry diumpakan ke reactor R-240 untuk kemudian direaksikan dengan bittern. Sebelum di umpankan ke R-240, bittern terlebih dahulu di *pre-treatment* dengan difiltrasi terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran atau impuritis yang kemungkinan masih ada kemudian dipanaskan hingga 85°C dengan bantuan E-135 yaitu *heat exchanger* tipe *shell and tube*.

Bittern mengandung kadar magnesium yang tinggi karna mineral ini tidak ikut mengkristal pada proses produksi garami. Pemanasan bittern berfungsi untuk meningkatkan laju reaksi pembentukan magnesium hidroksida. Reaktor dijaga agar tidak melebihi 90°C Reaksi yang terjadi adalah :



Sebagian MgO telah terbentuk pada proses hidrasi. Hal ini disebabkan, ketika proses aktivasi pada suhu tinggi, telah terbentuk lapisan *dead-burnt* yang mengelilingi MgO dan memiliki sifat inert. Sehingga, MgO yang telah terbentuk akan tetap dan tidak berubah yang nantinya akan ikut terendapkan ketika proses *settling*.

III.3.6. Proses *Settling and Filtration*

Slurry kemudian dipompakan dengan pompa L-241 ke tangki berpengaduk F-311, tangki dilengkapi jaket pendingin untuk menurunkan suhu untuk meningkatkan efektivitas *settling* atau pengendapan. Dalam tangki ini ditambahkan *organic flocculants polyacrylamide* yang efektif meningkatkan laju pengendapan sekalipun pada konsentrasi magnesium hidroksida yang rendah ke F-311. Kemudian, larutan dialirkan ke *thickener* H-310 untuk mengalami pengendapan. *Sludge* yang mengendap secara berkala akan di pompa menuju filter dan larutan akan *overflow*.

Magnesium Hidroksida akan mengendap secara perlahan sesuai dengan tingkat kelarutan. Berikut merupakan tingkat kelarutan senyawa hasil reaksi dalam air pada suhu 20°C :

CaCl ₂	: 745 g/L
CaSO ₄	: 2,1 g/L
Mg(OH) ₂	: 0,0064 g/L
CaOH	: 1,73 g/L

Setelah melalui pengendapan, *slurry* yang diumpankan ke *rotary vacuum filter* H-320. *Filter cake* yang mengandung 50% solid, kemudian diumpankan ke *rotary kiln B-330*.

III.3.7. Proses *Final Decomposition*

Pasta dari *rotary vacuum filter* diumpankan ke *rotary kiln* B-320 perlahan-lahan dialirkan disepanjang sampai *light calcined*

magnesia dikeluarkan dari bawah. Untuk menghasilkan magnesium oksida dengan kemurnian tinggi, kepadatan tinggi dan ukuran butir besar, diperlukan profil temperatur yang dikontrol secara hati-hati. Proses terakhir sebelum pengemasan adalah kalsinasi untuk membentuk *dead-burnt product* dengan rotary kiln. Suhu pemanasan yang digunakan adalah 1600°C dengan waktu tinggal selama 1 jam untuk menghasilkan *refractory grade magnesia*.

Fungsi dari kalsinasi ini adalah untuk menghilangkan air, menghilangkan zat-zat volatil, dan pembentukan oksida. Gas buang membawa beberapa oksida (20%) sebagai debu yang diambil dari *furnace* dan ditangkap oleh unit *bag filter*. Sehingga memungkinkan udara buangan bersih dan residu oksida kembali di *recycle* ke kiln. Dari rotary kiln, kemudian diumpankan ke *rotary cooler* E-340 untuk menurunkan suhu solid.

III.3.8. Proses Screening

Magnesium Oksida yang telah terbentuk, diumpankan ke *ball mill* C-410 untuk membentuk ukuran yang seragam, kemudian diseleksi ukurannya dengan *particle screener* H-411. Ukuran magnesium oksida yang diharapkan maksimum 200 mesh. Partikel yang lolos akan ditampung di F-415 sedangkan partikel yang tidak memenuhi spesifikasi ukuran diumpankan kembali ke C-410 dengan *pneumatic conveyor* J-412. Magnesium oksida di dalam silo akan siap dipacking di *packaging unit*.

III.3.9. Proses Packaging

Setelah melalui tahap screening, dan dipilah sesuai dengan ukuran yang diinginkan yaitu 200 mesh, Magnesium oksida *dead burnt* siap untuk di packaging dengan metode vakum dan dikemas dengan ukuran 100kg.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI

IV.1. Neraca Massa

Basis :

$$\begin{aligned} 1 \text{ tahun} &= 330 \text{ hari kerja} \\ 1 \text{ hari} &= 24 \text{ jam operasi} \\ \text{Kapasitas poduks} &= 100.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 303.030 \text{ kg/hari} \\ &= 12.626,26 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Yield bahan baku menjadi Magnesium (= 38,15%

$$0,3815 = \frac{\text{Produk}}{\text{Bahan baku}}$$

$$0,3815 = \frac{12626,26 \text{ kg}}{\text{Bahan baku}}$$

Bahan baku = 33097,05 kg

$$\begin{aligned} \text{Maka, Dolomit yang dibutuhkan untuk bahan} &= 33097,05 \text{ kg/jam} \\ &= 794329,12 \text{ kg/hari} \\ &= 262128,61 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Asumsi : Dolomit sudah bersih dari pengotor dan mengandung
CaMg(CO₃)₂ murni

Fraksi Dolomit % massa = 99 %

Tabel IV.1. Fraksi dolomit
(Hurlbut dkk,1977)

Komponen	Fraksi	Massa (kg)
CaMg(CO ₃) ₂	0,994	32885,225
Al ₂ O ₃	0,002	49,65
SiO ₂	0,002	56,26
H ₂ O	0,003	105,91
TOTAL	1	33097,05

1 GUDANG DOLOMIT (X-111)

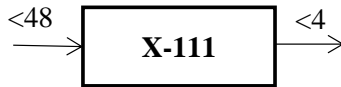
Fungsi : Menyimpan persediaan dolomit sebelum ke proses
crushing

Kondisi operasi

Suhu operasi : 30 °C

Tekanan opera: 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.1. Neraca Massa di Dolomit storage (X-111)

Aliran <48> : Dolomit masuk gudang

Aliran <49> : Dolomit keluar gudang dolomit menuju proses crushing

Tabel IV.2. Neraca Massa di Dolomit storage (X-111)

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	Aliran <48>		Aliran <49>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,994	32885,23	0,994	32885,23
Al ₂ O ₃	0,002	49,65	0,002	49,65
SiO ₂	0,002	56,26	0,002	56,26
H ₂ O	0,003	105,91	0,003	105,91
TOTAL	1,000	33097,047	1,000	33097,047

2 RAW DOLOMITE IMPACT CRUSHER (C-110)

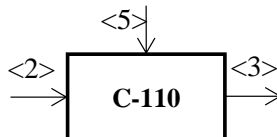
Fungsi untuk mengecilkan ukuran dolomit

Kondisi operasi

Suhu operasi : 30 °C

Tekanan opera: 1 atm

Waktu operasi : kontinyu



Gambar IV.2. Neraca Massa Impact Crusher (C-110)

Aliran <2> : dolomit dari gudang dolomit

Aliran <5> : dolomit yang di masukkan kembali karena belum memenuhi ukuran

Aliran <3> : dolomit yang sudah berukuran kecil

Asumsi : efisiensi *impact crusher* dalam menghaluskan dolomit adalah = 95% (Masaba, 2017)

Sehingga, 95% dari dolomit yang masuk ukurannya berhasil dikecilkan menjadi 10 mm dan sisanya (5% dari dolomit yang masuk) diumpankan kembali ke *impact crusher*

Tabel IV.3. Neraca Massa Impact Crusher (C-110)

Komponen	Masuk (kg)				Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<2>		<5>		<3>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,994	32885	0,994	1644	0,994	34529
Al ₂ O ₃	0,002	49,6	0,002	2,48	0,002	52,13
SiO ₂	0,002	56,3	0,002	2,81	0,002	59,08
H ₂ O	0,003	105,9	0,003	5,30	0,003	111,21
Total	1,000	33097	1,000	1654,85	1,000	34752
TOTAL	34751,9				34751,9	

3 SCREEN FILTER (H-115)

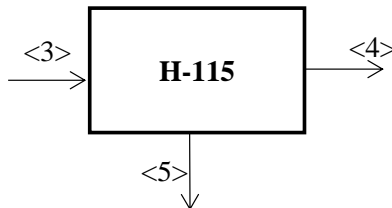
Fungsi : Sebagai alat pemisah butiran dolomit yang sudah di-*crushing*

Kondisi operasi

Suhu operasi : 30 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.3. Neraca Massa di Screen Filter (H-116)

- Aliran <3> : Dolomit yang sudah di-*crushing* dari *impact crusher*
 Aliran <5> : Dolomit yang diumpkan kembali ke *impact crusher* karena belum memenuhi ukuran
 Aliran <4> : Dolomit yang sudah memenuhi ukuran, menuju *dolomite ball mill*

Tabel IV.4. Neraca Massa Screen Filter (H-116)

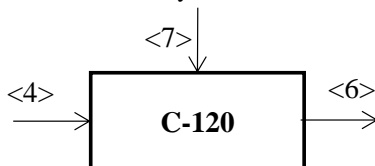
Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)			
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<3>		<5>		<4>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,994	34529	0,994	1644	0,994	32885
Al ₂ O ₃	0,002	52,1	0,002	2,5	0,002	49,65
SiO ₂	0,002	59,1	0,002	2,8	0,002	56,26
H ₂ O	0,003	111,2	0,003	5,3	0,003	105,91
Total	1,000	34752	1,000	1655	1,000	33097
TOTAL	34751,9		34751,9			

4 DOLOMITE BALL MILL (C-120)

Fungsi alat untuk menghancurkan dan menghaluskan dolomit

Kondisi operasi

- Suhu operasi : 30 °C
 Tekanan operasi : 1 atm
 Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.4. Neraca Massa di Ball Mill (C-120)

- Aliran <4> : Dolomit yang sudah halus dan memenuhi ukuran dari *screen filter*
 Aliran <7> : Dolomit yang diumpkan kembali ke ball mill karena belum memenuhi ukuran 1 mm

Aliran <6> : Dolomit yang sudah halus menuju *screen filter*

Asumsi : efisiensi *ball mill* dalam menghaluskan dolomit = 80%
(Bond, 1952)

Sehingga, 80% dari dolomit yang masuk ukurannya berhasil dikecilkan menjadi 1 mm, dan sisanya (80% dari dolomit yang masuk) diumpungkan kembali ke *ball mill*

Tabel IV.5. Neraca Massa Ball Mill (C-120)

Komponen	Masuk (kg)				Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<4>		<7>		<6>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,994	32885	0,994	6534,95	0,994	39420,2
Al ₂ O ₃	0,002	49,65	0,002	9,87	0,002	59,51
SiO ₂	0,002	56,26	0,002	11,18	0,002	67,45
H ₂ O	0,003	106	0,003	21,05	0,003	126,96
Total	1,000	33097	1,000	6577,05	1,000	39674,1
TOTAL	39674,092				39674,092	

5 SCREEN FILTER (H-124)

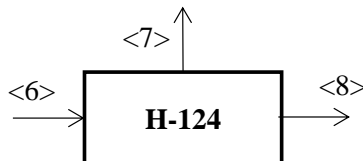
Fungsi : Sebagai alat pemisah butiran dolomit yang sudah dihaluskan

Kondisi operasi

Suhu operasi : 30 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.5. Neraca Massa di Screen Filter (H-124)

Aliran <6> : dolomit halus dari *ball mill*

Aliran <7> : dolomit halus yang belum memenuhi ukuran,

diumpankan kembali ke ball mill

Aliran <8> : dolomit yang sudah memenuhi ukuran menuju silo

Tabel IV.6. Neraca Massa Screen Filter (H-124)

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)			
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<6>		<7>		<8>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,994	39420	0,994	6535	0,994	32885,23
Al ₂ O ₃	0,002	59,51	0,002	9,87	0,002	49,65
SiO ₂	0,002	67,45	0,002	11,18	0,002	56,26
H ₂ O	0,003	127	0,003	21,05	0,003	105,91
Total	1,000	39674	1,000	6577	1,000	33097,05
TOTAL	39674,092		39674,092			

6 SILO DOLOMIT (F-126)

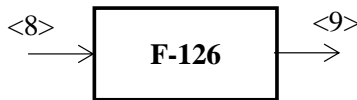
Fungsi : Sebagai alat penampung dolomit dari *screen filter*

Kondisi operasi

Suhu operasi : 30 °C

Tekanan opera: 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.6. Neraca Massa di Tangki Penampung/Silo (F-126)

Aliran <8> : dolomit halus dari fibrating screen

Aliran <9> : dolomit halus masuk ke rotary kiln

Tabel IV.7. Neraca Massa di Tangki Penampung/Silo (F-126)

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	Aliran <8>		Aliran <9>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,994	32885,23	0,994	32885,23
Al ₂ O ₃	0,002	49,65	0,002	49,65

SiO ₂	0,002	56,26	0,002	56,26
H ₂ O	0,003	105,91	0,003	105,91
TOTAL	1,000	33097,0	1,000	33097,0

7 ROTARY KILN (B-210)

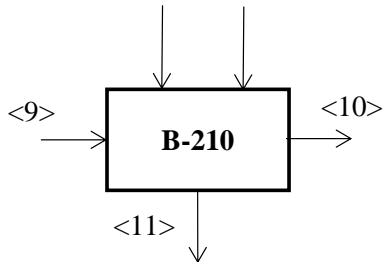
Fungsi : Untuk dekomposisi dolomit

Kondisi operasi

Suhu operasi : 1350 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : 1 jam



Gambar IV.7. Neraca Massa di Rotary Kiln (B-210)

Aliran <9> : dolomit halus dari silo

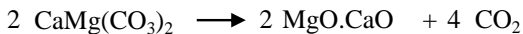
Aliran <10> : MgO.CaO hasil kalsinasi keluar rotary kiln

Aliran <11> : udara panas keluar dari kiln menuju *cyclone*

Aliran <52> : serbuk *coal*

Aliran <56> : aliran udara dari *blower*

1. Reaksi Utama



Konversi reaksi = 94,4% (Valverde dkk, 2015)

2. Reaksi Pembakaran Coal

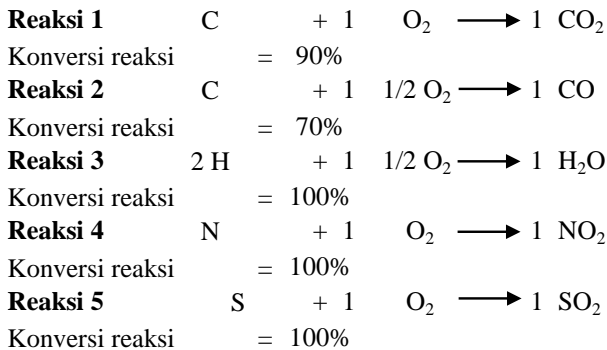
kalor yang dibutuhkan = **2,5E+07 kkal** (Data Neraca Panas)

HHV Coal = 7189,29 kJ/kg (Smith, 2015)

$$\text{Massa Coal} = \frac{\text{kalor}}{\text{HHV}} = \frac{3\text{E}+07}{7189} = 3491 \text{ kg}$$

Tabel IV.8. Komposisi Coal

Elemen	Fraksi	Massa (kg)
C	0,923	3222,236
H	0,011	38,057
O	0,024	82,048
N	0,004	12,220
S	0,039	136,864
TOTAL	1,0000	3491,43



(Valverde dkk, 2015)

Tabel IV.9. Neraca Massa Coal

Komponen	Masuk (kg)				Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<52>		<56>		<11>	
C	0,923	3222	0,000	0,00	0,002	96,67
H	0,011	38,06	0,000	0,00	0,000	0,00
O	0,024	82,05	0,000	0,00	0,002	82,05
N	0,004	12,22	0,000	0,00	0,000	0,00
S	0,039	136,9	0,000	0,00	0,000	0,00
CO ₂	0,000	0,00	0,000	0,00	0,254	10633
CO	0,000	0,00	0,000	0,00	0,013	526,30
NO ₂	0,000	0,00	0,000	0,00	0,001	40,15
SO ₂	0,000	0,00	0,000	0,00	0,007	273,73

H ₂ O	0,000	0,00	0,000	0,00	0,008	342,51
O ₂	0,000	0,00	0,233	8950,90	0,011	447,55
N ₂	0,000	0,00	0,767	29463,38	0,703	29463,38
Total	1,00	3491	1,000	38414,28	1,00	41905,71
TOTAL	41906			41906		

Tabel IV.10. Neraca Massa Masuk di Rotary Kiln (B-210)

Komponen	Masuk (kg)					
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<9>		<52>		<56>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,994	32885	0,000	0,00	0,000	0,00
Al ₂ O ₃	0,002	49,65	0,000	0,00	0,000	0,00
SiO ₂	0,002	56,26	0,000	0,00	0,000	0,00
H ₂ O	0,003	105,9	0,000	0,00	0,000	0,00
MgO.CaO	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
CO ₂	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
Coal	0,000	0,00	1,000	3222	0,000	0,00
Udara	0,000	0,00	0,000	0,00	1,000	38414
Total	1,000	33097	1,000	3222	1,000	38414
TOTAL	74734					

Tabel IV.11. Neraca Massa Keluar di Rotary Kiln (B-210)

Komponen	Keluar (kg)			
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	Aliran <10>		Aliran <11>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,1013	1841,57	0,0000	0,00
Al ₂ O ₃	0,0027	49,65	0,0000	0,00
SiO ₂	0,0031	56,26	0,0000	0,00
H ₂ O	0,0000	0,00	0,0019	105,91
MgO.CaO	0,8928	16225,83	0,0000	0,00
CO ₂	0,0000	0,00	0,4500	25451,34
CO	0,0000	0,00	0,0093	526,30
Coal	0,0000	0,00	0,0053	96,67

Udara	0,0000	0,00	1,6717	30380,18
Total	1,0000	18173,31	2,1382	56560,39
TOTAL	74734			

8 ROTARY COOLER (E-220)

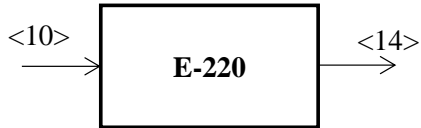
Fungsi Untuk menurunkan suhu dolime ($MgO.CaO$) dari $1350\text{ }^{\circ}C$ menjadi $8\text{ }^{\circ}C$

Kondisi operasi

Suhu operasi : $80\text{ }^{\circ}C$

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.8. Neraca Massa di Rotary Cooler (E-220)

Aliran <10> : Dolime yang masuk ke dalam *rotary cooler*

Aliran <14> : Dolime yang sudah didinginkan

Tabel IV.12. Neraca Massa di Rotary Cooler (E-220)

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	Aliran <10>		Aliran <14>	
$CaMg(CO_3)_2$	0,1013	1841,573	0,1013	1841,573
Al_2O_3	0,0027	49,6456	0,0027	49,646
SiO_2	0,0031	56,2650	0,0031	56,265
H_2O	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
$MgO.CaO$	0,8928	16225,83	0,8928	16225,83
Total	1,0000	18173,31	1,000	18173,31
TOTAL	18173,314		18173,314	

9 TANGKI PEYIMPANAN DOLIME (F-223)

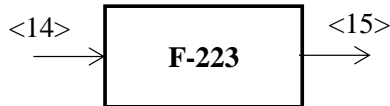
Fungsi sebagai tempat menyimpan dolime hasil kalsinasi

Kondisi operasi

Suhu operasi : 80 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.9. Neraca Massa di Tangki Penyimpanan (F-223)

Aliran <14> : Dolime dari *rotary cooler* siap disimpan di F-223

Aliran <15> : Dolime siap digunakan untuk proses hidrasi

Tabel IV.13. Neraca Massa di Tangki Penyimpanan (F-223)

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	Aliran <14>		Aliran <15>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,1013	1841,573	0,101	1841,573
Al ₂ O ₃	0,0027	49,6456	0,003	49,646
SiO ₂	0,0031	56,2650	0,003	56,265
H ₂ O	0,0000	0,0000	0,000	0,000
MgO.CaO	0,8928	16225,83	0,893	16225,83
Total	1,0000	18173,31	1,000	18173,31
TOTAL		18173,314		18173,314

10 HIDRATION REACTOR (R-230)

Fungsi : Untuk mereaksikan dolime dengan H₂O

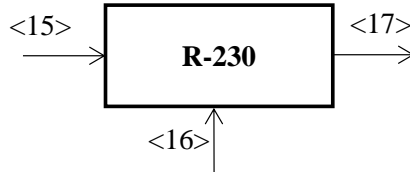
(Reaksi hidrasi)

Kondisi operasi

Suhu operasi : 85 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



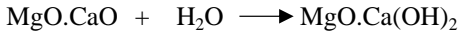
Gambar IV.10. Neraca Massa di Reaktor R-230

Aliran <15> : aliran dari silo/tangki penampungan F-126

Aliran <16> : aliran air dari water proses

Aliran <17> : aliran keluar menuju reaktor R-240

Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Dengan konversi reaksi adalah 98%

(Valverde , 2015)

Tabel IV.14. Neraca Massa Reaktor R-230

Komponen	Masuk (kg)				Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<15>		<16>		<17>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,101	1842	0,000	0,00	0,087	1841,57
Al ₂ O ₃	0,003	49,65	0,000	0,00	0,002	49,65
SiO ₂	0,003	56,26	0,000	0,00	0,003	56,26
H ₂ O	0,000	0,00	1,000	2970	0,000	0,00
MgO.CaO	0,893	16226	0,000	0,00	0,015	324,52
MgO.Ca(OH) ₂	0,000	0,00	0,000	0,00	0,893	18870,9
Total	1,00	18173	1,00	2970	1,00	21142,9
TOTAL	21143				21143	

11 REAKTOR BERPENGADUK (R-240)

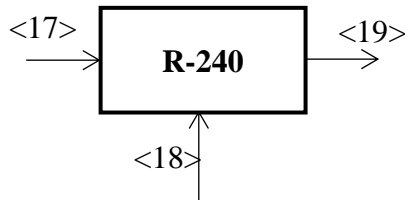
Fungs Mereaksikan feed dari R-230 dengan bittern

Kondisi operasi

Suhu operasi : 80 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.11. Neraca Massa di Reaktor R-240

Aliran <17> : Hasil reaksi dari R-230

Aliran <18> : Aliran bittern dari E-135

Aliran <19> : Hasil reaksi umpan dan bittern dari R-240

Tabel IV.15. Kandungan Bittern

No	Senyawa	BM	Kadar (%) w/w	% mol	Massa (kg)
1	CaSO ₄	136	0,04%	0,01%	95,94
2	MgSO ₄	120	4,10%	0,85%	9833,67
3	MgCl ₂	95,2	20,40%	5,36%	48928,50
4	NaCl	58,4	11,50%	4,92%	27582,24
5	H ₂ O	18	63,96%	88,86%	153405,3

Rekasi yang terjadi sebagai berikut :

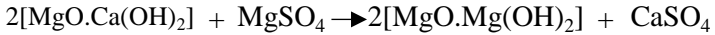
Konversi reaksi 98% untuk reaksi keseluruhan dimana dikonversi kalsium klorida dan sisanya menjadi kalsium sulfat

(Valverde 2015)

Reaksi



Reaksi



Tabel IV.16. Neraca Massa Reaktor R-240

Komponen	Masuk (kg)				Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<17>		<18>		<19>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,087	1842	0,000	0,00	0,007	1842
Al ₂ O ₃	0,002	49,65	0,000	0,00	0,000	49,646
SiO ₂	0,003	56,26	0,000	0,00	0,000	56,265
H ₂ O	0,000	0,000	0,640	151798	0,587	151798
MgO.CaO	0,015	324,5	0,000	0,00	0,001	324,52
MgO.Ca(OH) ₂	0,893	18871	0,000	0,00	0,001	377,42
MgO.Mg(OH) ₂	0,000	0,000	0,000	0,00	0,062	15943
MgSO ₄	0,000	0,000	0,041	9731	0,000	0,00
MgCl ₂	0,000	0,000	0,204	48416	0,158	40719
NaCl	0,000	0,000	0,115	27293	0,106	27293
CaSO ₄	0,000	0,000	0,000	95	0,043	11101
CaCl ₂	0,000	0,000	0,000	0	0,035	8972
Total	1,00	21143	1,00	237333	1,00	258476
TOTAL	258475,59				258475,59	

12 TANK WITH AGITATOR (F-311)

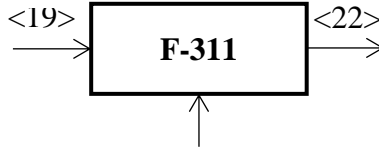
Fungsi : dengan koagulan *polyacrilamide* untuk selanjutnya didapatkan di *settling tank*

Kondisi operasi

Suhu operasi : 28 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.12. Neraca Massa di Tank with Agitator F-311

Aliran <19> : Umpan dari R-240

Aliran <21> : *polyacrilamide* sebagai agen koagulan

Aliran <22> : umpan yang akan diendapkan di settling tank H-310

Tabel IV.17. Neraca Massa Tangki Berpengaduk F-311

Komponen	Masuk (kg)				Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<19>		<21>		<22>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,007	1842	0,000	0,00	0,007	1842
Al ₂ O ₃	0,000	49,65	0,000	0,00	0,000	49,65
SiO ₂	0,000	56,26	0,000	0,00	0,000	56,26
H ₂ O	0,587	151798	0,000	0,00	0,587	151798
MgO.CaO	0,001	324,5	0,000	0,00	0,001	324,52
MgO.Ca(OH) ₂	0,001	377,4	0,000	0,00	0,001	377,42
MgO.Mg(OH) ₂	0,062	15943	0,000	0,00	0,062	15943
MgSO ₄	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
MgCl ₂	0,158	40719	0,000	0,00	0,158	40719
NaCl	0,106	27293	0,000	0,00	0,106	27293
CaSO ₄	0,043	11101	0,000	0,00	0,043	11101
CaCl ₂	0,035	8972	0,000	0,00	0,035	8972

PAM	0,000	0,00	1,000	2,58	0,000	2,58
Total	1,00	258476	1,00	2,58	1,00	258478
TOTAL	258478,17			258478,17		

13 THICKENER (H-310)

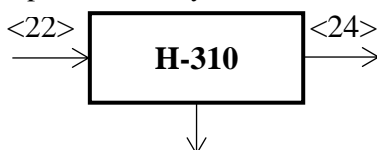
Fungsi : Sebagai tempat pengendapan atau *settling* magnesium hidroksida yang telah ditreatment dengan PAM

Kondisi operasi

Suhu operasi : 28 °C

Tekanan ope : 1 atm

Waktu opera : Kontinyu



Gambar IV.13. Neraca Massa di Thickener H-311

Aliran <22> : Umpan dari F-311

Aliran <23> : Slurry hasil pengendapan

Aliran <24> : overflow larutan

Material terlarut diasumsikan larut sepenuhnya di air, sehingga ketika 70% air overflow, maka senyawa terlarut yang keluar dalam stream 23 adalah 30% dari stream 22

Tabel IV.18. Neraca Massa Thickener H-311

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)			
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<22>		<23>		<24>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,01	1842	0,000	0,00	0,011	1842
Al ₂ O ₃	0,00	50	0,000	15,1	0,000	34,59

SiO ₂	0,00	56	0,000	17,1	0,000	39,21
H ₂ O	0,59	151798	0,520	46022	0,622	105776
MgO.CaO	0,00	325	0,000	0,00	0,002	324,52
MgO.Ca(OH) ₂	0,00	377	0,000	0,00	0,002	377,42
MgO.Mg(OH) ₂	0,06	15943	0,178	15790	0,001	153,43
MgSO ₄	0,00	0,0	0,000	0,00	0,000	0,00
MgCl ₂	0,16	40719	0,139	12345	0,167	28374
NaCl	0,11	27293	0,093	8275	0,112	19019
CaSO ₄	0,04	11101	0,038	3365	0,046	7735
CaCl ₂	0,03	8972	0,031	2720	0,037	6252
PAM	0,00	2,6	0,000	2,6	0,000	0,0
Total	1,00	258478	1,00	88551	1,000	169927
TOTAL	258478,17			258478,17		

14 ROTARY VACUUM FILTER (H-320)

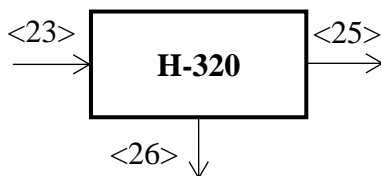
Fungsi : Sebagai tempat separasi solid dan liquid, untuk memperoleh MgO.Mg(OH)₂ yang telah diendapkan di H-310

Kondisi operasi

Suhu operasi : 28 °C

Tekanan operasi : 0 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.14. Neraca Massa di Rotary Vacuum Filter H-320

Aliran <23> : Umpan dari H-310 hasil pengendapan

Aliran <25> : sisa air dan larutan

Aliran <26> : hasil cake padatan yang tersisa

Diasumsikan material terlarut dan air secara optimum dipisahkan dari solid overflow, maka senyawa yang keluar dalam stream 23 juga 50% dari aliran 22

Tabel IV.19. Neraca Massa Rotary Vacuum Filter H-320

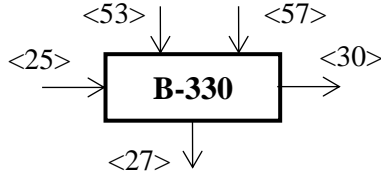
Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)			
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<23>		<25>		<26>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
Al ₂ O ₃	0,00	14,89	0,000	0,07	0,00021	14,82
SiO ₂	0,00	16,88	0,000	0,08	0,00023	16,80
H ₂ O	0,52	45539	0,005	78,1	0,633	45461
MgO.CaO	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
MgO.Ca(OH)	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
MgO.Mg(OH)	0,18	15624	0,987	15624	0,000	0,00
MgSO ₄	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
MgCl ₂	0,14	12216	0,004	61	0,169	12155
NaCl	0,09	8188	0,003	41	0,113	8147
CaSO ₄	0,04	3330	0,001	17	0,046	3314
CaCl ₂	0,03	2692	0,001	13	0,037	2678
PAM	0,00	2,585	0,000	2,58	0,000	0,00
Sub total	1,00	87624	1,00	15837	1,00	71786
TOTAL	87623,58		87623,58			

15 ROTARY KILN (B-330)

Fungsi : Untuk dekomposisi MgO.Mg(OH)₂ menjadi
deadburnt magnesia (MgO)

Kondisi operasi

Suhu operasi : 1600 °C
 Tekanan operasi : 1 atm
 Waktu operasi : 1 jam



Gambar IV.15. Neraca Massa di Rotary Kiln B-310

- Aliran <25> : solid dari *rotary vacuum*
- Aliran <30> : MgO hasil kalsinasi keluar rotary kiln
- Aliran <27> : udara panas keluar dari kiln menuju *cyclone*
- Aliran <53> : serbuk *coal*
- Aliran <57> : aliran udara dari *blower*

1. Reaksi Utama

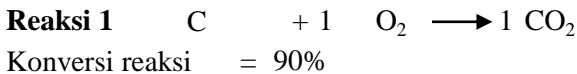
Konversi reaksi adalah sebesar 97.8% (*Valverde, 2015*)

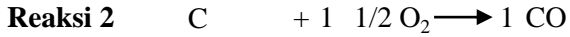


2. Reaksi Pembakaran Coal

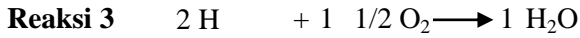
Tabel IV.20. Komposisi Coal

Elemen	Fraksi	Massa (kg)
C	0,923	3222,236
H	0,011	38,057
O	0,024	82,048
N	0,004	12,220
S	0,039	136,864
TOTAL	1,0000	601,53

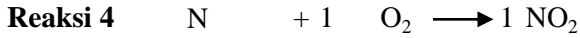




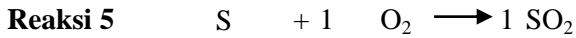
Konversi reaksi = 70%



Konversi reaksi = 100%



Konversi reaksi = 100%



Konversi reaksi = 100%

(Valverde dkk, 2015)

Tabel IV.21. Neraca Massa Coal

Komponen	Masuk (kg)				Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<50>		<56>		<11>	
C	0,923	555,2	0,000	0,00	0,000	16,65
H	0,011	6,56	0,000	0,00	0,000	0,00
O	0,024	14,14	0,000	0,00	0,000	14,14
N	0,004	2,11	0,000	0,00	0,000	0,00
S	0,039	23,58	0,000	0,00	0,000	0,00
CO ₂	0,000	0,00	0,000	0,00	0,044	1832
CO	0,000	0,00	0,000	0,00	0,002	90,67
NO ₂	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	6,92
SO ₂	0,000	0,00	0,000	0,00	0,001	47,16
H ₂ O	0,000	0,00	0,000	0,00	0,001	59,01
O ₂	0,000	0,00	0,233	1542	0,002	77,11
N ₂	0,000	0,00	0,767	5076	0,121	5076
Total	1,00	601,5	1,000	6618	1,00	7220
TOTAL	7220				7220	

**Tabel IV.22. Neraca Massa Masuk di Rotary Kiln
(B-330)**

Komponen	Masuk (kg)					
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<25>		<53>		<57>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
Al ₂ O ₃	0,000	0,07	0,00	0,00	0,000	0,00
SiO ₂	0,000	0,08	0,00	0,00	0,000	0,00
H ₂ O	0,010	157	0,00	0,00	0,000	0,00
MgO.CaO	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
CO ₂	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
Coal	0,000	0,00	1,00	555,2	0,000	0,00
Udara	0,000	0,00	0,00	0,00	1,000	6618
MgO.Ca(OH) ₂	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
MgO.Mg(OH) ₂	0,982	15790	0,00	0,00	0,000	0,00
MgSO ₄	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
MgCl ₂	0,004	61,08	0,00	25,63	0,000	0,00
NaCl	0,003	40,94	0,00	17,18	0,000	0,00
CaSO ₄	0,001	16,65	0,00	6,99	0,000	0,00
CaCl ₂	0,001	13,46	0,00	5,65	0,000	0,00
PAM	0,000	2,58	0,00	1,08	0,000	0,00
MgO	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
Total	1,000	16081	1,00	555	1,00	6618
TOTAL	23255					

**Tabel IV.23. Neraca Massa Keluar di Rotary Kiln
(B-330)**

Komponen	Keluar (kg)			
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	Aliran <30>		Aliran <27>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,0000	0,00	0,000	0,00
Al ₂ O ₃	0,0000	0,07	0,000	0,00
SiO ₂	0,0000	0,08	0,000	0,00
H ₂ O	0,0000	0,00	0,283	2944
MgO.CaO	0,0000	0,00	0,000	0,00
CO ₂	0,0000	0,00	0,175	1832
CO	0,0000	0,00	0,009	90,67
Coal	0,0000	0,00	0,002	16,65
Udara	0,0000	0,00	0,499	5234
MgO.Ca(OH) ₂	0,0000	0,00	0,000	0,00
MgO.Mg(OH) ₂	0,0000	0,00	0,033	344
MgSO ₄	0,0000	0,00	0,000	0,00
MgCl ₂	0,0048	61,08	0,000	0,00
NaCl	0,0032	40,94	0,000	0,00
CaSO ₄	0,0013	16,65	0,000	0,00
CaCl ₂	0,0011	13,46	0,000	0,00
PAM	0,0002	2,58	0,000	0,00
MgO	0,9893	12491	0,000	0,00
Total	1,00	12626	1,000	10462
TOTAL	23088			

16 ROTARY COOLER (E-330)

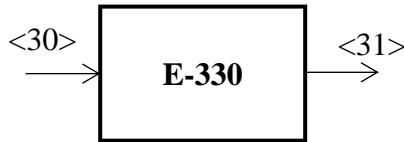
Fungsi : Untuk menurunkanMgO menjadi 80°C

Kondisi operasi

Suhu operasi : 80 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.16. Neraca Massa di Rotary Cooler E-340

Aliran <30> : MgO yang masuk ke dalam *rotary cooler*

Aliran <31> : MgO yang sudah didinginkan

Tabel IV.24. Neraca Massa di Rotary Cooler

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	Aliran <30>		Aliran <31>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
Al ₂ O ₃	0,0000	0,0745	0,0000	0,074
SiO ₂	0,0000	0,0844	0,0000	0,084
H ₂ O	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
MgO.CaO	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
CO ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
Coal	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
Udara	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
MgO.Ca(OH) ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
MgO.Mg(OH) ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
MgSO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
MgCl ₂	0,0048	61,078	0,0048	61,08
NaCl	0,0032	40,940	0,0032	40,94
CaSO ₄	0,0013	16,651	0,0013	16,65

CaCl ₂	0,0011	13,458	0,0011	13,458
PAM	0,0002	2,585	0,0002	2,585
MgO	0,9893	12491	0,9893	12491
Total	1,0000	12626	1,0000	12626
TOTAL	12626,26		12626,26	

17 BALL MILL (C-410)

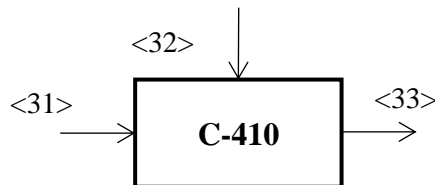
Fungsi : Untuk menghaluskan magnesia produk (homogen)

Kondisi operasi

Suhu operasi : 33 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.17. Neraca Massa di Ball Mill (C-410)

Aliran <31> : magnesia powder dari rotary cooler E-330

Aliran <32> : magnesia yang diumpankan kembali ke ball mill karena belum memenuhi ukuran 100 mesh

Aliran <33> : magnesia yang sudah halus menuju *screen filter*

Asumsi : efisiensi *ball mill* dalam menghaluskan dolomit adalah = 80%

(Bond, 1952)

Sehingga, 80% dari magnesia yang masuk ukurannya berhasil dikecilkan menjadi 200 mesh dan sisanya (20% dari dolomit yang masuk) diumpankan kembali ke ball mill C-340

Tabel IV.25. Neraca Massa Ball Mill (C-340)

Komponen	Masuk (kg)				Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<31>		<32>		<33>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
Al ₂ O ₃	0,000	0,07	0,000	0,00	0,000	0,07
SiO ₂	0,000	0,08	0,000	0,00	0,000	0,08
H ₂ O	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
MgO.CaO	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
CO ₂	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
Coal	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
Udara	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
MgO.Ca(OH) ₂	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
MgO.Mg(OH) ₂	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
MgSO ₄	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
MgCl ₂	0,005	61,08	0,000	0,00	0,004	61,08
NaCl	0,003	40,94	0,000	0,00	0,003	40,94
CaSO ₄	0,001	16,65	0,000	0,00	0,001	16,65
CaCl ₂	0,001	13,46	0,000	0,00	0,001	13,46
PAM	0,000	2,58	0,0002	0,52	0,0002	3,10
MgO	0,989	12491	0,9998	2472	0,9910	14963
Total	1,000	12626	1,000	2472	1,000	15098
TOTAL	15098,37				15098,37	

18 SCREEN FILTER (H-411)

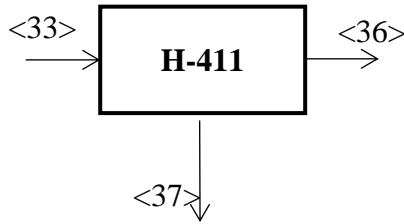
Fungs Sebagai alat *screening* ukuran magnesia

Kondisi operasi

Suhu operasi : 35 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.18. Neraca Massa di Screen Filter H-411

Aliran <33> : magnesia dari ball mill menuju screener

Aliran <36> : magnesia yang memenuhi spesifikasi 200 mesh

Aliran <37> : magnesia yang tidak memenuhi spesifikasi ukuran

Tabel IV.26. Neraca Massa di Screen Filter H-411

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)			
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<33>		<36>		<37>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
Al ₂ O ₃	0,00	0,07	0,000	0,07	0,000	0,0
SiO ₂	0,00	0,08	0,000	0,08	0,000	0,0
H ₂ O	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
MgO.CaO	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
CO ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
Coal	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
Udara	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
MgO.Ca(OH) ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
MgO.Mg(OH) ₂	0,00	0,0	0,000	0,00	0,000	0,0
MgSO ₄	0,00	0,0	0,000	0,00	0,000	0,0
MgCl ₂	0,00	61,1	0,005	61,08	0,000	0,0
NaCl	0,00	40,9	0,003	40,94	0,000	0,0
CaSO ₄	0,00	16,7	0,001	16,65	0,000	0,0

CaCl ₂	0,00	13,5	0,001	13,46	0,000	0,0
PAM	0,0002	3,1	0,0002	2,58	0,0002	0,5
MgO	0,991	14963	0,989	12491	0,9998	2471,6
Total	1,00	15098	1,000	12626	1,000	2472,1
TOTAL	15098,37		15098,37			

19 MAGNESIA STORAGE (F-415)

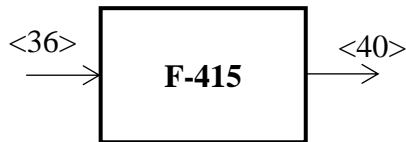
Fungsi : sebagai tempat penyimpanan magnesia yang siap di packaging

Kondisi operasi

Suhu operasi : 30 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.19. Neraca Massa di Magnesia Storage (F-145)

Aliran <36> : Magnesia dari ballmill yang siap disimpan

Aliran <40> : Magnesia yang akan di packaging

Tabel IV.27. Neraca Massa di Magnesia Storage Tank

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	Aliran <36>		Aliran <40>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
Al ₂ O ₃	0,0000	0,0745	0,0000	0,074
SiO ₂	0,0000	0,0844	0,0000	0,084
H ₂ O	0,0000	0,0000	0,0000	0,000

MgO.CaO	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
CO ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
Coal	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
Udara	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
MgO.Ca(OH) ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
MgO.Mg(OH) ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
MgSO ₄	0,0000	0,0000	0,0000	0,000
MgCl ₂	0,0048	61,078	0,0048	61,078
NaCl	0,0032	40,940	0,0032	40,940
CaSO ₄	0,0013	16,651	0,0013	16,651
CaCl ₂	0,0011	13,458	0,0011	13,458
PAM	0,0002	2,585	0,0002	2,585
MgO	0,9893	12491,4	0,9893	12491,39
Total	1,0000	12626,3	1,000	12626,26
TOTAL	12626,260		12626,260	

20 CYCLONE (S-414)

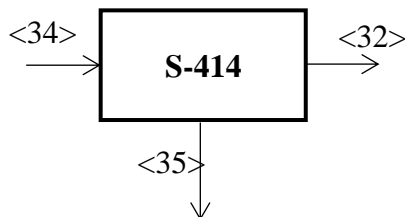
Fungsi : Untuk mengumpulkan butiran MgO dari
Pneumatic Conveyor

Kondisi operasi

Suhu operasi : 30

Tekanan operasi : 1

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.20. Neraca Massa di Cyclone (S-414)

- Aliran <34> : Magnesia yang belum memenuhi ukuran 200 mesh dari screener H-411
- Aliran <32> : Magnesia yang belum memenuhi ukuran 200 mesh menuju ball mill C-410
- Aliran <35> : Aliran udara keluar dari cyclone menuju kompresor G-413

Tabel IV.28. Neraca Massa di Cyclone S-414

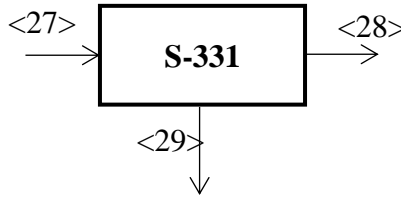
Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)			
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<34>		<32>		<35>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
SiO ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
H ₂ O	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
MgO.CaO	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
CO ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
Coal	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
Udara	0,00	5000	0,000	0,00	1,000	5000
MgO.Ca(OH) ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
MgO.Mg(OH) ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
MgSO ₄	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
MgCl ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
NaCl	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
CaSO ₄	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
CaCl ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
PAM	0,0002	0,52	0,0002	0,52	0,000	0,0
MgO	0,9998	2472	0,9998	2472	0,000	0,0
Total	1,00	7472	1,000	2472	1,000	5000
TOTAL	7472,11		7472,11			

21 CYCLONE (S-331)

Fungsi : Untuk mengumpulkan butiran abu sisa pembakaran coal pada rotary kiln B-330

Kondisi operasi

Suhu operasi : 30
Tekanan operasi : 1
Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.21. Neraca Massa di Cyclone (S-331)

Aliran <27> : Abu sisa pembakaran coal dan CO₂ menuju cyclone S-331

Aliran <28> : CO₂ menuju OSBL

Aliran <29> : Abu sisa pembakaran coal menuju SWTP

Tabel IV.29. Neraca Massa di Cyclone S-331

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)			
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<27>		<28>		<29>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H ₂ O	0,28	2944,3	0,60	2944	0,00	0,00
MgO.CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CO ₂	0,18	1832	0,38	1832	0,00	0,00
Coal	0,01	90,7	0,02	90,67	0,00	0,00
Udara	0,00	16,7	0,00	16,65	0,00	0,00

MgO.Ca(OH) ₂	0,50	5234	0,00	0,00	0,94	5234
MgO.Mg(OH) ₂	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
MgSO ₄	0,03	343,7	0,00	0,00	0,06	343,74
MgCl ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NaCl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaSO ₄	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaCl ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PAM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1,00	10462	1,00	4884	1,00	5578
TOTAL	10461,53			10461,53		

22 CYCLONE (S-212)

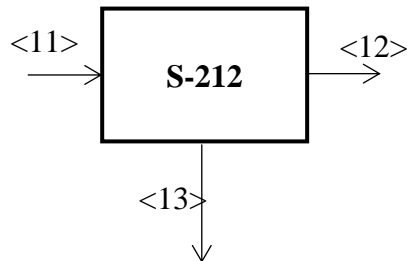
Fungsi : Untuk mengumpulkan butiran MgO dari
Pneumatic Conveyor

Kondisi operasi

Suhu operasi : 1350

Tekanan operasi : 1

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.22. Neraca Massa di Cyclone (S-212)

Aliran <11> : Abu sisa pembakaran coal dan CO₂ menuju cyclone S-212

Aliran <12> : CO₂ menuju OSBL

Aliran <13> : Abu sisa pembakaran coal menuju SWTP

Tabel IV.30. Neraca Massa di Cyclone S-212

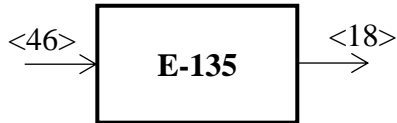
Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)			
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<11>		<12>		<13>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
SiO ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
H ₂ O	0,00	105,9	0,004	105,91	0,000	0,0
MgO.CaO	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
CO ₂	0,45	25451	0,992	25451	0,000	0,0
Coal	0,01	526,3	0,000	0,00	0,017	526,3
Udara	0,00	96,67	0,004	96,67	0,000	0,0
Abu	0,54	30380	0,000	0,00	0,983	30380
MgO.Ca(OH) ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
MgO.Mg(OH) ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
MgSO ₄	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
MgCl ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
NaCl	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
CaSO ₄	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
CaCl ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
PAM	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
MgO	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
Total	1,00	56560	1,000	25654	1,000	30906
TOTAL	56560,39		56560,39			

23 BITTERN HEATER (E-135)

Fungsi : Memanaskan bittern sebelum direaksikan dengan dolime

Kondisi operasi

Suhu operasi : 80 °C
 Tekanan operasi : 1
 Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.23. Neraca Massa Heat Exchanger (E-135)

Aliran <46> : Bittern dari Bittern storage tank masuk ke heat exchanger

Aliran <18> : Bittern keluar heat exchanger menuju reactor

Tabel IV.31. Neraca Massa di Heat Exchanger (E-135)

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	Aliran <46>		Aliran <18>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00
SiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
H ₂ O	0,64	153405	0,64	153405
MgO.CaO	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO.Ca(OH) ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO.Mg(OH) ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
MgSO ₄	0,04	9834	0,04	9834
MgCl ₂	0,20	48929	0,20	48929
NaCl	0,12	27582	0,12	27582
CaSO ₄	0,00	95,94	0,00	95,94
CaCl ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1,00	239846	1,00	239846
TOTAL		239845,607		239845,607

24 BITTERN STORAGE TANK (F-132)

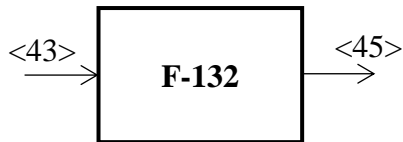
Fungsi : Menampung bittern yang sudah bersih dari pengotor-pengotor padat

Kondisi operasi

Suhu operasi : 30

Tekanan operasi : 1

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.24. Neraca Massa Bittern Storage Tank F-132

Aliran <43> : Bittern yang sudah bebas pengotor dari filter H-130

Aliran <45> : Bittern keluar menuju heat exchanger (E-135)

Tabel IV.32. Neraca Massa di Bittern Storage Tank F-132

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	Aliran <43>		Aliran <45>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00
SiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
H ₂ O	0,64	153405	0,64	153405
MgO.CaO	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO.Ca(OH) ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO.Mg(OH) ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
MgSO ₄	0,04	9834	0,04	9834

MgCl ₂	0,20	48929	0,20	48929
NaCl	0,12	27582	0,12	27582
CaSO ₄	0,00	95,94	0,00	95,94
CaCl ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1,00	239846	1,00	239846
TOTAL		239845,61		239845,61

25 BITTERN FILTER (H-130)

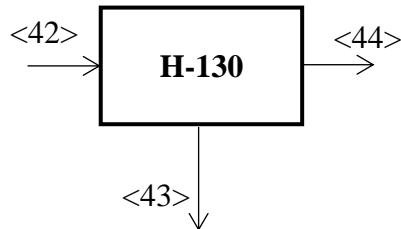
Fungsi : Memfilter bittern agar terpisah dari pengotor-pengotor padat

Kondisi operasi

Suhu operasi : 30 °C

Tekanan operasi : 1

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.25. Neraca Massa Bittern Filter H-130

Aliran <42> : Bittern dari raw bittern storage

Aliran <43> : Bittern yang sudah bersih dari pengotor masuk ke storage (F-132)

Aliran <44> : Pengotor bittern masuk ke Filtrate storage (F-133)

Tabel IV.33. Neraca Massa di Bittern Filter H-130

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)			
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	<42>		<43>		<44>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
SiO ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
H ₂ O	0,64	154955	0,640	153405,3	0,640	1549,5
MgO.CaO	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
MgO.Ca(OH) ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
MgO.Mg(OH) ₂	0,00	0,00	0,000	0,00	0,000	0,0
MgSO ₄	0,04	9933	0,041	9833,7	0,041	99,3
MgCl ₂	0,20	49423	0,204	48929	0,204	494,2
NaCl	0,12	27861	0,115	27582	0,115	278,6
CaSO ₄	0,00	96,9	0,000	95,94	0,000	1,0
CaCl ₂	0,00	0,0	0,000	0,00	0,000	0,0
Total	1,00	242268	1,000	239846	1,000	2422,7
TOTAL	242268,29		242268,29			

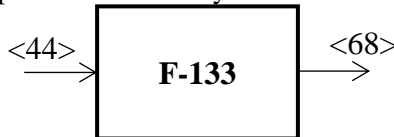
26 FILTRATE STORAGE TANK (F-133)

Fungsi : Menampung pengotor-pengotor padat pada bittern
 Kondisi operasi

Suhu operasi : 30 °C

Tekanan operasi : 1

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.26. Neraca Massa Filtrate Storage Tank F-133

Aliran <44> : Pengotor padat pada bitttern yang tersaring oleh Filter H-130

Aliran <48> : Pengotor padat dibuang ke solid waste

Tabel IV.34. Neraca Massa di Filtrate Storage Tank F-133

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	Aliran <44>		Aliran <68>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00
SiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
H ₂ O	0,64	1550	0,64	1550
MgO.CaO	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO.Ca(OH) ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO.Mg(OH) ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
MgSO ₄	0,04	99,33	0,04	99,33
MgCl ₂	0,20	494,23	0,20	494,23
NaCl	0,12	278,61	0,12	278,61
CaSO ₄	0,00	0,97	0,00	0,97
CaCl ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1,00	2423	1,00	2423
TOTAL	2422,68		2422,68	

27 RAW BITTERN STORAGE TANK (F-131)

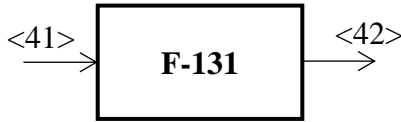
Fungsi : Menyimpan persediaan bitttern sebelum ke proses *filtrasi*

Kondisi operasi

Suhu operasi : 30 °C

Tekanan operasi : 1

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.27. Neraca Massa Raw Bittern Storage Tank F-131

Aliran <41> : Bittern masuk ke storage

Aliran <42> : Bittern masuk ke Filter H-130

Tabel IV.35. Neraca Massa di Raw Bittern Storage Tank F-131

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	Aliran <41>		Aliran <42>	
CaMg(CO ₃) ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00
SiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
H ₂ O	0,64	154955	0,64	154955
MgO.CaO	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO.Ca(OH) ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO.Mg(OH) ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
MgSO ₄	0,04	9933	0,04	9933
MgCl ₂	0,20	49423	0,20	49423
NaCl	0,12	27861	0,12	27861
CaSO ₄	0,00	96,91	0,00	96,91
CaCl ₂	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1,00	242268	1,00	242268
TOTAL	242268,29		242268,29	

28 COAL SILO (F-153)

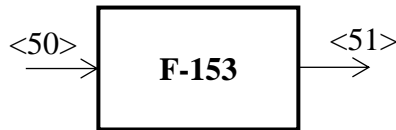
Fungsi : Menampung coal halus

Kondisi operasi

Suhu operasi : 30 °C

Tekanan operasi : 1

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.28. Neraca Massa Coal Silo F-153

Aliran <50> : Coal halus dari coal crusher (C-150)

Aliran <51> : Coal halus menuju Rotary kiln

Tabel IV.36. Neraca Massa di Coal Silo F-153

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	Aliran <50>		Aliran <51>	
C	0,923	3777	0,923	3777
H	0,011	44,61	0,011	44,61
O	0,024	96,18	0,024	96,18
N	0,004	14,33	0,004	14,33
S	0,039	160,44	0,039	160,44
Total	1,00	4093	1,00	4093
TOTAL	4092,96		4092,96	

29 COAL CRUSHER (C-150)

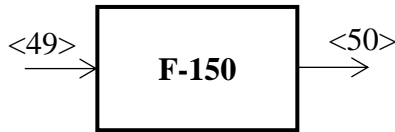
Fungsi : Menghaluskan coal dari storage

Kondisi operasi

Suhu operasi : 30 °C

Tekanan operasi : 1

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.29. Neraca Massa Coal Crusher C-150

Aliran <48> : Coal halus dari Coal Storage (X-151)

Aliran <49> : Coal halus menuju Rotary kiln

Tabel IV.37. Neraca Massa di Coal Crusher (C-150)

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	Aliran <49>		Aliran <50>	
C	0,923	3777	0,923	3777
H	0,011	44,61	0,011	44,61
O	0,024	96,18	0,024	96,18
N	0,004	14,33	0,004	14,33
S	0,039	160,44	0,039	160,44
Total	1,00	4093	1,00	4093
TOTAL	4092,96		4092,96	

30 COAL STORAGE (X-151)

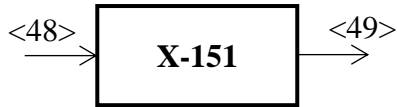
Fungsi : Menyimpan persediaan bittern sebelum ke proses
filtrasi

Kondisi operasi

Suhu operasi : 30

Tekanan operasi : 1

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.30. Neraca Massa Coal Storage X-151

Aliran <48> : Coal masuk ke coal storage

Aliran <49> : Coal menuju coa crusher (C-150)

Tabel IV.38. Neraca Massa di Coal Silo F-153

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Fraksi	Massa	Fraksi	Massa
	Aliran <48>		Aliran <49>	
C	0,923	3777	0,923	3777
H	0,011	44,61	0,011	44,61
O	0,024	96,18	0,024	96,18
N	0,004	14,33	0,004	14,33
S	0,039	160,44	0,039	160,44
Total	1,00	4093	1,00	4093
TOTAL	4092,96		4092,96	

IV.2. Neraca Energi

Satuan panas = kilokalori (kkal)

Konversilkkal = 4184 Joule

Suhu *reference* = 25 °C = 298,15 K

Tekanan *referenc* = 1 atm

Tabel IV.39. Data Heat Formation (ΔH°_f 298) (Perry, 2008)

Nama Senyawa	ΔH°_f 298 (kkal/kmol)
CaMg(CO ₃) ₂	-558,470
CO ₂	-94,052
MgO.CaO	-147,770
H ₂ O	-68,320
MgO.Ca(OH) ₂	-189,710
MgSO ₄	-304,940
MgCl ₂	-153,220
CaSO ₄	-336,580
CaCl ₂	-209,150
MgO.Mg(OH) ₂	-182,870
MgO	-143,840

Tabel IV.40. Data Specific Heat /Cp (Perry, 2008)

Nama Senyawa	$\int Cp \cdot dT$ (kkal/kmol K)
CaMg(CO ₃) ₂	40,1 T
CO ₂	10,34 T + 0,00137 T ² - 195500/T
MgO.CaO	10,86 T + 0,0005985 T ² + 208700/T
H ₂ O	8,712 T + 0,000625 T ² - 0,0000006 T ³
MgO.Ca(OH) ₂	10,86 T + 0,0005985 T ² + 208700/T

MgSO ₄	8,9 T ²
MgCl ₂	17,3 T + 0,001885 T ²
CaSO ₄	47,8 T
CaCl ₂	16,9 T + 0,00193 T ²
MgO.Mg(OH) ₂	10,86 T + 0,0005985 T ² + 208700/T
MgO	10,86 T + 0,0005985 T ² + 208700/T
Al ₂ O ₃	22,08 T + 0,00448 T ² + 522500/T
SiO ₂	10,87 T + 0,004356 T ² + 241200/T
Udara	3,335 T + 0,0002875 T ² + 1600/T
CO	6,60 T + 0,0006 T ²
NaCl	10,79 T + 0,0021 T ²

Tabel IV.41. Data Higher Heating Value (Perry, 2008)

	HHV (kkal/kg)
Coal	7189,293

1 **ROTARY KILN (B-210)**

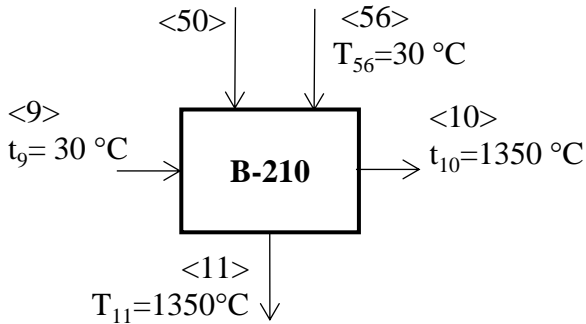
Fungsi : Untuk dekomposisi dolomit

Kondisi operasi

$$\text{Suhu operasi} = 1350 \text{ } ^\circ\text{C} = 1648,2 \text{ K}$$

$$\text{Tekanan operasi} = 1 \text{ atm}$$

$$\text{Waktu operasi} = 1 \text{ jam}$$



Gambar IV.31. Sistem Neraca Energi di Rotary Kiln B-210

Aliran <9> : dolomit halus dari silo

Aliran <10> : MgO.CaO hasil kalsinasi keluar rotary kiln

Aliran <11> : udara panas keluar dari kiln menuju *cyclone*

Aliran <50> : serbuk *coal*

Aliran <56> : aliran udara dari *blower*

Tabel IV.42. Neraca Energi di Rotary Kiln (B-210)

H_{Masuk} (joule)		H_{Keluar} (joule)	
Aliran	H	Aliran	H
<9>	553025490	<10>	37741268623
<50>	61271307042	<11>	23926273180
reaksi (298 K)	-156790730		
Total	61667541803	Total	61667541803 #

2. ROTARY COOLER (E-220)

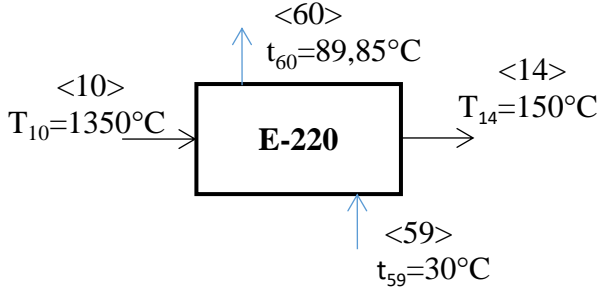
Fungsi : Untuk menurunkan suhu (MgO.CaO) dolime yang sudah dikalsinasi menjadi 80°C

Kondisi operasi

Suhu operasi : 150 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.32. Sistem Neraca Energi di Rotary Cooler B-220

Aliran <10> : Dolime yang masuk ke dalam *rotary cooler*

Aliran <14> : Dolime yang sudah didinginkan

Aliran <59> : Air pendingin masuk

Aliran <60> : Air pendingin keluar

Tabel IV.43. Neraca Energi di Rotary Cooler (B-220)

H_{Masuk} (joule)		H_{Keluar} (joule)	
Aliran	H	Aliran	H
<10>	8758321356,7	<14>	1081586148,3
<59>	642342474,42	<63>	8319077682,9
Total	9400663831	Total	9400663831

3. HIDRATION REACTOR (R-230)

Fungsi : Untuk mereaksikan dolime dengan H_2O

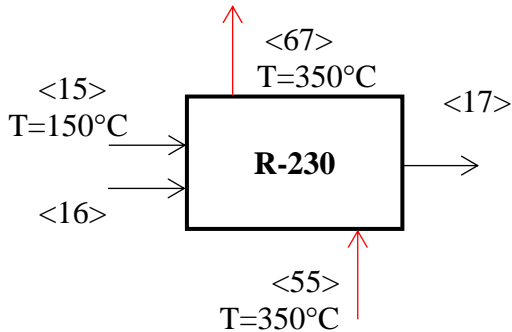
(Reaksi hidrasi)

Kondisi operasi

Suhu operasi : 85 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.33. Sistem Neraca Energi di Reaktor R-230
 Aliran <15> : aliran dari silo/tangki penampungan F-126
 Aliran <16> : aliran air dari water proses
 Aliran <17> : aliran keluar menuju reaktor R-240
 Aliran <55> : Aliran steam keluar
 Aliran <67> : Aliran steam masuk

Tabel IV.44. Neraca Energi di Hidration Reactor (R-230)

H_{Masuk} (joule)		H_{Keluar} (joule)	
Aliran	H	Aliran	H
<15>	4498058726941	<17>	205606668603063
<16>	1501587757115,2	<67>	0
<55>	207998163101723	Q loss	9563166254563
ΔH reaksi	1172025271849		
Total	215169834857627	Total	215169834857626

4.REACTOR (R-240)

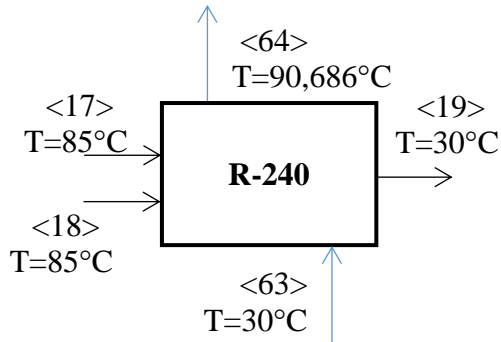
Fungsi : Mereaksikan feed dari R-230 dengan bittern

Kondisi operasi

Suhu operasi : 80 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.34. Sistem Neraca Energi di Reaktor R-240

Aliran <17> : Hasil reaksi dari R-230

Aliran <18> : Aliran bittern dari E-135

Aliran <19> : Hasil reaksi umpan dan bittern dari R-240

Aliran <63> : Air pendingin masuk

Aliran <64> : Air pendingin keluar

Tabel IV.45. Neraca Energi di Reaktor (R-240)

H_{Masuk} (joule)		H_{Keluar} (joule)	
Aliran	H	Aliran	H
<17>	49137949424	<19>	21069275584
<18>	18525340163	<68>	52008916764
<61>	4015774051		
ΔH reaksi	1399128710		
Total	73078192348	Total	73078192348

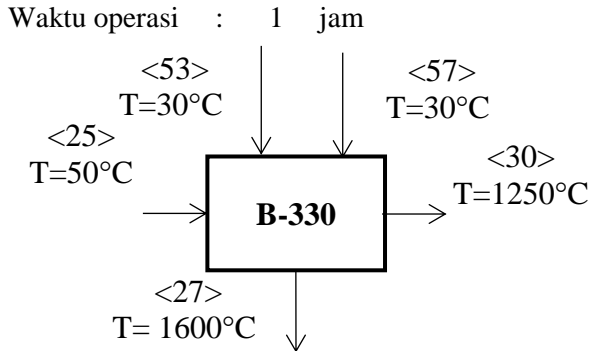
5. ROTARY KILN (B-330)

Fungsi : Untuk dekomposisi MgO.Mg(OH)_2 menjadi *deadburnt* magnesia (MgO)

Kondisi operasi

Suhu operasi : 1600 °C

Tekanan operasi : 1 atm



Gambar IV.35. Sistem Neraca Energi di Rotary Kiln B-330

- Aliran <25> : solid dari *rotary vacuum*
- Aliran <30> : MgO hasil kalsinasi keluar rotary kiln
- Aliran <27> : udara panas keluar dari kiln menuju *cyclone*
- Aliran <53> : serbuk *coal*
- Aliran <57> : aliran udara dari *blower*

Tabel IV.46. Neraca Energi di Rotary Kiln (B-330)

H_{Masuk} (joule)		H_{Keluar} (joule)	
Aliran	H	Aliran	H
<25>	13886195390	<30>	24684000868
<53>	23510129077	<27>	12484170330
ΔH reaksi	-228153269		
Total	37168171198	Total	37168171198 #

6. ROTARY COOLER (E-340)

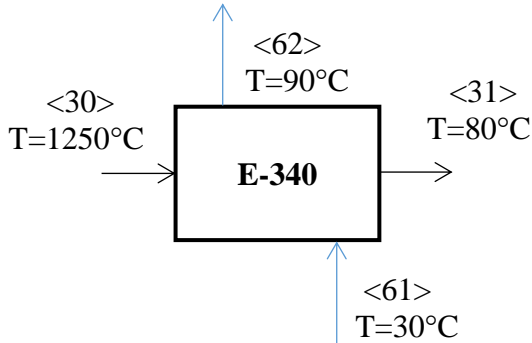
Fungsi : Untuk menurunkan suhu MgO menjadi 80°C

Kondisi operasi

Suhu operasi : 150 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.36. Sistem Neraca Energi di Rotary Cooler E-340

- Aliran <30> : MgO yang masuk ke dalam *rotary cooler*
- Aliran <31> : MgO yang sudah didinginkan
- Aliran <60> : Air pendingin masuk
- Aliran <64> : Air pendingin keluar

Tabel IV.47. Neraca Energi di Rotary Cooler (E-340)

H_{Masuk} (joule)		H_{Keluar} (joule)	
Aliran	H	Aliran	H
<30>	16575254110	<31>	5763506710
<60>	904661212	<62>	11716408611
Total	17479915322	Total	17479915322

7. BITTERN HEATER (E-135)

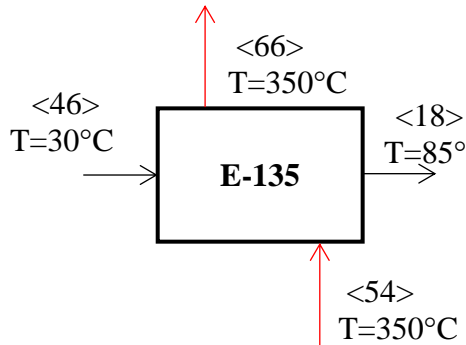
Fungsi : Untuk menaikkan suhu Bittern menjadi 85°C

Kondisi operasi

Suhu operasi : 85 °C

Tekanan operasi : 1 atm

Waktu operasi : Kontinyu



Gambar IV.37. Sistem Neraca Energi di Rotary Cooler E-135

- Aliran <46> : Bittern masuk Heater
- Aliran <18> : Bittern keluar Heater
- Aliran <54> : Steam pemanas masuk
- Aliran <66> : Steam pemanas keluar

Tabel IV.48. Neraca Energi di Bittern Heater (E-135)

H_{Masuk} (joule)		H_{Keluar} (joule)	
Aliran	H	Aliran	H
<46>	1840170117	<18>	22195083522
<54>	21280650569	<66>	0,00
		Q _{loss}	925737164
Total	23120820686	Total	23120820686

BAB V
DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

V.1. DAFTAR PERALATAN

Spesifikasi alat yang digunakan untuk Pabrik Magnesium Oksida dari Dolomit dan Bittern adalah sebagai berikut :

1. GUDANG DOLOMIT X-111

Fungsi : Menyimpan persediaan dolomit sebelum ke proses *crushing*

Tabel V.1. Spesifikasi Gudang Dolomit (X-111)

Parameter	Ukuran	Satuan
Kapasitas	794329,200	kg/jam
Panjang Bangunan	40,207	m
Lebar Bangunan	40,207	m
Luas Bangunan	1616,6	m
Tinggi Bangunan	16,466	m
Konstruksi	-	beton
Waktu simpan	15	hari
Jumlah	1	buah

2. RAW DOLOMIT BELT CONVEYOR J-112

Fungsi : Mengangkut dolomit menuju *crusher*

Tabel V.2. Spesifikasi *Raw Dolomit Belt Conveyor* (J-112)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Throughed 45°</i>	-
Lebar	40,6	cm
<i>Cross-sectional area</i>	0,01	m ²
Panjang horizontal	10	m
Kecepatan normal	3657,6	m/jam
Kapasitas maksimum	38,7	ton/jam
<i>Belt plies</i>	3	buah
Kemiringan	0	°
Kecepatan	3161,18	m/jam
Panjang <i>belt</i>	10	m
Power	1	Hp

3. RAW DOLOMIT IMPACT CRUSHER C-110

Fungsi : untuk mengecilkan ukuran dolomit

Tabel V.3. Spesifikasi *Raw Dolomit Crusher* (C-110)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Dual Rotor Impact</i>	
Kapasitas maksimum	150	ton/jam
Diameter bahan masuk	40	cm

Diameter bahan keluar	3,81	cm
<i>Size opening</i>	36 x 48	inch
Kecepatan	585	rpm
Power	32	HP
Bahan	<i>Carbon steel</i>	-
Jumlah	1	buah

4. BELT CONVEYOR J-113

Fungsi : Mengangkut dolomit menuju screener

Tabel V.4. Spesifikasi Belt Conveyor (J-113)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Throughed 45°</i>	-
Lebar	40,6	cm
<i>Cross-sectional area</i>	0,01	m ²
Panjang horizontal	20	m
Kecepatan normal	3657,6	m/jam
Kapasitas maksimum	38,7	ton/jam
<i>Belt plies</i>	3	buah
Kemiringan	0	°
Kecepatan <i>required</i>	3284,46	m/jam
Panjang <i>belt conveyor</i>	10	m
Power	1	Hp

5. BELT CONVEYOR J-114

Fungsi : Mengangkut dolomit recycle menuju crusher

Tabel V.5. Spesifikasi Belt Conveyor (J-114)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Throughed 45°</i>	-
Lebar	35,6	cm
<i>Cross-sectional area</i>	0,01	m ²
Panjang horizontal	20	m
Kecepatan normal	3657,6	m/jam
Kapasitas maksimum	33	ton/jam
<i>Belt plies</i>	3	buah
Kemiringan	10	°
Kecepatan dibutuhkan	185,36	m/jam
Panjang <i>belt conveyor</i>	20	m
Power	0,04	Hp

6. VIBRATING SCREEN (H-115)

Fungsi : menyeragamkan ukuran partikel dolomit yang akan masuk ke proses 1 mm

Tabel V.6. Spesifikasi Vibrating Screen (H-115)

Parameter	Ukuran	Satuan
Diameter wire	4,590	mm
<i>sieve opening</i>	38,10	mm

Jenis opening	<i>square opening</i>	-
Type	<i>Screen Inclined</i>	-
Wide	7,198614878	ft ²
Power	1,4	HP
Jumlah	1	buah

7. BELT CONVEYOR J-121

Fungsi : Mengangkut dolomit recycle menuju ballmill

Tabel V.7. Spesifikasi Belt Conveyor (J-121)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Throughed 45°</i>	-
Lebar	40,6	cm
<i>Cross-sectional area</i>	0,01	m ²
Panjang horizontal	10	m
Kecepatan normal	3657,6	m/jam
Kapasitas maksimum	42,15	ton/jam
<i>Belt plies</i>	3	buah
Kemiringan	5	°
Kecepatan dibutuhkan	2872,02	m/jam
Panjang <i>belt conveyor</i>	10	m
Power	0,52	Hp

8. BALL MILL C-120

Fungsi : untuk mengecilkan ukuran dolomit menjadi 1 mm

Tabel V.8. Spesifikasi Ball Mill (C-120)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Marcy Ball Mills</i>	
Kapasitas maksimum	1450	ton/jam
Diameter bahan masuk	4	cm
Diameter bahan keluar	1	cm
<i>Size opening</i>	9 x 7	ft
Kecepatan	20	rpm
Power	59	HP
Bahan	<i>Carbon steel</i>	-
Jumlah	1	buah

9. BELT CONVEYOR J-122

Fungsi : Mengangkut dolomit menuju screener

Tabel V.9. Spesifikasi Belt Conveyor (J-122)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Throughed 45°</i>	-
Lebar	45,7	cm
<i>Cross-sectional area</i>	0,02	m ²
Panjang horizontal	21	m

Kecepatan normal	4572,0	m/jam
Kapasitas maksimum	51	ton/jam
<i>Belt plies</i>	3	buah
Kemiringan	10	°
Kecepatan yang dibutu	3556,67	m/jam
Panjang <i>belt conveyor</i>	21	m
Power	1,00	Hp

10. BELT CONVEYOR J-123

Fungsi : Mengangkut dolomit *recycle* menuju ballmill

Tabel V.10. Spesifikasi Belt Conveyor (J-123)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Throughed 45°</i>	-
Lebar	35,6	cm
<i>Cross-sectional area</i>	0,01	m ²
Panjang horizontal	21	m
Kecepatan normal	3657,6	m/jam
Kapasitas maksimum	33	ton/jam
<i>Belt plies</i>	3	buah
Kemiringan	10	°
Kecepatan	728,98	m/jam
Panjang <i>belt</i>	21	m
Power	0,15	Hp

11. VIBRATING SCREEN (H-124)

Fungsi : untuk menyeragamkan ukuran partikel dolomit yang akan masuk ke proses

Tabel V.11 Spesifikasi Vibrating Screen (H-124)

Parameter	Ukuran	Satuan
Diameter wire	0,510	mm
<i>sieve opening</i>	0,841	mm
Jenis opening	<i>square opening</i>	-
<i>Type</i>	<i>Screen Inclined</i>	-
<i>Wide</i>	204,98	ft ²
Power	37,7	hp
Jumlah	1	buah

12. BUCKET ELEVATOR (J-125)

Fungsi : Mengangkut dolomit menuju tangki penyimpanan F-126

Tabel V.12. Spesifikasi Bucket Elevator (J-125)

Ukuran <i>bucket</i>	203 x 127 x 140
Jarak antar <i>bucket</i>	16 in
Kapasitas maksimum	45 ton/jam
<i>Elevator Center</i>	25 ft = 7,62 m
Kecepatan <i>bucket</i>	68,6 m/min
Lebar <i>belt</i>	11 in
Kecepatan <i>head shaft</i>	43 rpm

Power	3	Hp
Jumlah Pengangkut	34	buah
<i>Diameter shaft</i>		
<i>Head</i>	1,9375	in
<i>Tail</i>	1,9375	in
<i>Diameter spoker</i>		
<i>Head</i>	20	in
<i>Tail</i>	16	in

13. TANGKI PENAMPUNGAN (F-126)

Fungsi : Menampung dolomit yang telah sesuai dengan ukuran

Tabel V.13. Spesifikasi Tangki Penampungan (F-126)

Parameter	Spesifikasi	Satuan
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel, SA 285, Grade A</i>	-
Tutup atas	<i>standar dished head</i>	-
Tutup bawah	<i>Conical dengan sudut 120°</i>	-
OD tangki	3,048	m
ID tangki	3,038	m
Tinggi silinder	4,558	m
Tinggi <i>conical</i>	0,877	m
Tinggi <i>dished</i>	0,957	m
Tinggi tangki	6,368	m
Volume tangki	37,558	m ³
Volume silinder	33,062	m ³

Volume <i>conical</i>	2,121	m ³
Volume <i>dished</i>	2,376	m ³
Tebal silinder	0,313	in
Tebal <i>conical</i>	0,563	in
Tebal <i>dished</i>	0,313	in

14. BELT CONVEYOR J-211

Fungsi : Mengangkut dolomit menuju *rotary kiln*

Tabel V.14. Spesifikasi Belt Conveyor (J-211)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Throughed 45°</i>	-
Lebar	40,6	cm
<i>Cross-sectional area</i>	0,01	m ²
Panjang horizontal	10	m
Kecepatan normal	3657,6	m/jam
Kapasitas maksimum	38,7	ton/jam
<i>Belt plies</i>	3	buah
Kemiringan	0	°
Kecepatan yang dibutuhkan	3128,06	m/jam
Panjang <i>belt conveyor</i>	10	m
Power	0,52	Hp

15. ROTARY KILN (B-210)

Fungsi : Untuk dekomposisi dolomit

Tabel V.15. Spesifikasi *Rotary Kiln (B-210)*

Parameter	Spesifikasi	Satuan
Diameter shell	3,110	m
Panjang shell	31,194	m
Sudut inklinasi	3	°
Kecepatan putar	120	rph
Waktu tinggal	21,756	menit
Tebal Shell	30	mm
Tebal Brick	225	mm
Bahan Shell	<i>Mild steel</i>	-
Bahan Brick	<i>High Alumina Fire Brick</i>	-
Jumlah	1	buah

16. BELT CONVEYOR J-214

Fungsi : Mengangkut dolomit menuju *rotary cooler*

Tabel V.16. Spesifikasi Belt Conveyor (J-214)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Throughed 45°</i>	-
Lebar	40,6	cm
<i>Cross-sectional area</i>	0,01	m ²

Panjang horizontal	18	m
Kecepatan normal	3657,6	m/jam
Kapasitas maksimum	45,6	ton/jam
<i>Belt plies</i>	3	buah
Kemiringan	10	°
Kecepatan yang dibutuhkan	1457,69	m/jam
Panjang <i>belt conveyor</i>	18	m
Power	0,33	Hp

17. ROTARY COOLER (E-220)

Fungsi : Untuk mendinginkan hasil dekomposisi dolomit

Tabel V.17. Spesifikasi *Rotary Cooler (E-220)*

Parameter	Spesifikasi	Satuan
<i>Cooler type</i>	<i>water-cooling</i>	-
<i>Temperature range</i>	920	C
<i>Inside Diameter</i>	2800	mm
<i>Outside Diameter</i>	3000	mm
<i>Length</i>	22000	mm
<i>Cylinder Material</i>	SUS 310 S	-
<i>Rotating Speed</i>	0.5 - 2	rpm
<i>Maximum Capacity</i>	40,000	ton/jam
<i>Power</i>	8,213	bhp
Jumlah	1	buah

18. BELT CONVEYOR J-221

Fungsi : Mengangkut dolomit menuju crusher

Tabel V.18. Spesifikasi Belt Conveyor (J-221)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Throughed 45°</i>	-
Lebar	35,6	cm
<i>Cross-sectional area</i>	0,01	m ²
Panjang horizontal	10	m
Kecepatan normal	3657,6	m/jam
Kapasitas maksimum	27,99	ton/jam
<i>Belt plies</i>	3	buah
Kemiringan	0	°
Kecepatan yang dibutuhkan	2374,80	m/jam
Panjang <i>belt conveyor</i>	10	m
Power	0,36	Hp

19. BUCKET ELEVATOR (J-223)

Fungsi : Mengangkut dolomit menuju tangki penyimpanan F-224

Tabel V.19. Spesifikasi Bucket Elevator (J-223)

Ukuran <i>bucket</i>	203 x 127 x 140
Jarak antar <i>bucket</i>	16 in
Kapasitas maksimum	45 ton/jam
<i>Elevator Center</i>	25 ft = 7,62 m
Kecepatan <i>bucket</i>	68,6 m/min
Lebar <i>belt</i>	11 in
Kecepatan <i>head shaft</i>	43 rpm
Power	3 Hp
Jumlah Pengangkut	34 buah
<i>Diameter shaft</i>	
<i>Head</i>	1,9375 in
<i>Tail</i>	1,9375 in
<i>Diameter spoker</i>	
<i>Head</i>	20 in
<i>Tail</i>	16 in

20. TANGKI PENAMPUNGAN (F-224)

Fungsi : Menampung MgO.CaO

Tabel V.20. Spesifikasi Tangki Penampungan (F-224)

Parameter	Spesifikasi	Satuan
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel, SA 285 A</i>	-
Tutup atas	<i>standar dished head</i>	-
Tutup bawah	<i>Conical dengan sudut 120°</i>	-
OD tangki	3,048	m
ID tangki	3,038	m
Tinggi silinder	4,558	m
Tinggi <i>conical</i>	0,877	m
Tinggi <i>dished</i>	0,957	m
Tinggi tangki	5,100	m
Volume tangki	37,558	m ³
Volume silinder	33,062	m ³
Volume <i>conical</i>	2,121	m ³
Volume <i>dished</i>	2,376	m ³
Tebal silinder	0,250	in
Tebal <i>conical</i>	0,563	in
Tebal <i>dished</i>	0,313	in

21. REAKTOR HIDRASI (R-230)

Fungsi : Mereaksikan $MgO.CaO$ dengan air

Tabel V.21. Spesifikasi Reaktor Hidrasi R-230

Parameter	Spesifikasi	Satuan
Tutup atas	<i>standar dished head</i>	-
Tutup bawah	<i>Conical</i> dengan sudut 120°	-
OD tangki	2,286	m
ID tangki	2,276	m
Tinggi silinder	3,415	m
Tinggi <i>dished head</i>	0,468	m
Tinggi tangki	4,350	m
Volume tangki	15,903	m ³
Volume silinder	13,904	m ³
Volume <i>dished</i>	0,999	m ³
Tebal silinder	0,188	in
Tebal <i>dished</i>	0,188	in
Spacing jaket	0,019	in
Tebal jaket	1,250	in
Diameter turbin (Da)	0,759	m
Jarak pengaduk (E)	0,759	m
Tinggi cairan (H)	2,276	m
Lebar Pengaduk (W)	0,152	m
Panjang daun (L)	0,759	m
Lebar baffle (J)	0,190	m
Power turbin	22	HP

22. REAKTOR REAKSI BITTERN (R-240)

Fungsi : Mereaksikan produk dari R-230 dengan bittern

Tabel V.22. Spesifikasi Reaktor Bittern R-240

Parameter	Spesifikasi	Satuan
Bahan Konstruksi	Grade A	-
Tutup atas	<i>standar dished head</i>	-
Tutup bawah	<i>Conical</i> dengan sudut 120°	-
OD tangki	6,096	m
ID tangki	6,080	m
Tinggi silinder	9,120	m
Tinggi <i>dished head</i>	2,491	m
Volume tangki	302,983	m ³
Volume silinder	264,907	m ³
Volume <i>dished</i>	19,038	m ³
Tebal silinder	0,313	in
Tebal <i>dished</i>	0,313	in
Spacing jaket	0,019	in
Tebal jaket	0,313	in
Diameter turbin (Da)	2,027	m
Jarak pengaduk (E)	2,027	m
Tinggi cairan (H)	6,080	m
Lebar Pengaduk (W)	0,405	m
Panjang daun (L)	2,027	m
Lebar baffle (J)	0,507	m
Power turbin	1039	HP

23. TANGKI BERPENGADUK (F-311)

Fungsi : Mencampurkan koagulan PAM

Tabel V.23. Tangki Pencampuran (F-311)

Parameter	Spesifikasi	Satuan
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel, SA 285</i>	-
Tutup atas	<i>standar dished head</i>	-
Tutup bawah	<i>Conical</i> dengan sudut 120°	-
OD tangki	7,112	m
ID tangki	7,096	m
Tinggi silinder	10,644	m
Tinggi <i>dished head</i>	3,115	m
Volume tangki	481,664	m ³
Volume silinder	421,133	m ³
Volume <i>dished</i>	30,265	m ³
Tebal silinder	0,313	in
Tebal <i>dished</i>	0,313	in
Spacing jaket	0,019	in
Tebal jaket	0,313	in
Diameter turbin (Da)	2,365	m
Jarak pengaduk (E)	2,365	m
Tinggi cairan (H)	7,096	m
Lebar Pengaduk (W)	0,473	m
Panjang daun (L)	2,365	m
Lebar baffle (J)	0,591	m
Power turbin	7480	HP

24. TICKENER H-310

Fungsi : Meningkatkan kepekatan larutan dengan melakukan sedimentasi pada tangki kemudian pelarut akan overflow

Tabel V.24 Spesifikasi Thickener (H-310)

Parameter	Spesifikasi	Satuan
Bahan Konstruksi	Grade A	-
Tutup atas	<i>standar dished head</i>	-
Tutup bawah	<i>Conical</i> dengan sudut 120°	-
OD tangki	3,048	m
ID tangki	3,038	m
Tinggi silinder	3,038	m
Tinggi <i>conical</i>	0,877	m
Tinggi tangki	3,916	m
Volume tangki	24,162	m ³
Volume <i>conical</i>	2,121	m ³
Volume silinder	22,041	m ³
Tebal <i>conical</i>	0,625	in
Tebal silinder	0,813	in

25 ROTARY DRUM VACUUM FILTER (H-320)

Fungsi : Memisahkan serat-serat yang terikuk dalam larutan dekstroza

Tabel V.25. Rotary Drum Filter (H-320)

Parameter	Spesifikasi	Satuan
Bahan Konstruksi	<i>SA-167 type 304 grade C</i>	-
Kapasitas	<i>15837,325</i>	kg/jam
Area	<i>201,788</i>	m ²
Inside Diameter	<i>5,070</i>	m
Panjang	<i>12,675</i>	m
Filter media	<i>Natural and synthetic fibre cloth</i>	-
Jumlah	<i>1</i>	buah

26 ROTARY KILN (B-330)

Fungsi : Untuk dekomposisi akhir menjadi MgO

Tabel V.26. Spesifikasi Rotary Kiln (B-330)

Parameter	Spesifikasi	Satuan
Diameter shell	<i>2,297</i>	m
Panjang shell	<i>21,446</i>	m
Sudut inklinasi	<i>3</i>	°
Kecepatan putar	<i>120</i>	rph
Waktu tinggal	<i>21,756</i>	menit

Tebal Shell	30	mm
Tebal Brick	225	mm
Bahan Shell	<i>Mild steel</i>	-
Bahan Brick	<i>High Alumina Fire Brick</i>	-
Jumlah	1	buah

27 BELT CONVEYOR J-333

Fungsi : Mengangkut MgO menuju *rotary cooler*

Tabel V.27. Spesifikasi Belt Conveyor (J-333)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Throughed 45°</i>	-
Lebar	40,6	cm
<i>Cross-sectional area</i>	0,01	m ²
Panjang horizontal	13	m
Kecepatan normal	3657,6	m/jam
Kapasitas maksimum	45,6	ton/jam
<i>Belt plies</i>	3	buah
Kemiringan	10	°
Kecepatan yang dibutuhkan	1012,76	m/jam
Panjang <i>belt conveyor</i>	13	m
Power	0,21	Hp

28 ROTARY COOLER (E-340)

Fungsi : Untuk mendinginkan hasil dekomposisi MgO

Tabel V.28. Spesifikasi *Rotary Cooler (E-340)*

Parameter	Spesifikasi	Satuan
<i>Cooler type</i>	<i>External water-cooling</i>	-
<i>Temperature range</i>	920	C
<i>Inside Diameter</i>	2800	mm
<i>Outside Diameter</i>	3000	mm
<i>Length</i>	22000	mm
<i>Cylinder Material</i>	SUS 310 S	-
<i>Rotating Speed</i>	0.5 - 2	rpm
<i>Maximum Capacity</i>	40,000	ton/jam
<i>Power</i>	6,233	bhp
Jumlah	1	buah

29. BELT CONVEYOR J-341

Fungsi : Mengangkut dolomit menuju crusher

Tabel V.29. Spesifikasi Belt Conveyor (J-341)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Throughed 45°</i>	-
Lebar	35,6	cm
<i>Cross-sectional area</i>	0,01	m ²

Panjang horizontal	10	m
Kecepatan normal	3657,6	m/jam
Kapasitas maksimum	27,99	ton/jam
<i>Belt plies</i>	3	buah
Kemiringan	0	°
Kecepatan yang dibutuhkan	1649,94	m/jam
Panjang <i>belt conveyor</i>	10	m
Power	0,24	Hp

30. BUCKET ELEVATOR (J-343)

Fungsi : Mengangkut MgO menuju tangki penyimpanan C-410

Tabel V.30. Spesifikasi Bucket Elevator (J-343)

Ukuran <i>bucket</i>	203 x 127 x 140
Jarak antar <i>bucket</i>	16 in
Kapasitas maksimum	45 ton/jam
<i>Elevator Center</i>	25 ft = 7,62 m
Kecepatan <i>bucket</i>	68,6 m/min
Lebar <i>belt</i>	11 in
Kecepatan <i>head shaft</i>	43 rpm
Power	3 Hp
Jumlah Pengangkut	34 buah
<i>Diameter shaft</i>	
<i>Head</i>	1,9375 in
<i>Tail</i>	1,9375 in

<i>Diameter spoker</i>		
<i>Head</i>	20	in
<i>Tail</i>	16	in

31. BALL MILL C-410

Fungsi : untuk mengecilkan ukuran dolomit menjadi 1 mm

Tabel V.31. Spesifikasi Ball Mill (C-410)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Marcy Ball Mills</i>	
Kapasitas maksimum	64	ton/jam
Diameter bahan masuk	1	cm
Diameter bahan keluar	0,07	cm
<i>Size opening</i>	10 x 10	ft
Kecepatan	18	rpm
Power	106	HP
Bahan	<i>Carbon steel</i>	-
Jumlah	1	buah

32. PARTICLE SCREENER (H-411)

Fungsi : Menyeleksi MgO powder <200 mesh

Tabel V.32. Spesifikasi Particle Screener (H-411)

Type	<i>High Speed Vibrating Screen</i>	
<i>Sieve opening</i>	0,07	mm
<i>Wire diameter</i>	0,152	mm
<i>Sieve designation</i>	0,01	micron
Luas area screen	0,248	m ²

33. TANGKI PENAMPUNGAN (F-415)

Fungsi : Menampung MgO yang telah sesuai dengan ukuran

Tabel V.33. Spesifikasi Tangki Penampungan (F-415)

Parameter	<i>Spesifikasi</i>	Satuan
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel, SA 285</i>	-
Tutup atas	<i>standar dished head</i>	-
Tutup bawah	<i>Conical</i> dengan sudut 120°	-
OD tangki	3,048	m
ID tangki	3,038	m
Tinggi silinder	4,558	m
Tinggi <i>conical</i>	0,877	m
Tinggi <i>dished</i>	0,958	m

Tinggi tangki	6,114	m
Volume tangki	37,558	m ³
Volume silinder	33,062	m ³
Volume <i>conical</i>	2,121	m ³
Volume <i>dished</i>	2,376	m ³
Tebal silinder	0,375	in
Tebal <i>conical</i>	0,625	in
Tebal <i>dished</i>	0,375	in

34. POMPA (L-241)

Fungsi : Mengalirkan larutan hasil reaksi dari R-240 ke F-311

Tabel V.34. Spesifikasi Pompa (L-241)

Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	
Jumlah	1	
Kapasitas	977,0	gpm
NPS	10	in
Power	75	Hp

35. SISTEM PNEUMATIC CONVEYOR (J-412)

Fungsi : Mengangkut serbuk MgO <200 mesh kembali ke *ball mill*

Tabel V.35. Spesifikasi Sistem Pneumatic Conveyor (J-412)

Blower (G-413)		
Kapasitas udara	18,921	m ³ / detik
Kebutuhan udara	0,0672	m ³ / detik
Tekanan udara dalam blower	1,713	atm
Power motor blower	5381,566	kg/m ²
Kapasitas blower	6,821	m ³ /menit
Power blower	30	Hp
Sitem Perpipaan		
Panjang reduksi	66	m
Diameter pipa	0,083	m
Standar pipa	1 in sch 40	
Tekanan di titik akhir conveyor	1,177	atm
Cyclone (S-412)		
Bc	0,425	m
Dc	1,6982	m
De	0,849111	m
Hc	0,849	m
Lc	3,396	m
Sc	0,2123	m
Zc	3,396446	m
Jc	0,425	m

36. CYCLONE (S-212)

Fungsi : Memisahkan solid dan gas dari proses kalsinasi di B-210

Tabel V.36. Spesifikasi Cyclone (S-212)

<i>Cyclone (S-212)</i>		
Bc	0,095	m
Dc	0,3795	m
De	0,189749	m
Hc	0,190	m
Lc	0,759	m
Sc	0,0474	m
Zc	0,758998	m

37. CYCLONE (S-331)

Fungsi : Memisahkan solid dan gas

Tabel V.37. Spesifikasi Cyclone (S-331)

<i>Cyclone (S-331)</i>		
Bc	0,095	m
Dc	0,3795	m
De	0,189749	m
Hc	0,190	m
Lc	0,759	m
Sc	0,0474	m
Zc	0,758998	m
Jc	0,095	m

38. TANGKI PENAMPUNGAN (F-131)

Fungsi : Menampung bittern yang akan digunakan dalam proses

Tabel V.38. Spesifikasi Tangki Penampungan (F-131)

Parameter	Spesifikasi	Satuan
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel, SA 285, Grade A</i>	-
Tutup atas	<i>standar dished head</i>	-
Tutup bawah	<i>Conical</i> dengan sudut 120°	-
OD tangki	6,604	m
ID tangki	6,585	m
Tinggi silinder	9,877	m
Tinggi <i>dished</i>	1,612	m
Tinggi tangki	13,101	m
Volume tangki	384,891	m ³
Volume silinder	336,522	m ³
Volume <i>dished</i>	24,185	m ³
Tebal silinder	0,375	in
Tebal <i>dished</i>	0,375	in

39. SCREEN FILTER (H-130)

Fungsi : Memisahkan bittern dengan pengotor

Tabel V.39. Spesifikasi Screen Filter (H-130)

Jenis	<i>Single Screen</i>
Bahan	<i>Stainless steel</i>
Jumlah	1

Tinggi bin	300	in
Panjang sisi <i>bin</i>	260	in
Luas lubang screen	0,64	cm ²
Panjang sisi lubang	0,8	cm

40. TANGKI PENAMPUNGAN (F-132)

Fungsi : Menampung bittern yang sudah di filtrasi

Tabel V.40. Spesifikasi Tangki Penampungan (F-132)

Parameter	Spesifikasi	Satuan
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel, SA 285</i>	-
Tutup atas	<i>standar dished head</i>	-
Tutup bawah	<i>Conical</i> dengan sudut 120°	-
OD tangki	6,096	m
ID tangki	6,086	m
Tinggi silinder	9,130	m
Tinggi <i>conical</i>	1,757	m
Tinggi <i>dished</i>	1,391	m
Tinggi tangki	15,015	m
Volume tangki	301,883	m ³
Volume silinder	265,738	m ³
Volume <i>conical</i>	17,047	m ³
Volume <i>dished</i>	19,098	m ³
Tebal silinder	0,375	in
Tebal <i>conical</i>	0,500	in
Tebal <i>dished</i>	0,313	in

41. POMPA (L-134)

Fungsi : Mengalirkan bittern dari F-132 ke R-240 melalui

Tabel V.41. Spesifikasi Pompa (L-134)

Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	
Jumlah	1	
Kapasitas	824,7	gpm
NPS	10	in
Power	20	Hp

42. HEAT EXCHANGER (E-135)

Fungsi : Memanaskan suhu bittern menjadi 85°

Tabel V.42. Spesifikasi *Shell and Tube* (E-135)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis Heat Exchanger	<i>1-2 Shell and Tube</i>	
<i>Shell</i>		
<i>Shell ID</i>	12	in
Baffle space	half circle	-
Passes	1	-
<i>Pressure Drop</i>	<10	psi
<i>Tube</i>		
<i>Number</i>	45	-
Length	16	in
OD	1,00	in

BWG	8	-
<i>Pitch</i>	1,25	in ²
<i>Passes</i>	2	-
<i>Pressure Drop</i>	<10	psi
<i>Dirt Factor</i>	0,056	-
<i>Power</i>	618,592	kW

43. TANGKI PENAMPUNGAN (F-140)

Fungsi : Menampung PAM yang akan digunakan dalam proses

Tabel V.43. Spesifikasi Tangki Penampungan (F-140)

Parameter	<i>Spesifikasi</i>	Satuan
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel, SA 285, Grade A</i>	-
Tutup atas	<i>standar dished head</i>	-
Tutup bawah	<i>Conical</i> dengan sudut 120°	-
OD tangki	6,604	m
ID tangki	6,598	m
Tinggi silinder	9,896	m
Tinggi <i>dished</i>	1,611	m
Tinggi tangki	13,119	m
Volume tangki	387,123	m ³
Volume silinder	338,473	m ³
Volume <i>dished</i>	24,325	m ³
Tebal silinder	0,125	in
Tebal <i>dished</i>	0,125	in

44. GUDANG PENYIMPANAN COAL X-151

Fungsi : Menyimpan persediaan coal sebelum ke proses *crushing*

Tabel V.44. Spesifikasi Gudang coal X-151

Parameter	Ukuran	Satuan
Kapasitas	67391,520	kg/jam
Panjang Bangunan	26,877	m
Lebar Bangunan	26,877	m
Luas Bangunan	722,4	m
Tinggi Bangunan	11,007	m
Konstruksi	-	beton
Waktu simpan	15	hari
Jumlah	1	buah

45. BELT CONVEYOR J-152

Fungsi : Mengangkut coal menuju crusher

Tabel V.45. Spesifikasi Belt Conveyor (J-152)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Throughed 45°</i>	-
Lebar	35,6	cm
<i>Cross-sectional area</i>	0,01	m ²
Panjang horizontal	16	m

Kecepatan normal	3657,6	m/jam
Kapasitas maksimum	33	ton/jam
<i>Belt plies</i>	3	buah
Kemiringan	10	°
Kecepatan	311,23	m/jam
Panjang <i>belt conveyor</i>	16	m
Power	0,06	Hp

46. IMPACT CRUSHER C-150

Fungsi : untuk mengecilkan ukuran coal

Tabel V.46. Spesifikasi Crusher (C-150)

Parameter	Ukuran	Satuan
Jenis	<i>Dual Rotor Impact</i>	
Kapasitas maksimum	150	ton/jam
Diameter bahan masuk	10	cm
Diameter bahan keluar	0,01	cm
<i>Size opening</i>	30 x 30	inch
Kecepatan	1200	rpm
Power	80,412	HP
Bahan	<i>Carbon steel</i>	-
Jumlah	1	buah

47. BUCKET ELEVATOR (J-153)

Fungsi : Mengangkut coal menuju F-154

Tabel V.47. Spesifikasi Bucket Elevator (J-153)

Ukuran <i>bucket</i>	6 × 4 × 41/4
Jarak antar <i>bucket</i>	14 in
Kapasitas maksimum	14 ton/jam
<i>Elevator Center</i>	25 ft = 7,62 m
Kecepatan <i>bucket</i>	68,6 m/min
Lebar <i>belt</i>	7 in
Kecepatan <i>head shaft</i>	43 rpm
Power	1,1 Hp
Jumlah Pengangkut	34 buah
<i>Diameter shaft</i>	
<i>Head</i>	1,9375 in
<i>Tail</i>	1,9375 in
<i>Diameter spoker</i>	
<i>Head</i>	20 in
<i>Tail</i>	14 in

48. TANGKI PENAMPUNGAN (F-154)

Fungsi : Menampung coal yang telah sesuai dengan ukuran

Tabel V.48. Spesifikasi Tangki Penampungan (F-154)

Parameter	Spesifikasi	Satuan
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel, SA 285, Grade A</i>	-
Tutup atas	<i>standar dished head</i>	-
Tutup bawah	<i>Conical</i> dengan sudut 120°	-
OD tangki	3,048	m
ID tangki	3,038	m
Tinggi silinder	4,558	m
Tinggi <i>conical</i>	0,877	m
Tinggi <i>dished</i>	0,955	m
Tinggi tangki	4,104	m
Volume tangki	37,558	m ³
Volume silinder	33,062	m ³
Volume <i>conical</i>	2,121	m ³
Volume <i>dished</i>	2,376	m ³
Tebal silinder	0,188	in
Tebal <i>conical</i>	0,375	in
Tebal <i>dished</i>	0,250	in

49. POMPA (L-222)

Fungsi : Mengalirkan air pendingin menuju E-220

Tabel V.49. Spesifikasi Pompa (L-222)

Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	
Jumlah	1	
Kapasitas	282,0	gpm
NPS	6	in
Power	7,5	Hp

50. POMPA (L-342)

Fungsi : Mengalirkan air pendingin ke E-340

Tabel V.50. Spesifikasi Pompa (L-342)

Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	
Bahan	<i>Commercial Steel</i>	
Jumlah	1	
Kapasitas	393,9	gpm
NPS	8	in
Power	7,5	Hp

51. BLOWER (G-213)

Fungsi : Mensuplai udara ke B-210

Tabel V.51. Spesifikasi Blower (G-213)

Blower (G-213)		
Tekanan udara dalam blower	1,1	atm
Tipe Blower	<i>single stage rotary blower</i>	
Rasio	1:1	
Power blower	112,332	Hp
Effisiensi	80	%

52. BLOWER (G-332)

Fungsi : Mensuplai udara ke B-330

Tabel V.52. Spesifikasi Blower (G-332)

Blower (G-332)		
Tekanan udara dalam blower	1,1 atm	atm
Tipe Blower	<i>single stage rotary blower</i>	
Rasio	1:1	
Power blower	21,225	Hp
Effisiensi	80	%

53. BAK PENAMPUNG F-133

Fungsi : Menampung kotoran dan impurities bittern yang tersaring

Tabel C.53. Spesifikasi Bak Penampung F-133

Parameter	Ukuran	Satuan
Kapasitas	2397,300	kg/jam
Panjang	6	m
Lebar	6	m
Luas	31,7	m
Tinggi	6	m
Bahan	-	HDPE
Waktu simpan	7	hari
Jumlah	1	buah

V.2. HARGA PERALATAN

Harga alat yang digunakan untuk Pabrik Magnesium Oksida dari Dolomit dan Bittern adalah sebagai berikut :

Tabel C.54 Penaksiran Harga Alat

No	Kode Alat	Nama Alat	Jumlah (Unit)	Harga
1	X-111	Gudang Dolomit	1	\$ 566
2	J-112	<i>Belt Conveyor</i>	1	\$ 14.032
3	C-110	<i>Impact Crusher</i>	1	\$ 98.673
4	J-113	<i>Belt Conveyor</i>	1	\$ 27.837
5	J-114	<i>Belt Conveyor</i>	1	\$ 24.216
6	H-115	<i>Screen Filter</i>	1	\$ 6.563
7	J-121	<i>Belt Conveyor</i>	1	\$ 14.032
8	C-120	<i>Ball mill</i>	1	\$ 106.481
9	J-122	<i>Belt Conveyor</i>	1	\$ 33.268
10	H-124	<i>Screen Filter</i>	1	\$ 145.860
11	J-123	<i>Belt Conveyor</i>	1	\$ 25.687
12	J-125	<i>Bucket Elevator</i>	1	\$ 17.539
13	F-126	Silo	1	\$ 19.576
14	F-131	<i>Storage tank</i>	1	\$ 13.579
15	H-130	<i>Filter</i>	1	\$ 13.579
16	F-132	<i>Sotrage Tank</i>	1	\$ 13.579
17	F-133	<i>Filtrate Storage tank</i>	1	\$ 3.395

18	L-134	Pompa Bittern	1	\$ 4.526
19	E-135	<i>Heat Exchanger</i>	1	\$ 2.603
20	X-151	<i>Coal Storage</i>	1	\$ 13.579
21	J-152	<i>Belt Conveyor</i>	1	\$ 33.947
22	C-150	<i>Coal Crusher</i>	1	\$ 509.549
23	F-153	<i>Coal Silo</i>	1	\$ 13.579
24	F-140	<i>PAM Silo</i>	1	\$ 16.974
25	J-211	<i>Belt Conveyor</i>	1	\$ 14.032
26	B-210	<i>Rotary Kiln</i>	1	\$ 1.772.908
27	S-212	<i>Cyclone</i>	1	\$ 2.263
28	G-213	<i>Blower</i>	1	\$ 4.074
29	J-214	<i>Belt Conveyor</i>	1	\$ 24.782
30	E-220	<i>Rotary Cooler</i>	1	\$ 37.568
31	J-221	<i>Belt Conveyor</i>	1	\$ 12.221
32	L-222	<i>Pompa</i>	1	\$ 4.526
33	J-223	<i>Bucket Elevator</i>	1	\$ 17.539
34	F-224	Storage tank	1	\$ 13.579
35	R-230	<i>Hidration Reactor</i>	1	\$ 81.926
36	B-240	<i>Reactor</i>	1	\$ 496.535
37	L-241	Pompa	1	\$ 4.526
38	F-311	<i>Tank with Agitator</i>	1	\$ 88.716
39	H-310	<i>Setling tank</i>	1	\$ 17.313
40	H-320	<i>Rotary Vacuum Filter</i>	1	\$ 199.723
41	B-330	<i>Rotary Kiln</i>	1	\$ 1.078.505
42	S-331	<i>Cyclone</i>	1	\$ 2.263

43	G-332	<i>Compressor</i>	1	\$ 33.947
44	J-333	<i>Belt Conveyor</i>	1	\$ 33.947
45	B-340	<i>Rotary Cooler</i>	1	\$ 35.984
46	J-341	<i>Belt Conveyor</i>	1	\$ 18.332
47	L-342	<i>Pompa</i>	1	\$ 4.526
48	J-343	<i>Bucket Elevator</i>	1	\$ 18.105
49	C-410	<i>Ball mill</i>	1	\$ 177.997
50	H-411	<i>Particle Sreener</i>	1	\$ 6.789
51	J-412	<i>Pneumatic conveyor</i>	1	\$ 54.089
52	G-413	<i>Blower</i>	1	\$ 4.074
53	H-414	<i>Cyclone</i>	1	\$ 1.924
54	F-415	<i>Storage tank</i>	1	\$ 15.322
Total Harga				\$ 5.451.253

www.matche.com

www.alibaba.com

Dimana nilai kurs dolar dari www.bi.go.id

Kurs dollar = \$ 1 = Rp 14.500

Maka,

Total harga peralatan proses = \$ 5.451.253
= **Rp 79.342.982.356**

BAB VI

ANALISA EKONOMI

Analisis ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan parameter analisis ekonomi. Parameter kelayakan tersebut antara lain IRR (*Internal Rate of Return*), POT (*Pay Out Time*), ROI (*Return on Investment*), dan BEP (*Break Even Point*).

VI.1. Pengelolaan Sumber Daya Manusia

VI.1.1. Bentuk Badan Perusahaan

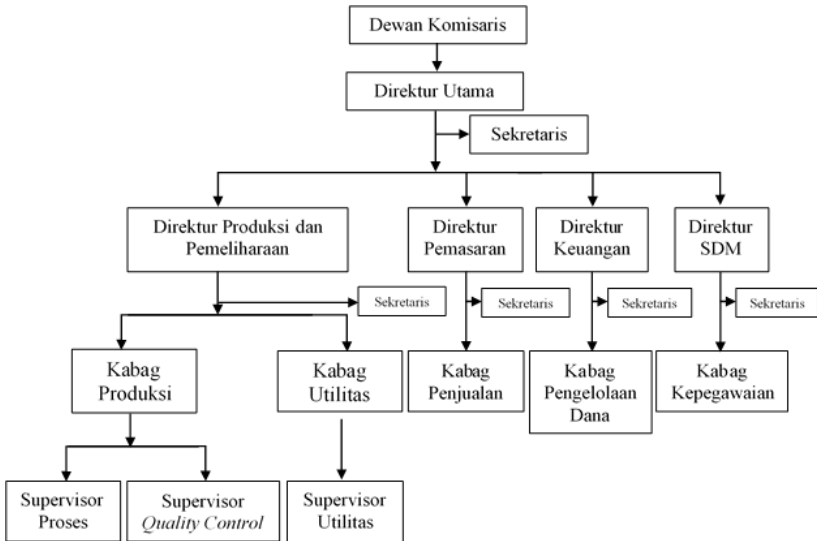
Bentuk badan perusahaan Pabrik Magnesium Oksida dari Dolomit dan Bittern ini dipilih Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan suatu persekutuan yang menjalankan perusahaan dengan modal usaha yang terbagi atas beberapa saham, dimana tiap sekutu (disebut juga persero) turut mengambil bagian sebanyak satu atau lebih saham. Hal ini dipilih karena beberapa pertimbangan sebagai berikut:

1. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh yaitu dari penjualan saham maupun dari pinjaman.
2. Pemilik modal adalah pemegang saham sedangkan pelaksanaannya adalah dewan komisaris.
3. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi ditangani oleh pemimpin perusahaan.
4. Kekayaan pemegang saham terpisah dari kekayaan perusahaan, sehingga kekayaan pemegang saham tidak menentukan modal perusahaan.

VI.1.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Berdasarkan sistem organisasi yang dipilih, yakni garis dan *staff* maka disusunlah suatu bagan struktur organisasi perusahaan. Jumlah setiap bagian yang ada didasarkan pada jumlah tenaga kerja yang diperlukan oleh perusahaan. Dimana perusahaan

dengan kapasitas 12,626 ton/hari dengan tiga tahapan proses utama, maka diperlukan jumlah tenaga kerja sebanyak 153 pekerja. (Timmerhauss, 1991)



Gambar VI.1 Struktur Organisasi Perusahaan

Bagan diatas merupakan struktur organisasi perusahaan dari Pabrik Magnesium Oksida dari Dolomit dan Bittern ini dan berikut ini merupakan penjelasan pembagian kerja dalam organisasi perusahaan tersebut :

1. Dewan Komisaris

Dewan Komisaris bertindak sebagai wakil dari pemegang saham. Komisaris diangkat menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian dan dapat diberhentikan setiap waktu apabila bertindak tidak sesuai dengan anggaran dasar atau kepentingan dari kalangan pemegang saham dari perseroan tersebut.

Tugas dewan komisaris :

- Mengawasi direktur dan berusaha agar tindakan direktur tidak merugikan perseroan.

- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan.
- Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan.
- Memberikan nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

2. Direktur Utama

Direktur utama adalah pemegang kepengurusan dalam perusahaan dan merupakan pimpinan tertinggi dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan.

Tugas direktur utama antara lain adalah :

- Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana-rencana dan cara melaksanakannya.
- Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari semua bagian.
- Memberikan instruksi kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris, segala pelaksanaan dari anggaran belanja dan pendapatan perusahaan.
- Menentukan kebijakan keuangan.

Selain tugas-tugas diatas, direktur utama juga berhak mewakili perusahaan secara sah dan langsung disegala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan.

3. Direktur Produksi dan Pemeliharaan

Direktur produksi dan pemeliharaan bertugas membantu direktur utama dalam pelaksanaan tugasnya, terutama yang berhubungan dengan operasi produksi pabrik, konstruksi pabrik dan kualitas dari bahan baku yang digunakan, serta produk yang dihasilkan. Dalam hal

ini, seorang direktur produksi dan pemeliharaan dibantu oleh supervisor yang menangani bidang proses dan *quality control*, dan membawahi *supervisor* di bagian masing-masing.

Tugas direktur produksi dan pemeliharaan antara lain adalah :

- Membantu direktur utama dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok bidang operasi produksi pabrik dalam hal produksi, konstruksi pabrik dan kualitas dari bahan baku serta produk yang dihasilkan.
- Menentukan kebijakan operasi pabrik agar dapat memperoleh hasil maksimal.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari bagian produksi.
- Memberikan instruksi kepada bawahannya untuk melaksanakan tugas masing-masing.
- Bertanggung jawab langsung kepada direktur utama.

4. Direktur Pemasaran

Direktur pemasaran bertugas membantu direktur utama dalam pelaksanaan tugasnya yang berhubungan dengan pemasaran. Dalam hal ini direktur pemasaran dibantu oleh kepala bagian yang menangani bidang penjualan, dan membawahi beberapa karyawan bidangnya.

Tugas direktur pemasaran antara lain sebagai berikut :

- Membantu direktur utama dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang pemasaran.
- Menentukan kebijakan pemasaran agar dapat memperoleh hasil maksimal.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari bagian pemasaran.
- Memberikan instruksi kepada bawahannya untuk melaksanakan tugas masing-masing.
- Bertanggung jawab langsung kepada direktur utama.

5. Direktur Keuangan

Direktur keuangan bertugas membantu direktur utama dalam pelaksanaan tugasnya yang berhubungan dengan hal keuangan dan pembukuan perusahaan. Dalam hal ini, direktur keuangan dibantu oleh kepala bidang pengelolaan dana membawahi karyawan di bidangnya.

Tugas direktur keuangan antara lain adalah :

- Membantu direktur utama dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok bidang keuangan dan pembukuan perusahaan.
- Menentukan kebijakan keuangan pabrik agar dapat memperoleh keuntungan maksimal.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari bagian keuangan.
- Memberikan instruksi kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Bertanggung jawab langsung kepada direktur utama.

6. Direktur Sumber Daya Manusia (SDM)

Direktur SDM bertugas membantu direktur utama dalam pelaksanaan tugasnya yang berhubungan dengan kepegawaian. Dalam hal ini, direktur SDM dibantu oleh seorang kepala bagian kepegawaian yang membawahi beberapa karyawan bidangnya.

Tugas direktur SDM antara lain adalah :

- Membantu direktur utama dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang kepegawaian, fasilitas bagi karyawan, peningkatan mutu karyawan, pelayanan terhadap masyarakat maupun karyawan serta keamanan pabrik.
- Mengadakan koordinasi yang tepat dari bagian kepegawaian.
- Memberikan instruksi kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- Bertanggung jawab langsung kepada direktur utama.

7. Kepala Bagian Produksi

Tugas kepala bagian produksi antara lain adalah :

- Bertanggung jawab langsung kepada direktur produksi.
- Memastikan dalam produksi berjalan lancar.
- Memastikan produksi sesuai dengan spesifikasi alat yang telah ada.
- Memastikan bahwa bagian produksi menguasai proses produksi.

8. Kepala Bagian Utilitas

Tugas kepala bagian produksi antara lain adalah :

- Memelihara alat-alat dalam utilitas dan untuk IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah)

9. Kepala Bagian Penjualan

Tugas kepala bagian penjualan antara lain adalah :

- Mengusahakan agar hasil-hasil produksi dapat disalurkan dan didistribusikan secara tepat agar harga jual terjangkau dan mendapat keuntungan optimum.
- Mengumpulkan fakta-fakta kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya.
- Berkoordinasi dengan karyawan bidang penjualan.
- Bertanggung jawab langsung kepada direktur pemasaran.

10. Kepala Bagian Pengelolaan Dana

Tugas kepala bagian pengelolaan dana antara lain adalah :

- Mengadakan kontak dengan pihak penjual bahan baku dan mempersiapkan *order-order* pembelian. Untuk mempersiapkan pembelian, harus ditetapkan :
 - Barang yang dibeli
 - Jumlah yang dibeli
 - Waktu pembelian
 - Tempat pembelian
 - Syarat penyerahan barang yang akan dibeli

- Mengumpulkan fakta-fakta kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya.
- Berkoordinasi dengan karyawan bidang pengelolaan dana.
- Bertanggung jawab langsung kepada direktur keuangan.

11. Kepala Bagian Kepegawaian

Tugas kepala bagian kepegawaian antara lain adalah :

- Mengurusi penelitian dan pelatihan terhadap karyawan maupun pelajar yang akan melakukan kerja praktek.
- Mengurusi kesejahteraan karyawan meliputi gaji, tunjangan dan penerimaan pegawai baru.
- Mengurusi fasilitas bagi karyawan, peningkatan mutu karyawan, pelayanan terhadap masyarakat maupun karyawan serta keamanan pabrik.
- Bertugas untuk memberikan bantuan kepada direktur SDM dalam masalah-masalah kepegawaian, antara lain : penerimaan, pemilihan, penempatan, pemberhentian tenaga kerja dan masalah upah.
- Bertanggung jawab langsung kepada direktur SDM.

12. Supervisor Proses

Supervisor proses bertugas mengusahakan agar proses produksi dilakukan dengan teknik yang efektif dan efisien dan memudahkan karyawan sehingga diperoleh produk dengan biaya rendah, kualitas tinggi dan harga yang bersaing yang diinginkan dalam waktu yang sesingkat mungkin.

Tugas supervisor proses antara lain adalah :

- Mengumpulkan fakta-fakta kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya.
- Mengkoordinasikan karyawan bagian produksi yang terdiri dari *supervisor* dan operator yang bekerja langsung di lapangan.
- Bertanggung jawab langsung kepada kepala bagian produksi.

13. Supervisor *Quality Control*

Tugas supervisor *quality control* antara lain adalah :

- Mengontrol kualitas produk, meneliti, dan mengembangkan penggunaan bahan baku serta produksi yang lebih baik dan lebih ekonomis.
- Menganalisa bahan baku proses dan analisa produk secara kimia maupun fisik.
- Mengumpulkan fakta-fakta kemudian menggolongkannya dan mengevaluasinya.
- Bertanggung jawab langsung kepada kepala bagian produksi.

14. Supervisor Utilitas

Tugas supervisor utilitas antara lain adalah :

- Mengawasi dan mengatur support *forklift* dan alat berat ke semua bagian.
- Mengkoordinasikan karyawan bagian utilitas yang terdiri dari *supervisor* dan operator yang bekerja langsung di lapangan.
- Menjaga ketersediaan sistem/ metode/ prosedur baku yang terukur untuk meningkatkan dan mengevaluasi sistem/ metode/ prosedur pemeliharaan dan perbaikan mesin utilitas maupun cara mengoperasikannya dengan mengatur dan memonitor jadwal pemeliharaan dan perbaikan.
- Bertanggung jawab langsung kepada kepala bagian utilitas.

VI.1.3. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Pabrik Magnesium Oksida dari Dolomit dan Bittern ini memiliki kapasitas 100.000 ton/tahun atau 12,626 ton/hari. Berdasarkan kapasitas tersebut dan jenis proses yang terjadi di pabrik, maka diperoleh bahwa pabrik ini membutuhkan jam tenaga kerja sebanyak 60 jam tenaga kerja per hari untuk setiap tahapan prosesnya. Selain itu, pabrik ini secara garis besar memiliki enam tahapan utama, yakni persiapan bahan baku, proses utama, dan

purifikasi. Sehingga bila dikalikan dengan tahapan proses yang ada, maka dalam satu hari pabrik ini membutuhkan 240 jam tenaga kerja. Dengan jam kerja operator selama 8 jam maka dibutuhkan 23 tenaga kerja sebagai operator (Timmerhauss, 1991)

VI.1.4. Status Karyawan dan Pemberian Gaji

Sistem pemberian gaji karyawan dibedakan menurut status karyawan, tingkatan pendidikan, besar kecilnya tanggung jawab/kedudukannya, serta keahlian dan masa kerja. Berdasarkan statusnya, karyawan pabrik dapat digolongkan menjadi 3 golongan sebagai berikut :

a. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

b. Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh direksi tanpa SK dari direksi dan mendapat upah harian yang dibayar setiap akhir pekan.

c. Pekerja Borongan

Pekerja borongan adalah tenaga yang diperlukan oleh pabrik bila diperlukan pada saat tertentu saja, misalnya : tenaga *shut down*, bongkar muat bahan baku. Pekerja borongan menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan tertentu.

Tabel VI.1 Perhitungan Gaji Karyawan

No	Jabatan	Gaji/ bulan (Rp)	Jumlah	Total (Rp)
1	Dewan Komisaris	30.000.000	3	90.000.000
2	Direktur utama	40.000.000	1	40.000.000

3	Direktur Produksi dan Pemeliharaan	25.000.000	1	25.000.000
4	Direktur Keuangan	25.000.000	1	25.000.000
5	Direktur Pemasaran	25.000.000	1	25.000.000
6	Direktur SDM	25.000.000	1	25.000.000
7	Sekretaris	5.000.000	5	25.000.000
8	Kepala Bagian			
	a. Kabag Produksi	15.000.000	1	15.000.000
	b. Kabag Utilitas	15.000.000	1	15.000.000
	c. Kabag Penjualan	15.000.000	1	15.000.000
	d. Kabag Pengelolaan Dana	15.000.000	1	15.000.000
	e. Kabag Kepegawaian	15.000.000	1	15.000.000
9	Supervisor			
	a. Utilitas	10.000.000	2	20.000.000
	b. Proses	10.000.000	6	60.000.000
	c. Quality Control	10.000.000	1	10.000.000
10	Operator			
	a. Maintenance	4.500.000	18	68.400.000
	b. Utilitas	4.500.000	14	53.200.000
	c. Proses	4.500.000	23	103.500.000
	d. Quality Control	4.500.000	6	22.800.000
	e. Gudang	4.500.000	6	2.800.000

11	Karyawan			
	a. Dokter	10,000,000	5	50,000,000
	b. Perawat	4,000,000	5	20,000,000
	c. Penjualan	3,800,000	5	19,000,000
	d. Pembukuan	3,800,000	3	11,400,000
	e. Pengelolaan Dana	3,800,000	3	11,400,000
	f. Kepegawaian	3,00,000	5	19,000,000
	g. Pendidikan dan Latihan	3,800,000	5	19,000,000
12	Keamanan	3,000,000	9	27,000,000
13	Sopir	3,000,000	7	21,000,000
14	Pesuruh/tukang kebun	3,000,000	12	36,000,000
TOTAL			153	885,300,000

Untuk tenaga kerja operator dan karyawan tidak tetap, diberlakukan sistem waktu kerja *shift*. Sistem ini terdiri atas tiga *shift*, yaitu pagi, sore, dan malam, dengan tujuan ada waktu istirahat lebih untuk karyawan tersebut. Dimana sistem pembagian jam kerja adalah sebagai berikut :

Tabel VI.2 Pembagian Jam Kerja Karyawan

<i>Shift</i>	Jam Kerja
<i>Shift</i> pagi	08.00 – 16.00
<i>Shift</i> siang	16.00 – 00.00
<i>Shift</i> malam	00.00 – 08.00

VI.2. AnalisaEkonomi

VI.2.1. Internal Rate of Return (IRR)

Dari hasil perhitungan pada appendix D, diperoleh harga $i = 33,61\%$, Harga i yang diperoleh lebih besar dari harga i untuk

bunga pinjaman, yaitu 12% per tahun. Sehingga, dengan harga i tersebut, menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan.

VI.2.2. Pay Out Time (POT)

Dari hasil perhitungan pada appendiks D halaman D-14, diperoleh bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah 4,38 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang diperoleh lebih kecil dari perkiraan umur pabrik.

VI.2.3. Return on Investment (ROI)

Dari hasil perhitungan pada appendiks D, diperoleh bahwa laju pengembalian modal adalah 31,09 % Menurut tabel 54, buku Aries and Newton, pabrik ini dikategorikan sebagai *middle risk*.

VI.2.4. Break Even Point (BEP)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC) merupakan biaya yang tidak dipengaruhi kapasitas produksi, biaya variabel (VC) atau biaya yang dipengaruhi secara langsung oleh kapasitas produksi, biaya semivariabel (SVC) yang dipengaruhi secara tidak langsung oleh kapasitas produksi, dan biaya total atau total dari ketiga biaya diatas. Dari perhitungan pada appendiks D-16, diperoleh nilai titik impas (BEP) = 31,64%.

BAB VII KESIMPULAN

Pra Desain Pabrik Magnesium Oksida dari Dolomit dan Bittern dengan Kapasitas 100.000 ton/tahun ini didasarkan pada beberapa pertimbangan. Ditinjau dari segi bahan baku, pabrik ini memiliki pasokan bahan baku yang memadai dan sebagian besar diperoleh dari dalam negeri. Sedangkan, dari segi pemasaran, dengan semakin meningkatnya kebutuhan magnesium oksida kualitas tinggi di Indonesia, maka pabrik ini memiliki potensi yang sangat baik untuk didirikan di Indonesia.

Dari hasil-hasil yang telah diuraikan dalam bab-bab sebelumnya, maka disimpulkan bahwa :

1. Perencanaan Operasi : 24 jam/ hari, 330 hari/ tahun
2. Kapasitas Produksi : 100.000 ton/ tahun
3. Kebutuhan Bahan Baku
 - a. Dolomit : 802.739,469 kg/ hari
 - b. Bittern : 6.269.095,83 kg/ hari
4. Umur Pabrik : 10 tahun
5. Analisa Ekonomi
 - a. Pengeluaran
 - Struktur Permodalan : Sendiri 40%
Pinjaman 60%
 - Tingkat Bunga Pinjaman: 12%
 - *Total Capital Investment* : Rp. 665.151.253.078,4
 - *Total Production Cost* : Rp. 692.343.513.082,7
 - b. Pemasukan
 - Hasil Penjualan : Rp. 1.047.960.000.000
 - c. Rehabilitasi Perusahaan
 - *Internal Rate of Return* : 43,89 % per tahun
 - *Pay Out Time* : 4,522 tahun
 - *Return on Investment* : 29,88 %
 - *Break Even Point* : 31,58 %

Dari data-data yang telah disebutkan diatas, maka Pabrik Magnesium Oksida dari Dolomit dan Bittern dengan Kapasitas 100.000 ton/tahun ini layak untuk dilanjutkan ke detail desain.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw., -Hill Book Company, New York
- Badan Pusat Statistik. 2018 . *Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri*. Jakarta : BPS
- Bhatti, A.S. & Dollimore, D & Dyer, A. 1984. *Magnesia from seawater: a review.. Clay Minerals*. 19. 865-875.
- Bond, F.C. 1952. The third theory of comminution. *Mining Engineering*. Trans. AIME 484-492
- Brownell, L.E., Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design Vessel Design*, Michigan
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1989, *An Introduction to Chemical Engineering*, Allyn and Bacon Inc., Massachuset
- Deborah, A. Kramer. 1992. *Magnesite and Magnesia*. From Minerals Yearbook Volume 1. Metals and Minerals. U.S. Bureau of Mines. 1992, pp. 163-173
- Deolalkar. 2015. *Designing Green Cement Plants 1st Edition*. Oxford : Butterworth-Heinemann
- ESDM. 2016. *Statistik Ketenagalistrikan*. Jakarta : Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan
- Geankoplis, Christie J. 1983. *Transport processes and unit operations*. Boston: Allyn and Bacon.
- Ghosh, P. K., Ghara, K. K., Korat, N., Bhalodia, D., Solanki, J., Maiti, P. 2014. *Production of Pure Potassium Salts Directly From Sea Bittern Employing Tartaric Acid as a Benign and Recyclable K⁺ precipitant*. Royal Society of Chemistry. 4:3470-34711.
- <http://www.bi.go.id/>
- <http://www.bisakimia.co.id/> diakses pada 2 Januari 2019
- <http://www.bukalapak.com/> diakses pada 2 Januari 2019
- <http://www.takasago-inc.co.jp/> diakses pada 3 Januari 2019
- <http://www.webmineral.com/> diakses pada 2 September 2018
- <http://www.wiratech.co.id/> diakses pada 28 Desember 2018

- <https://www.carlroth.com/> diakses pada 1 Januari 2019
- <https://www.chemengonline.com/> diakses pada 3 Januari 2019
- <https://www.engineeringtoolbox.com/> diakses pada 1 Januari 2019
- <https://www.vipeakgroup.com/> diakses pada 1 Januari 2019
- IHS Market. 2017. *Annual Report 2017*. London : IHS Markit Indonesia. Pusat Survei Sumberdaya Alam Laut-Bakosurtanal. Jakarta. 76 hlm.
- Kern, D.Q., 1950, *Process Heat Transfer*, McGraw Hill International Book Company, Singapura
- Klabunde, K.J, 2001, *Nanoscale Material in Chemistry*, John Wiley & Sons Inc, New York
- Klein, C dan Hurlbut, C.S.J. 1993. *Manual of mineralogy. 21st edition*, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Kusnarjo. 2008. *Ekonomi Teknik Kimia*. Surabaya : ITS Press
- Madiadipoera, T., 2006. *Bahan Galian Industri di Indonesia. Pusat Sumber Daya Geologi, Departemen ESDM*, Jakarta, hh. 1-48.
- Masaba. 2018. *Crushing Equipment*. South Dakota : Masaba Mining Equipment, Inc
- Morton Salt Company. 2014. *The composition of Sea Water and Its Concentrates*. Chicago: Morton Salt
- Nadia, M., Zainuri, M., Efendy, M. 2015. Prototype Pupuk Multinutrient Berbasis Phospate Berbahan Dasar Limbah Garam (Bittern) Sebagai Alternatif Solusi Penumbuh Pakan Alami. *Jurnal Kelautan*. 8:1907-9931.
- Sembiring, N. 2011. *Pemanfaatan dan*
- Panda J.D., dkk. 1980. *Paten US 4370422 : Process For The Production Of Magnesium Oxide From Brine Or Bittern*. Dalmia Institute of Scientific and Industrial Research Orissa Cement Ltd.
- Perry, R.H., Green, D., 1997, *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th ed.*, McGraw-Hill Companies Inc., USA
- Peters, M.S.,
- Perry, Robert H., and Don W. Green. 2008. *Perry's chemical engineers' handbook*. New York: McGraw-Hill.

- Pettijohn, F.J. 1956. *Sedimentary Rocks*. United Kingdom : Harper & Brothers
- Pusat Data, Statistika, dan Informasi. 2015. Kelautan dan Perikanan Dalam Angka 2015. Kementrian Kelautan dan Perikanan. 176 hlm.
- Saputro, N. Edrus, S. Hartini, dan A. Poniman. 2010. Peta Lahan Tambak Garam
- Sinnott, R. K., J. M. Coulson, and J. F. Richardson. 2005. *Coulson & Richardson's chemical engineering*. Vol. 6, Vol. 6. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Smith, J.M., Van Ness, H.C., Abbott, M.M., 2001, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 6th ed*, McGraw Hill Book Company Inc, New York
- Spivakovsky, A. and Dyachkov, V. *Conveyors and Related Equipment*. Peace Publishers, Moscow.
- Sutiyono. 2006. *Pemanfaatan Bittern Sebagai Koagulan Pada Limbah Cair Industri Kertas*. Jurnal Teknik Kimia. 1:1-9
- Timmerhaus, K.D., West, R.E., 2003, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 5 th ed., McGraw Hill, New York
- U.S. Environmental Protection Agency. 2018. *Technical Background Document, Development of Cost, Economic, and Small Business Impacts Arising from the Reinterpretation of the Bevill Exclusion for Mineral Processing Wastes*. pp. 4-6.
- Ullmann's, 1999, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, vol.A11, VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim
- Ullrich, G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*, John Wiley & Sons, New York
- Usaha Sari Air Laut Berbasis Masyarakat. Disampaikan pada Seminar Melalui Teknologi Tepat Guna Kita Tingkatkan Produksi dan Kualitas Pergaraman Rakyat. Jakarta. 16 Februari 2011.
- Valverde, J dkk. 2015. *Thermal decomposition of dolomite under CO₂: Insights from TGA and in-situ XRD analysis*.

- Physical chemistry chemical physics : PCCP. 17.
10.1039/c5cp05596b.
- Walas, S.M., 1990, *Chemical Process Equipment*, 3rd ed, Butterworths series in chemical engineering, USA
- Wiensz, K dan Bischoff, F. 1974. *US 3836627 : Process for Making Magnesium Oxide and Magnesium Hydroxide From Calcined Dolomite And Magnesium Chloride*. Dalmia Institute of Scientific and Industrial Research Orissa Cement Ltd.
- Yildirim, M. and Akarsu, H., 2010. *Preparation of magnesium oxide (MgO) from dolomite by leach precipitation-pyrohydrolysis process. physicochemical problems of mineral processing*, Vol.44, p. 257 – 272.
- Yustanti, Erlina. 2004. *Ekstraksi MgO Dari Mineral Dolomit Melalui Proses Hidrasi Dan Karbonisasi*. Dasar-Dasar Teknik Kimia. ISSN 1410-9891