



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

PRA DESAIN PABRIK
PUPUK NPK DENGAN METODE *MIXED ACID ROUTE*

Hana Putri Tuadayani
NRP 02211640000038

Sang Made Satria Manika Paramaditya
NRP 02211640000162

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.
NIP. 1961 08 02 1986 01 1001
Dr. Lailatul Qadariyah, S.T.,M.T.
NIP. 1976 09 18 2003 12 2002

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA
SISTEM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2020

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM
DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA**



**PRA DESAIN PABRIK
PUPUK NPK DENGAN METODE *MIXED ACID ROUTE***

Disusun oleh:

HANA PUTRI TUADAYANI

NRP. 0221164000038

SANG MADE SATRIA M.P.

NRP. 02211640000162

DOSEN PEMBIMBING:

Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.

NIP. 1961 08 02 1986 01 1001

Dr. Lailatul Qadarivah, S.T., M.T.

NIP. 1976 09 18 2003 12 2002

**LABORATORIUM TEKNOLOGI PROSES KIMIA
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Desain Pabrik Kimia dengan Judul :



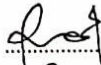


“Pupuk NPK dengan Metode *Mixed Acid Route*”

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

Oleh :

Hana Putri Tuadayani NRP. 0221164000038
Sang Made Satria Manika Paramaditya NRP. 02211640000162

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Desain Pabrik Kimia :

1. Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA.  (Pembimbing I)
2. Dr. Lailatul Qadariah, S.T.,M.T.  (Pembimbing II)
3. Donny Satria Bhuana, S.T., M.Eng.,Sc.  (Penguji I)
4. Dr. Yeni Rahmawati, S.T.,M.T.  (Penguji II)
5. Ir. Ignatius Gunardi, M.T.  (Penguji III)



INTISARI

Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian besar penduduknya bekerja sebagai petani sehingga menyebabkan sektor pertanian berperan besar terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia. Salah satu faktor produksi pertanian yang terpenting adalah pupuk karena dapat meningkatkan dan mengefisienkan produksi baik secara kualitas, maupun kuantitas.

Pupuk adalah bahan yang diberikan pada tanaman untuk memenuhi unsur yang dibutuhkan tanaman tersebut dalam memenuhi nutrisinya. Selain unsur utama (C,H,O) yang diperlukan untuk melakukan fotosintesis, ada beberapa unsur yang wajib dipenuhi yaitu N, P, K, Ca, Mg, S. Tiga unsur pertama (N, P, K) adalah unsur tambahan yang persentasenya terbesar diantara unsur lainnya.

Pupuk buatan yang beredar di masyarakat juga terbagi menjadi dua yaitu pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Salah satu contoh pupuk majemuk adalah pupuk NPK yang merupakan pupuk anorganik yang dirumuskan pada konsentrasi yang sesuai dan kombinasi memberikan tiga nutrisi utama untuk berbagai tanaman dan kondisi pertumbuhan, yaitu N (nitrogen), P (fosfor), serta K (kalium). Permintaan pupuk NPK meningkat pesat sebesar 5,67% dari 4.801.567 ton menjadi 5.078.544 ton. Keunggulannya pupuk NPK bila dibandingkan dengan pupuk tunggal, yaitu:

1. Aplikasi pemupukan lebih praktis karena tidak perlu mencampurkan beberapa jenis pupuk tunggal.
2. Mengantisipasi masalah kelangkaan salah satu jenis pupuk tunggal.
3. Dapat memilih formula dan komposisi campuran yang dikehendaki dengan pertimbangan teknis dan ekonomis.
4. Penggunaannya lebih efisien baik dari segi pengangkutan maupun penyimpanan.
5. Hasil pencampuran melalui proses produksi menghasilkan kualitas campuran produk yang homogen
6. Mudah menyerap molekul air sehingga mudah diserap oleh tanaman, serta cocok untuk berbagai macam tanaman.

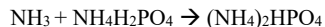
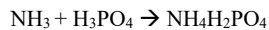
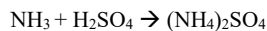
Setiap tahun, kebutuhan pupuk NPK cenderung meningkat, namun produksi pupuk NPK cenderung stagnan. Hal ini perlu dihindari, karena apabila kondisi ini berlanjut, maka akan terjadi defisit pasokan pupuk. Defisit pasokan pupuk NPK sangat dihindari, karena jika hal tersebut terjadi, maka jumlah pupuk yang diaplikasikan ke areal pertanian akan

menurun, sehingga dapat dipastikan produktivitas pertanian pun akan menurun. Oleh karena itu, perlu dibangunnya suatu pabrik pupuk NPK baru yang mempunyai kapasitas cukup besar untuk menutup defisit yang terjadi. Selain itu, pembangunan pabrik pupuk NPK juga mendukung program pemerintah untuk berswasembada pangan, karena dengan meningkatnya pasokan pupuk, maka diharapkan produktivitas pertanian juga akan meningkat.

Pabrik NPK ini akan dibangun di Manyarejo, Kecamatan Manyar. Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Pemilihan tempat tersebut melalui beberapa pertimbangan, antara lain:

- Ketersediaan bahan baku yang mayoritas dekat dengan lokasi pendirian pabrik sehingga akan memudahkan penyiapan bahan baku, selain itu juga menghemat biaya transportasi.
- Lokasi pemasaran dimana pada daerah Jawa Timur dengan mempertimbangkan lahan perkebunan pada suatu daerah, sehingga lokasi pemasaran utama adalah Kabupaten Malang, Blitar, dan Kediri.
- Lokasi pabrik juga mempertimbangkan utilitas pabrik dimana Badan Pusat Statistik pada tahun 2017, di Jawa Timur terdapat 38 perusahaan air bersih.
- Kabupaten Gresik memiliki jumlah penduduk angkatan kerja menganggur yang dapat diserap oleh pabrik pupuk NPK.

Secara garis besar, pembuatan pupuk NPK menggunakan proses *mixed acid route*, yaitu proses pencampuran dan pereaksian. Pada proses ini digunakan bahan baku padat berupa urea, KCl, dan *clay*, sedangkan bahan baku liquid berupa H_2SO_4 , H_3PO_4 , dan NH_3 . Tahap pertama dari proses ini adalah pencampuran bahan baku padat di *pug mill* agar homogen. Kemudian bahan baku liquid direaksikan di neutralizer reactor untuk membentuk slurry. Reaksi yang terjadi di reaktor adalah:



Semua bahan baku tersebut dimasukkan ke dalam granulator untuk membentuk butiran produk. Di dalam granulator juga terjadi reaksi yang sama dengan yang terjadi di reaktor. Produk keluar dari granulator kemudian masuk ke rotary dryer untuk dikeringkan dengan menggunakan udara panas hingga kadar air mencapai 1,5% kemudian didinginkan di rotary cooler. Produk kemudian dipisahkan berdasarkan ukuran, produk yang sesuai

ukuran (onsize) akan masuk ke coater, produk yang oversize akan diperkecil ukurannya dengan menggunakan crusher dan kembali ke screener, sedangkan produk undersize akan langsung ditampung recycle belt conveyer. Setelah itu, produk masuk ke coater untuk dilapisi dengan coating oil dan coating powder agar tidak terjadi caking pada saat penyimpanan produk. Setelah dari coater, produk ditampung di gudang penyimpanan dan siap dijual ke konsumen.

Dari analisa yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Hari operasi : 330 hari
Kapasitas produksi : 470.000 ton / tahun
Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
Lokasi Perusahaan : Desa Manyarejo, Kecamatan Manyar. Kabupaten Gresik, Jawa Timur

Analisa Ekonomi

Masa Konstruksi : 2 tahun

Pembiayaan

- Modal Tetap : Rp 304.448.811.510
- Modal Kerja : Rp 57.084.152.158
- Investasi Total : Rp 333.272.502.740
- Biaya Produksi Total : Rp 3.290.441.783.241

Penerimaan

- Hasil Penjualan / tahun : Rp 3.431.000.000.000

Analisa Ekonomi

- Internal Rate of Return : 37,1% / tahun
- Payout Time : 5,12 tahun
- BEP : 55,45%

Dari analisa yang telah dilakukan, maka pabrik NPK ini layak didirikan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami sampaikan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada kami sehingga dapat menyelesaikan Tugas Pra Desain Pabrik Kimia ini dengan judul “Pra Desain Pabrik Pupuk NPK Dengan Metode *Mixed Acid Route*”.

Tugas Pra Desain Pabrik ini merupakan tugas wajib bagi mahasiswa Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang bertujuan agar mahasiswa dapat memahami dan merancang pabrik dalam dunia industri saat ini dengan pengaplikasian teori yang telah diperoleh selama kuliah.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Pra Desain Pabrik Kimia ini. Secara khusus kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas limpahan rahmatnya kepada kami.
2. Orangtua atas doa dan dukungannya dalam pengerjaan Tugas Pra Desain Pabrik Kimia.
3. Ibu Widiyastuti, S.T, M.T. selaku Kepala Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA selaku Kepala Laboratorium Teknologi Proses Kimia dan dosen pembimbing I yang telah banyak membantu dan memberi masukan dalam pengerjaan Tugas Pra Desain Pabrik Kimia ini.
5. Ibu Dr. Lailatul Qadariah, S.T, M.T selaku Pembimbing II yang telah banyak membantu dan memberi masukan dalam pengerjaan Tugas Pra Desain Pabrik Kimia ini.
6. Segenap bapak dan ibu penguji tugas Pra Desain Pabrik Kimia
7. Bapak dan Ibu dosen di teknik kimia yang telah banyak memberikan ilmunya kepada kami.
8. Anggota lab Teknologi Proses Kimia. Terima kasih atas bantuannya, semangatnya.
9. Teman-teman seperjuangan selama hampir 4 tahun ini, teman-teman angkatan K-56

Dengan menyadari keterbatasan ilmu yang kami miliki, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 9 Januari 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

INTISARI.....	i
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	I-1
BAB II BASIS DESAIN DATA	II-1
II.1. Kapasitas	II-1
II.2. Penentuan Lokasi Pabrik.....	II-2
II.2.1. Ketersediaan Bahan Baku.....	II-3
II.2.2 Lokasi Pemasaran	II-4
II.2.3 Utilitas	II-6
II.2.4 Aksesibilitas dan Fasilitas	II-6
II.2.5 Ketersediaan Tenaga Kerja.....	II-7
II.3. Kualitas Bahan Baku dan Produk.....	II-8
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES	III-1
III.1. Macam Proses.....	III-1
III.1.1 <i>Bulk Blending</i> (Pencampuran).....	III-1
III.1.2 <i>Mixed Acid Route</i>	III-2
III.1.3 <i>Nitrophosphate Route</i>	III-4
III.2. Seleksi Proses	III-6
III.3. Uraian Proses.....	III-7
III.3.1 Persiapan dan Pencampuran bahan baku padat	III-8
III.3.2 Neutralizer	III-8
III.3.3 Granulasibaku padat.....	III-9
III.3.4 Pengeringan Produk.....	III-9
III.3.5 Pendinginan Produk.....	III-10
III.3.6 Screening Produk.....	III-10
III.3.7 Pelapisan Produk	III-10
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI	
IV.1. Neraca Massa	IV-1

IV.2. Neraca Energi.....	IV-12
BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN.....	V-1
V.1. Daftar Peralatan Proses	V-1
V.2. Harga Peralatan Proses	V-2
V.3. Spesifikasi Peralatan	V-3
BAB VI ANALISA EKONOMI	VI-1
VI.1. Struktur Organisasi.....	VI-1
VI.1.1 Umum	VI-1
VI.1.2 Bentuk Perusahaan.....	VI-2
VI.1.3 Bagan Struktur Organisasi	VI-3
VI.1.4 Sistem Kerja	VI-8
VI.2. Sistem Utilitas Pabrik	VI-9
VI.3. Analisa Ekonomi.....	VI-9
VI.4. Perhitungan Analisa Ekonomi	VI-10
BAB VII KESIMPULAN	VII-1
DAFTAR PUSTAKA	xi
APPENDIKS A PERHITUNGAN NERACA MASSA	A-1
APPENDIKS B PERHITUNGAN NERACA ENERGI	B-1
APPENDIKS C PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN	C-1
APPENDIKS D PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI	D-1
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Kapasitas Produksi Pupuk NPK.....	I-2
Tabel I.2	Data Penggunaan Pupuk NPK di Indonesia	I-2
Tabel II.1	Data Ekspor Pupuk NPK	II-1
Tabel II.2	Data Impor Pupuk NPK.....	II-1
Tabel II.3	Kapasitas Produksi Pupuk NPK.....	II-2
Tabel II.4	Supplier atau produsen bahan baku pupuk NPK	II-3
Tabel II.5	Luas Perkebunan dan Jenis Tanaman di Provinsi Jawa Timur tahun 2016 (Ha).....	II-4
Tabel II.6	Kapasitas Pembangkit Listrik Jawa Timur Tahun 2017 (Badan Pusat Statistik).....	II-6
Tabel II.7	Data Ketenagakerjaan Gresik Tahun 2018 (Survei Angkatan Kerja Nasional).....	II-7
Tabel III.1.1	Perbandingan Proses Pembuatan Pupuk NPK.....	III-6
Tabel III.1.2	Perbandingan Kriteria Pembuatan Pupuk NPK Proses Mixed Acid Route	III-7
Tabel IV.1.1	Neraca Massa Pug Mill	IV-1
Tabel IV.1.2	Neraca Massa Neutralizer.....	IV-2
Tabel IV.1.3	Neraca Massa Granulator	IV-3
Tabel IV.1.4	Neraca Massa Granulator Scrubber	IV-4
Tabel IV.1.5	Neraca Massa Rotary Dryer.....	IV-5
Tabel IV.1.6	Neraca Massa Rotary Cooler	IV-6
Tabel IV.1.7	Neraca Massa Screen.....	IV-7
Tabel IV.1.8	Neraca Massa Coater.....	IV-8
Tabel IV.1.9	Neraca Massa Dryer Cyclone	IV-9
Tabel IV.1.10	Neraca Massa Cooler Cyclone.....	IV-10
Tabel IV.1.11	Neraca Massa Recycle Belt Conveyor	IV-11
Tabel IV.1.12	Neraca Massa Tail Gas Scrubber	IV-12
Tabel IV.2.1	Neraca Energi Pug Mill	IV-13
Tabel IV.2.2	Neraca Energi Neutralizer	IV-13
Tabel IV.2.3	Neraca Energi Granulator.....	IV-14
Tabel IV.2.4	Neraca Energi Granulator Scrubber	IV-14

Tabel IV.2.5	Neraca Energi Rotary Dryer	IV-15
Tabel IV.2.6	Neraca Energi Rotary Cooler.....	IV-15
Tabel IV.2.7	Neraca Energi Screen	IV-15
Tabel IV.2.8	Neraca Energi Coater	IV-16
Tabel IV.2.9	Neraca Energi Dryer Cyclone	IV-16
Tabel IV.2.10	Neraca Energi Cooler Cyclone	IV-17
Tabel IV.2.11	Neraca Energi Recycle Belt Conveyor.....	IV-17
Tabel IV.2.12	Neraca Energi Tail Gas Scrubber.....	IV-17
Tabel V.1	Daftar Peralatan Proses.....	V-1
Tabel V.2	Harga Peralatan Proses.....	V-2
Tabel V.3	Spesifikasi Tangki Penyimpanan Amonia.....	V-3
Tabel V.4	Spesifikasi Tangki Penyimpanan Asam Fosfat	V-3
Tabel V.5	Spesifikasi Tangki Penyimpanan Asam Sulfat	V-4
Tabel V.6	Spesifikasi Pompa Ammonia.....	V-4
Tabel V.7	Spesifikasi Pompa Asam Fosfat.....	V-5
Tabel V.8	Spesifikasi Pompa Asam Fosfat.....	V-5
Tabel V.9	Spesifikasi Clay Bin	V-6
Tabel V.10	Spesifikasi Urea Bin.....	V-6
Tabel V.11	Spesifikasi KCl Bin.....	V-6
Tabel V.12	Spesifikasi Belt Conveyor	V-7
Tabel V.13	Spesifikasi Bucket Elevator.....	V-7
Tabel V.14	Spesifikasi Reaktor Neutralizer	V-7
Tabel V.15	Spesifikasi Pompa Reaktor.....	V-8
Tabel V.16	Spesifikasi Granulator	V-8
Tabel V.17	Spesifikasi Pug Mill	V-9
Tabel V.18	Spesifikasi Scrubber	V-9
Tabel V.19	Spesifikasi Rotary Dryer	V-9
Tabel V.20	Spesifikasi Furnace	V-10
Tabel V.21	Spesifikasi Furnace Fan.....	V-10
Tabel V.22	Spesifikasi Dryer Cyclone	V-10
Tabel V.23	Spesifikasi Dryer Cyclone Fan	V-11
Tabel V.24	Spesifikasi Blower	V-11
Tabel V.25	Spesifikasi Rotary Cooler.....	V-11

Tabel V.26	Spesifikasi Cooler Cyclone.....	V-12
Tabel V.27	Spesifikasi Cooler Cyclone Fan.....	V-12
Tabel V.28	Spesifikasi Belt Conveyor	V-12
Tabel V.29	Spesifikasi Bucket Elevator.....	V-13
Tabel V.30	Spesifikasi Tail Gas Scrubber.....	V-13
Tabel V.31	Spesifikasi Screen	V-13
Tabel V.32	Spesifikasi Belt Conveyor	V-14
Tabel V.33	Spesifikasi Recycle Belt Conveyor.....	V-14
Tabel V.34	Spesifikasi Crusher.....	V-14
Tabel V.35	Spesifikasi Coater.....	V-15
Tabel V.36	Spesifikasi Coating Powder Bin	V-15
Tabel V.37	Spesifikasi Coating Oil Tank.....	V-15
Tabel V.38	Spesifikasi Screw Conveyor	V-16
Tabel V.39	Spesifikasi Pompa Coating Oil.....	V-16
Tabel V.40	Spesifikasi Belt Conveyor	V-16
Tabel V.41	Spesifikasi NPK Storage	V-17
Tabel VI.1	Jumlah Pekerja Pabrik.....	VI-7
Tabel D.1	Chemical Engineering Plant Cost Index.....	D-1
Tabel D.2	Penaksiran Indeks Harga	D-2
Tabel D.3	Harga Peralatan Pabrik NPK	D-4
Tabel D.4	Daftar Gaji Karyawan Perusahaan.....	D-6
Tabel D.5	Daftar Harga Bahan Baku.....	D-7
Tabel D.6	Harga Penjualan Produk per Tahun	D-7
Tabel D.7	Biaya Operasi Tiap Kapaitas	D-11
Tabel D.8	Modal Pinjaman Selama Masa Konstruksi.....	D-11
Tabel D.9	Modal Sendiri Selama Masa Konstruksi.....	D-11
Tabel D.10	Trial Laju Bunga	D-12
Tabel D.11	Cummulative Cash Flow	D-13
Tabel D.12	Biaya FC, VC, SVC, dan S.....	D-14
Tabel D.13	Data Untuk Membuat Grafik BEP	D-14

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Peta Wilayah Jawa Timur	II-5
Gambar III.1.1	Proses Pembuatan Pupuk NPK Menggunakan Metode <i>Bulk Blending</i>	III-2
Gambar III.1.2	Blok diagram <i>mixed acid route</i>	III-3
Gambar III.1.3	Blok Diagram Pembuatan Nitrophosphoric Acid	III-5
Gambar III.1.4	Blok Diagram Pembuatan Pupuk NPK Dengan Nitrophospate Route	III-5
Gambar VI.1	Struktur Organisasi Pabrik	VI-3
Gambar VI.1	Grafik Break Even Point	VI-16
Gambar D.1	Grafik Hubungan Indeks Harga dan Tahun	D-3
Gambar D.2	Grafik Break Even Point	D-15

BAB I

LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian besar penduduknya bekerja sebagai petani. Hal ini menyebabkan sektor pertanian berperan besar terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia karena mampu memberikan lapangan kerja bagi masyarakat sekitar. Selain itu, sektor pertanian juga mendukung sektor perindustrian karena industri pertanian dapat berdampak ke komoditas ekspor Indonesia. Salah satu faktor produksi pertanian yang terpenting adalah pupuk dimana penggunaan pupuk dapat meningkatkan dan mengefisienkan produksi baik secara kualitas, maupun kuantitas.

Pupuk adalah bahan yang diberikan pada tanaman untuk memenuhi unsur yang dibutuhkan tanaman tersebut dalam memenuhi nutrisinya. Selain unsur utama (C,H,O) yang diperlukan untuk melakukan fotosintesis, ada beberapa unsur yang wajib dipenuhi yaitu N, P, K, Ca, Mg, S. Tiga unsur pertama (N, P, K) adalah unsur tambahan yang persentasenya terbesar diantara unsur lainnya.

Pupuk terbagi menjadi dua macam, yaitu pupuk alami dan pupuk buatan. Pupuk buatan yang beredar di masyarakat juga terbagi menjadi dua yaitu pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Pupuk tunggal merupakan pupuk yang mengandung satu jenis unsur hara saja, sedangkan pupuk majemuk merupakan pupuk yang mengandung dua atau lebih jenis unsur hara. Salah satu contoh pupuk majemuk adalah pupuk NPK. Pupuk NPK merupakan pupuk anorganik yang dirumuskan pada konsentrasi yang sesuai dan kombinasi memberikan tiga nutrisi utama untuk berbagai tanaman dan kondisi pertumbuhan, yaitu N (nitrogen) untuk mendorong pertumbuhan daun dan bentuk protein dan klorofil, P (fosfor) untuk pembentukan akar, bunga dan buah, serta K (kalium) yang berkontribusi untuk pertumbuhan batang, akar dan sintesis protein.

Penggunaan pupuk NPK kini banyak diminati masyarakat, meskipun dari segi harga cenderung lebih mahal, namun secara teknis mampu memberikan hasil produk yang lebih baik sehingga biaya produksi lebih rendah. Saat ini permintaan pupuk NPK meningkat pesat sebesar 5,67% dari 4.801.567 ton menjadi 5.078.544 ton, Sementara itu, produksi pupuk di Indonesia banyak disokong oleh perusahaan pupuk milik BUMN yakni PT. Petrokimia Gresik, PT. Pupuk Kalimantan Timur, dan PT. Pupuk Kujang Cikampek dengan kapasitas total produksi di tahun 2018 sebesar 3,2 juta ton.

Tabel I.1 Kapasitas Produksi Pupuk NPK

Pabrik		Jumlah Pabrik	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
PT. Petrokimia Gresik	Pupuk NPK Phonska	4	2.250.000
	Pupuk NPK	4	450.000
PT. Pupuk Kujang Cikampek	Pupuk NPK	1	176.863
PT. Pupuk Kalimantan Timur	Pupuk NPK Blending	1	150.000
	Pupuk NPK Fusion	1	200.000

Tabel I.2. Data Penggunaan Pupuk NPK di Indonesia

KEBUTUHAN TON/TAHUN	Tahun				GROWTH %
	2012	2013	2014	2015	
SUBSIDI					
1. Pangan	3.769.833	3.962.453	4.165.161	4.378.497	5,10
2. Kebun Rakyat	525.956	576.551	636.406	700.047	10.00
Jumlah Pupuk NPK	4.295.789	4.539.004	4.801.567	5.078.544	5,67

(pupuk indonesia.com)

Keunggulannya pupuk NPK bila dibandingkan dengan pupuk tunggal yaitu:

1. Aplikasi pemupukan lebih praktis karena tidak perlu mencampurkan beberapa jenis pupuk tunggal.
2. Mengantisipasi masalah kelangkaan salah satu jenis pupuk tunggal.
3. Dapat memilih formula dan komposisi campuran yang dikehendaki dengan pertimbangan teknis dan ekonomis.
4. Penggunaannya lebih efisien baik dari segi pengangkutan maupun penyimpanan.
5. Hasil pencampuran melalui proses produksi menghasilkan kualitas campuran produk yang homogen

6. Mudah menyerap molekul air sehingga mudah diserap oleh tanaman, serta cocok untuk berbagai macam tanaman.

Produk pupuk NPK ini dapat digunakan dalam sektor pertanian, perkebunan, hortikultura, serelia, industri, dan kehutanan. Kebutuhan pupuk NPK yang diproyeksikan akan terus meningkat memberikan peluang dibangunnya pabrik pupuk NPK yang baru.

Setiap tahun, kebutuhan pupuk NPK cenderung meningkat, namun produksi pupuk NPK cenderung stagnan. Hal ini perlu dihindari, karena apabila kondisi ini berlanjut, maka akan terjadi defisit pasokan pupuk. Defisit pasokan pupuk NPK sangat dihindari, karena jika hal tersebut terjadi, maka jumlah pupuk yang diaplikasikan ke areal pertanian akan menurun, sehingga dapat dipastikan produktivitas pertanian pun akan menurun. Oleh karena itu, perlu dibangunnya suatu pabrik pupuk NPK baru yang mempunyai kapasitas cukup besar untuk menutup defisit yang terjadi. Selain itu, pembangunan pabrik pupuk NPK juga mendukung program pemerintah untuk berswasembada pangan, karena dengan meningkatnya pasokan pupuk, maka diharapkan produktivitas pertanian juga akan meningkat.

BAB II BASIS DESAIN DATA

II.1 Kapasitas

Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam pendirian pabrik NPK adalah kapasitas pabrik. Pabrik pupuk NPK ini direncanakan akan mulai beroperasi pada tahun 2022, dengan mengacu pada pemenuhan kebutuhan domestik dan peningkatan nilai. Dengan menggunakan rumus $P = F(1 + i)^n$ maka dapat diperkirakan jumlah ekspor, import, produksi dan konsumsi pada tahun 2022, dimana:

P = jumlah ekspor, import, produksi, dan konsumsi pada tahun 2022

F = jumlah ekspor, import, produksi, dan konsumsi pada tahun 2018

i = pertumbuhan rata-rata

n = selisih tahun

Hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

Tabel II.1 Data Ekspor Pupuk NPK

Tahun	Kapasitas (Ton)
2015	2420
2016	9309
2017	35803
2018	137702

Berdasarkan data pada tabel II.1 maka berikut ini merupakan perkiraan ekspor tahun 2022 :

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

$$P = 137.702 (1+0,740)^{2022-2018}$$

$$P = 1.262.226 \text{ ton}$$

Tabel II.2 Data Impor Pupuk NPK

Tahun	Kapasitas (Ton)
2015	495950
2016	650000
2017	804050
2018	994610

Berdasarkan data pada tabel II.2 maka berikut ini merupakan perkiraan impor tahun 2021 :

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

$$P = 994.610 (1+0,237)^{2022-2018}$$

$$P = 2.328.796 \text{ ton}$$

Tabel II.3 Kapasitas Produksi Pupuk NPK

Tahun	Produksi (Ton)
2014	2,716,098
2015	3,001,087
2016	2,764,687
2017	3,282,957
2018	3,159,966

Berdasarkan data pada tabel II.3 , maka berikut ini merupakan perkiraan produksi tahun 2021 :

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

$$P = 3159966 (1+0,044)^{2022-2018}$$

$$P = 3.753.914 \text{ ton}$$

Berdasarkan data yang ada pada tabel I.2, maka berikut ini merupakan perkiraan konsumsi tahun 2021:

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

$$P = 5.078.544(1+0,0567)^{2022-2015}$$

$$P = 6.332.074 \text{ ton}$$

Kapasitas pabrik baru dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas baru} &= 30\% \times ([F(\text{ekspor}) + F(\text{konsumsi})] - [F(\text{impor}) + F(\text{produksi})]) \\ &= 30\% \times [(1.262.226 + 6.332.074) - (2.328.796 + 3.753.914)] \\ &= 453.476,77 \text{ ton/tahun} \\ &\approx 470.000 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Dari data perhitungan diatas, maka peluang mendirikan pabrik pupuk npk sangat besar. Maka direncanakan kapasitas pabrik baru adalah 470.000 ton/tahun

II. 2 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu hal yang penting dalam perancangan pabrik karena akan mempengaruhi risiko dan keuntungan perusahaan tersebut secara

keseluruhan. Kondisi ini terjadi karena lokasi sangat mempengaruhi biaya tetap (*fix cost*) maupun biaya variabel (*variable cost*), baik dalam jangka menengah maupun jangka panjang. Di dalam manajemen organisasi, lokasi pabrik sebaiknya diperhitungkan pada saat perencanaan, sehingga pabrik yang akan dijalankan tersebut dapat terorganisir pelaksanaannya di masa mendatang (Heizer dan Render, 2004).

Pemilihan lokasi pabrik dipengaruhi oleh beberapa faktor yang berbeda penerapannya bagi satu pabrik dengan pabrik yang lain, sesuai dengan produk yang dihasilkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik seperti letak konsumen atau pasar, sumber bahan baku, sumber tenaga kerja, air, suhu udara, listrik, transportasi, lingkungan, masyarakat, dan sikap yang muncul, peraturan pemerintah, pembuangan limbah industri, fasilitas untuk pabrik dan fasilitas untuk karyawan (Hindrayani, 2010).

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain adalah ketersediaan bahan baku, lokasi pemasaran, utilitas, aksesibilitas, dan fasilitas, ketersediaan tenaga kerja, dan ketersediaan lahan.

II.2.1 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan hal penting yang paling berpengaruh dalam penentuan lokasi pabrik. Semakin dekat jarak antara bahan baku dan pabrik maka akan memudahkan penyiapan bahan baku, selain itu juga menghemat biaya transportasi.

Tabel II.4 Supplier atau produsen bahan baku pupuk NPK

Bahan Baku	Supplier atau Produsen
Asam Sulfat	PT. Petrokimia Gresik
Asam Fosfat	PT. Petrokimia Gresik
KCl	PT. Lautan Luas, Tbk
Urea	PT. Pupuk Kaltim
Ammonia	PT. Petrokimia Gresik

II.2.2. Lokasi Pemasaran

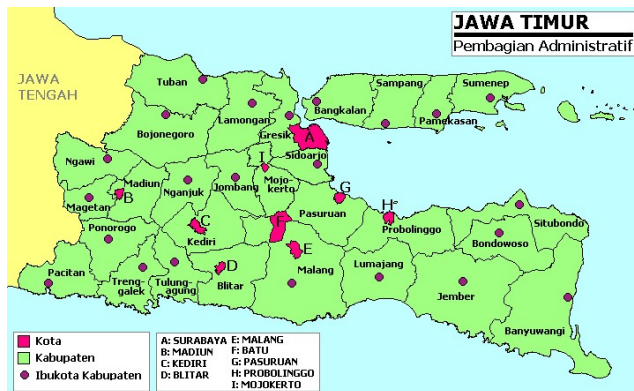
Produk pupuk NPK yang dihasilkan dari pabrik ini akan di distribusikan untuk wilayah Jawa timur, berikut ini merupakan data lahan perkebunan yang ada di Jawa Timur:

Tabel II.5 Luas Perkebunan dan Jenis Tanaman di Provinsi Jawa Timur tahun 2016 (Ha)

Kabupaten /Kota	Karet	Kelapa	Cengkeh	Kopi	Tebu	Kakao	Lainnya
Kabupaten							
01. Pacitan	-	24.725	8.163	2.192	-	6.007	3.129
02. Ponorogo	-	4.907	2.802	1.048	1.017	2.322	5.393
03. Trenggalek	-	15.211	5.708	566	336	4.355	742
04. Tulungagung	353	19.733	1.845	761	6.071	1.829	2.602
05. Blitar	1.042	19.015	3.153	5.847	6.790	5.090	3.980
06. Kediri	349	9.276	2.013	3.708	27.249	4.270	22.762
07. Malang	203	13.917	5.456	17.547	44.318	3.631	8.352
08. Lumajang	477	8.132	2.073	4.714	20.184	2.778	11.088
09. Jember	10.688	13.795	1.117	18.230	9.517	4.029	22.807
10. Banyuwangi	5.602	28.112	2.789	17.979	6.039	9.538	13.589
11. Bondowoso	-	4.246	110	12.798	4.341	95	5.168
12. Situbondo	-	4.361	10	3.028	8.222	-	6.773
13. Probolinggo	-	4.110	894	4.857	3.815	8	15.194
14. Pasuruan	-	5.927	1.315	-	4.546	-	20.459
15. Sidoarjo	-	1.746	-	-	4.148	-	468
16. Mojokerto	-	621	160	166	9.233	-	1.833
17. Jombang	29	1.270	2.186	1.333	9.259	1.690	4.708
18. Nganjuk	-	3.332	2.279	218	3.201	2.619	6.317
19. Madiun	279	3.962	1.761	1.477	2.892	5.761	6.848
20. Magetan	-	2.823	941	667	7.543	995	9.867
21. Ngawi	1 302	6.162	814	1.152	6.116	2.033	15.540
22. Bojonegoro	-	7.883	-	-	1.694	-	7.255
23. Tuban	-	5.292	-	-	1.641	-	5.912
24. Lamongan	-	1.860	-	-	5.600	-	14.211
25. Gresik	-	4.635	46	-	2.374	-	188
26. Bangkalan	-	7.868	20	-	617	-	13.567

27. Sampang	-	3.290	-	-	1.582	-	14.308
28. Pamekasan	-	3.756	-	6.769		-	13.508
29. Sumenep	-	51.171	245	18	195	52	39.718
Kota							
71. Kediri	-	4.745	-	-	1.085	-	43.861
72. Blitar	-	25	-	-	-	-	-
73. Malang	-	31	-	-	657	-	58
74. Probolinggo	-	221	-	-	27	-	43
75. Pasuruan	-	87	-	-	24	-	39
76. Mojokerto	-	73	-	-	173	-	-
77. Madiun	-	54	-	-	126	-	8
78. Surabaya	-	-	-	-	-	-	-
79. Batu	-	27	-	145	70	-	-
Jawa Timur	20.323	286.399	45.899	105.219	200.702	57.100	340.293

Dari data yang diperoleh di atas, terlihat bahwa wilayah yang memiliki lahan terluas adalah Kabupaten Malang.



Gambar II.1. Peta Wilayah Jawa Timur

Sebagaimana dilihat dari peta, bahwa wilayah Gresik berada di Tengah Provinsi Jawa Timur, memungkinkan untuk memasarkan ke seluruh wilayah Jawa Timur dengan lebih mudah dan biaya distribusi produk yang diperlukan juga lebih sedikit. Melihat jarak dan ketersediaan lahan perkebunan yang ada, maka wilayah-wilayah yang berpotensi untuk menjadi lokasi pemasaran utama adalah: Kabupaten Malang, Blitar, dan Kediri.

II.2.3 Utilitas

Faktor ini mempertimbangkan ketersediaan pasokan listrik dan air untuk menunjang proses produksi. Berikut ini adalah kapasitas pembangkit listrik milik PLN menurut jenis pembangkitnya untuk wilayah provinsi Jawa Timur :

Tabel II.6 Kapasitas Pembangkit Listrik Jawa Timur Tahun 2017 (Badan Pusat Statistik)

No	Jenis Pembangkit	Kapasitas Terpasang (MW)	Produksi Listrik (GWh)
1	PLTA	309,85	720,91
2	PLTU	5.480	45.030,54
3	PLTG	342	231,28
4	PLTGU	2.040	7.840,87
5	PLTP	-	-
6	PLTD	26,38	44,54
7	PLTMG	-	-
8	PLTMH	1,27	0,1
9	PLTS	-	-
10	PLT Lainnya	-	-
	Total	8.199,5	53.868,24

Sementara untuk memenuhi kebutuhan air, berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2017, di Jawa Timur terdapat 38 perusahaan air bersih dengan kapasitas produksi efektif sebanyak 23.953 liter/detik. Selain itu, total produksi air bersih di wilayah Jawa Timur pada tahun 2017 mencapai 717.048 m³.

II.2.4 Aksesibilitas dan Fasilitas

Letak geografis Kabupaten Gresik yang berada di bagian utara Provinsi Jawa Timur memudahkan transportasi laut. Hal ini dikarenakan bahan baku Urea rencananya akan dikirim dari Kalimantan Timur dengan kapal tongkang. Saat ini terdapat pelabuhan komersial yang ada di kabupaten Gresik, yaitu pelabuhan Teluk Lamong, sehingga dapat mempermudah proses pembelian bahan baku.

Selain kemudahan akses bagi transportasi laut, wilayah Gresik juga dapat diakses dengan mudah dengan transportasi darat sehingga mudah untuk mendistribusikan produk pupuk NPK ke wilayah-wilayah di sekitarnya. Menurut Badan Pusat Statistik pada tahun 2016, terdapat 31,03 km jalan provinsi yang melalui kabupaten Gresik, 512,16 km merupakan jalan kabupaten.

II.2.5 Ketersediaan Tenaga Kerja

Pabrik pupuk NPK yang didirikan di Gresik dapat menyerap tenaga kerja dari wilayah Gresik. Berikut ini adalah data jumlah penduduk berusia 15 tahun ke atas di Gresik sebagai bahan pertimbangan:

Tabel II.7 Data Ketenagakerjaan Gresik Tahun 2018 (Survei Angkatan Kerja Nasional)

Kegiatan Utama	Jumlah Penduduk
Angkatan Kerja	611.721
Bekerja	577.049
Pernah Bekerja	11.934
Tidak Pernah Bekerja	22.738
Bukan Angkatan Kerja	333.873
Sekolah	87.178
Mengurus Rumah Tangga	207.709
Lainnya	38.986
Total	945.594

Berdasarkan data diatas, maka jumlah penduduk angkatan kerja menganggur yang dapat diserap oleh pabrik pupuk NPK cukup banyak. Diharapkan dengan didirikannya pabrik ini di Gresik dapat menambah lapangan pekerjaan masyarakat setempat sehingga mengurangi angka pengangguran.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut dipilih lokasi pabrik di desa Manyarejo, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Berikut ini adalah kondisi lapangan pada Pabrik pupuk NPK yang akan didirikan di Kawasan Gresik:

- Kelembaban udara : 50 %
- Temperatur udara : 24-33 C
- Kecepatan angin : 28 km/jam
- Potensi Banjir : Rendah
- Curah Hujan : 0-20 mm

(Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika)

II.3 Kualitas bahan baku dan produk

Bahan baku utama yang digunakan untuk memproduksi pupuk NPK adalah urea, asam fosfat, ammonia, KCl. Berikut ini adalah spesifikasi bahan baku produksi pupuk NPK.

1. Urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$)

Bentuk : Butiran

Kadar N : Min 46 %

Kadar Air : Maks 0,5 %

Ukuran : 1,00 mm – 3,35 mm

(SNI 2801:2010)

2. KCl

Bentuk : *Powder*

Kadar K_2O : Min 60 %

Kadar Air : Maks 1 %

Ukuran : 150 nm – 1 mm (95%)

(SNI 02-2805-2005)

3. Ammonia (NH_3)

Bentuk : Cair

Kadar H_2O : Maks 0,5 %

Kadar minyak : Maks 10 ppm

(SNI 06-0045-2006)

4. Asam Fosfat (H_3PO_4)

Bentuk : Cair

Kadar P_2O_5 : Min 50%

Kadar SO_3 : Maks 4%

Kadar CaO : Maks 0,7%

(SNI 06-2575-1992)

5. Asam Sulfat (H_2SO_4)

Bentuk : Cair

Kadar H_2SO_4 : Min 98 %

Kadar Cl : Maks 10 ppm

Kadar NO_3 : Maks 5 ppm

(SNI 06-0030-1996)

Berikut ini merupakan spesifikasi produk pupuk NPK yang akan di produksi:

Kandungan :

- N (Nitrogen) : 15%
- P₂O₅ (Fosfat) : 15%
- K (Kalium) : 15%
- S (Sulfur) : 10%

Spesifikasi

- Bentuk granul
- Larut dalam air
- Warna putih
- Kemasan 50kg
- Ukuran 4-10 mesh

BAB III

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

III. 1 Macam Proses

Pada dasarnya, terdapat 3 cara dalam pembuatan pupuk majemuk, yaitu:

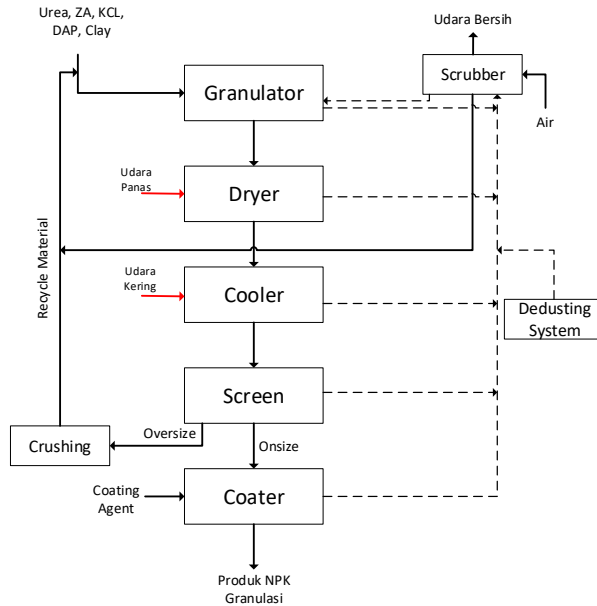
- *Bulk blending*
- *Mixed Acid Route*
- *Nitrophosphate Route*

III.1.1 *Bulk blending* (Pencampuran)

Proses *bulk blending* yaitu pencampuran butiran pupuk dalam keadaan kering secara mekanik, bahannya berupa pupuk tunggal maupun pupuk majemuk. Intermediet yang digunakan berbentuk granul atau *prill*, antara lain urea, ammonium nitrat, diammonium fosfat, TSP, KCl. Susunan peralatan yang digunakan sangat bervariasi salah satu susunan yang paling populer memiliki *rotary mixer horizontal* di lantai dasar. Sebagai variasi *rotary mixer* dapat dipasang agak miring, sehingga muatannya dapat mengalir langsung ke *truck spreader*.

Pada dasarnya operasi *blending* meliputi penerimaan komponen intermediet di ruang curah, penyimpanan intermediet-intermediet tersebut di dalam dinding terpisah, penimbangan komponen-komponen tersebut sesuai proporsi yang diinginkan, dan pencampuran untuk menghasilkan produk yang seragam. Operasi penimbangan dikombinasikan dengan beberapa peralatan lainnya, seperti *ribbon mixer*, yang dipasang pada *weight scale*. Tipe *rotary mixer* yang populer biasanya menerima *pre weight batches* dari komponen intermediet butiran. Beberapa pabrik menggunakan *weight hopper*. Tahap pencampuran biasanya hanya membutuhkan 1-2 menit sehingga laju produksinya yang tinggi dapat tercapai.

Siklus penimbangan, pencampuran, dan pemuatan dapat dilakukan secara otomatis. Berat masing-masing komponen diatur pada pengontrol. Saat tombol *start* dinyalakan operasi akan berlanjut sampai seluruh komponen yang dibutuhkan siap. *Rotary mixer* biasanya berkapasitas 1-6 ton per *batch* dan *ribbon blender* 1-4 ton per *batch*, sehingga kapasitas pabrik 15-30 ton produk tercapai.



Gambar III.1.1 Proses Pembuatan Pupuk NPK Menggunakan Metode *Bulk Blending*

Pupuk majemuk merupakan suatu campuran mekanik dari berbagai jenis pupuk.

Keunggulan dari *bulk blending* adalah:

1. Kemampuan menghasilkan berbagai *grade* pupuk.
2. Mengurangi biaya tenaga kerja
3. Penanganan penyimpanan dan produksi yang ekonomis
4. Hasil lebih seragam yang dihasilkan oleh *blender*
5. Modal investasi pada unit ini cukup rendah

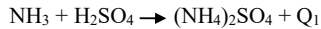
Kelemahan dari proses *bulk blending* adalah :

1. Pencampuran seringkali tidak merata karena semua bahan baku yang dicampur sesuai kebutuhan adalah berbentuk granul.
2. Bila bahan baku yang dihasilkan bersifat higroskopis, maka bahan baku akan meleleh di udara terbuka, lalu menguap, dan hilang percuma dalam penyimpanan.

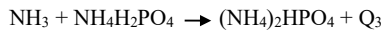
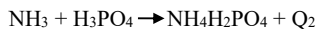
III.1.2 *Mixed Acid Route*

Proses *Mixed Acid Route* menghasilkan pupuk NPK dengan menggunakan proses yang menggabungkan antara blending bahan baku padat dengan slurry yang dihasilkan antara amoniak, asam fosfat dan asam sulfat.

Proses pembuatan pupuk NPK berbagai reaksi kimia yang terjadi pada unit-unit prosesnya, diantaranya adalah neutralizer. Reaksi yang terjadi adalah reaksi antara amoniak dengan asam yaitu:

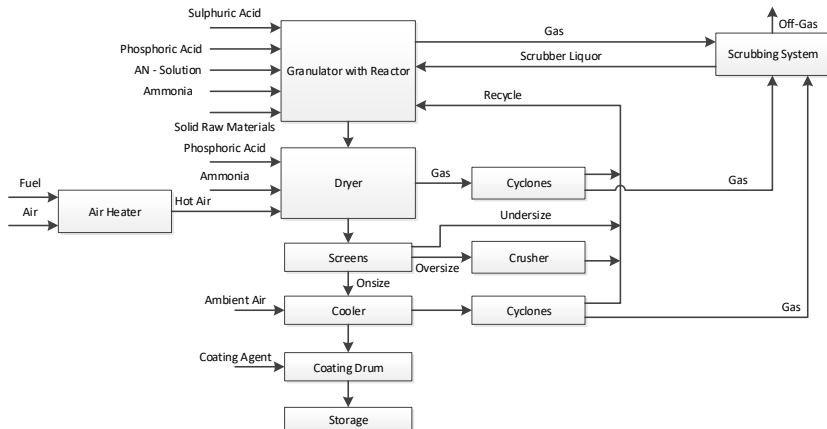


Umumnya reaksi terjadi di scrubbing section dan granulator. Jika larutan pencuci yang digunakan pada scrubbing section adalah asam fosfat, reaksi hanya terjadi di dalam granulator. Jumlah panas yang timbul untuk suhu 25°C sebesar 2500 kcal/kg NH₃.



Jumlah panas yang timbul relatif tergantung pada temperatur operasi, untuk suhu 25°C 1300 kcal/kg NH₃ untuk Q₂ dan Q₃ sebesar 1000 kcal/kg NH₃.

Reaksi terjadi di scrubbing section, tetapi jika larutan pencucinya asam fosfat reaksi terjadi di granulator. Sebagai larutan asam fosfat diumpankan langsung ke lapisan padatan. Selama reaksi, terdapat kemungkinan untuk terjadi reaksi samping pada waktu yang sama atau selama sisa waktu.



Gambar III.1.2 Blok diagram *mixed acid route*

Keunggulan dari proses granulasi dengan metode *Mixed Acid Route* adalah :

1. Tidak membutuhkan terlalu banyak investasi, karena metode ini tidak terlalu rumit, namun mudah untuk dilakukan.
2. Kualitas produk baik (*High Quality*).

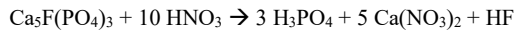
3. Biaya operasional kecil.

Kekurangan dari proses granulasi metode *Mixed Acid Route* adalah :

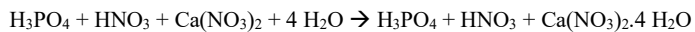
1. Biaya bahan baku P_2O_5 cukup mahal.
2. Bila dibandingkan dengan bulk blending, terdapat limbah berupa gas.

III.1.3 Nitrophosphate Route

Pada proses *Nitrophosphate route* menggunakan prinsip pengasaman batuan fosfat dengan asam nitrat untuk menghasilkan asam fosfat dan kalsium nitrat dengan reaksi :

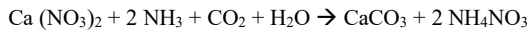


Kalsium yang dihasilkan kemudian membantu produksi kandungan P_2O_5 dalam H_3PO_4 . Campuran ini didinginkan di bawah $0^{\circ}C$ dan dihasilkan kalsium nitrat tetrahidrat (CNTH) dalam bentuk kristal sehingga dapat dipisahkan dari asam fosfat. Senyawa CNTH yang dihasilkan akan digunakan untuk memproduksi pupuk nitrogen.

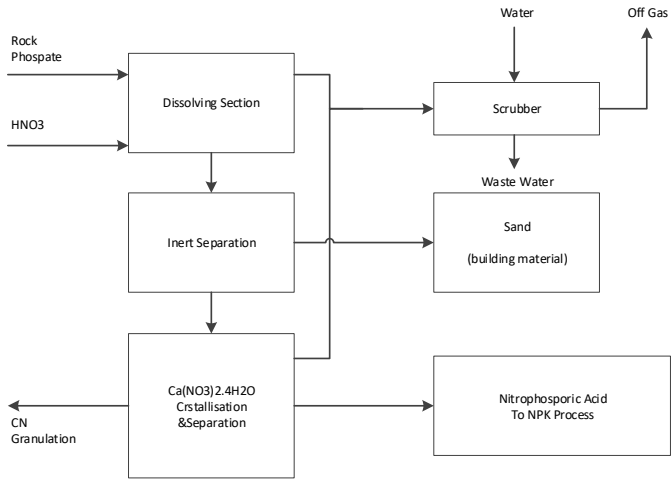


Proses pemecahan ini menghasilkan filtrat *nitrophosphoric acid* terdiri dari asam fosfat dengan beberapa asam nitrat dan sisa kalsium nitrat. Selanjutnya dinetralkan dengan amonia, dicampur dengan potasium atau magnesium garam, sulfat, dan/atau mikro-nutrisi untuk menghasilkan pupuk majemuk padat nitrat. Jika ditambah kalium klorida atau kalium sulfat, hasilnya adalah pupuk NPK.

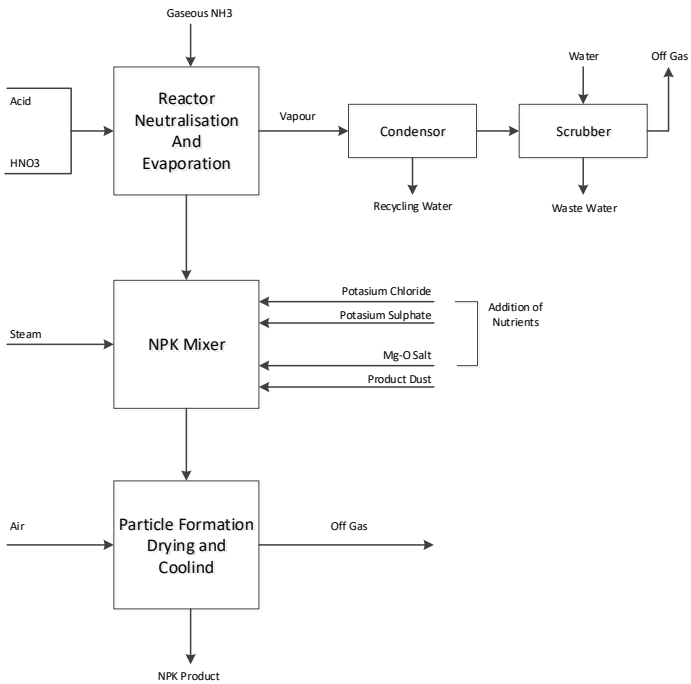
Kalsium nitrat dapat diterapkan sebagai pupuk, namun sering diubah menjadi nitrat dan amonium karbonat kalsium menggunakan karbon dioksida dan amonia :



(Anonim.2000.'*Best Available Techniques for Pollution Prevention and Control in the European Fertilizer Industry*'. Booklet no.7 page 16)



Gambar III.1.3 Blok Diagram Pembuatan Nitrophosphoric Acid



Gambar III.1.4 Blok Diagram Pembuatan Pupuk NPK Dengan Nitrophosphate Route

- Keunggulan dari proses granulasi dengan metode *Nitrophosphate Route* adalah:
 1. Harga bahan baku yang relatif murah
 2. Produk yang dihasilkan lebih homogen
- Kelemahan dari proses granulasi dengan metode *Nitrophosphate Route* adalah:
 1. Metode yang paling rumit sehingga harus diterapkan pada pabrik-pabrik besar dengan peralatan yang lengkap dan modern
 2. Membutuhkan modal yang sangat besar
 3. Semakin bagus kualitas bahan baku dan katalisnya, maka semakin bagus pula kualitas hasil produksi, sehingga biaya produksi akan semakin besar
 4. Sangat sulit untuk mendapatkan bahan baku

III. 2 Seleksi Proses

Berikut ini merupakan perbandingan antara ketiga proses yang telah dijabarkan adalah:

Tabel III.1.1 Perbandingan Proses Pembuatan Pupuk NPK

Parameter	Jenis Proses		
	<i>Bulk Blending</i>	<i>Nitrophosphate route</i>	<i>Mixed acid route</i>
Aspek Teknis			
Kapasitas Produksi	Kecil	Kecil	Besar
Metode Produksi	Mudah	Sulit	Mudah
Keseragaman Produk	Tidak seragam	Seragam	Seragam
Limbah	Tidak ada	Limbah gas dan <i>liquid</i>	Limbah gas
Grade Produk	Mudah diubah	Sulit diubah	Mudah diubah
Aspek Ekonomi			
Harga Bahan Baku	Murah	Mahal	Murah
Investasi	Cukup rendah	Cukup tinggi	Cukup rendah
Biaya Operasi	Lebih murah	Murah	Murah

Berdasarkan perbandingan ketiga proses di atas, maka dapat dipilih proses *Mixed Acid Route*. Pemilihan proses tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa *Mixed Acid Route* memiliki 2 keuntungan macam proses sebelumnya, yaitu kapasitas produksi pupuk NPK dalam jumlah besar dengan berbagai macam *grade* pupuk, hasil produksi yang lebih seragam, dan dapat terus beroperasi secara kontinyu. Selain itu,

proses granulasi *Nitrophosphate Route* juga hanya menghasilkan limbah gas (udara) saja, karena semua limbah bahan padat akan dikembalikan (*directcycle*) ke dalam proses produksi.

Tabel III.1.2 Perbandingan Kriteria Pembuatan Pupuk NPK Proses Mixed Acid Route

<i>Solid-base atau ZA Base</i>	<i>Liquid-base atau Sulfuric Acid Base</i>
1. Kapasitas produksi lebih tinggi karena selain terbentuk pada saat proses, kebutuhan amonium sulfat juga disuplai dari bahan baku	1. Kapasitas produksi lebih rendah karena kebutuhan amonium sulfat terbentuk pada saat proses produksi
2. Biaya produksi semakin besar karena ada penambahan biaya pembelian bahan baku	2. Biaya produksi semakin kecil karena ada penurunan biaya pembelian bahan baku
3. Kebutuhan amonium sulfat (ZA) langsung dari bahan baku.	3. Kebutuhan amonium sulfat (ZA) terbentuk pada saat proses produksi (reaksi).
4. Terdapat penambahan biaya untuk kebutuhan air atau steam yang digunakan pada proses granulasi.	4. Tidak ada biaya tambahan untuk kebutuhan air atau steam.

Dari perbandingan kedua macam proses *mixed acid route* di atas, maka dapat dipilih cara yang kedua yaitu cara *Liquid-base* atau *Sulfuric Acid Base*. Kedua cara tersebut memiliki operasi produksi dan peralatan yang sama. Perbedaannya hanya terletak pada kebutuhan bahan baku ZA apakah merupakan unit tersendiri atau termasuk proses produksi. Pemilihan kedua cara tersebut didasarkan pada efektifitas biaya produksi yang lebih rendah dengan kapasitas produksi maksimal. Oleh karena itu, dipilih proses Mixed Acid Route (*Liquid Base*) yang berarti bahan baku ZA termasuk dalam proses produksi dengan mereaksikan ammonia dan asam sulfat.

Untuk memperbesar kapasitas produksi, dapat dicoba dengan menambah fungsi dan kapasitas reaktor *pre-neutralizer* sebagai reaktor penghasil *slurry* MAP, DAP, dan ZA. Selain itu, juga dapat dicoba dengan meningkatkan fungsi alat granulator sebagai tempat terjadinya proses granulasi sekaligus reaksi lanjut pembentukan DAP dan ZA.

(*Jurnal Kerja Praktik PT. Petrokimia Gresik*)

III. 3 Uraian Proses

Proses pembuatan pupuk NPK yang digunakan adalah *mixed acid route process* atau proses yang menggabungkan proses pencampuran (*mixing*) dan pereaksian (*reaction*). Secara umum proses pembuatan pupuk NPK terdiri atas pemrosesan bahan padat dan bahan cair yang kemudian disatukan di dalam sebuah alat yang disebut *granulator*. Uraian mengenai proses yang digunakan dijelaskan sebagai berikut:

III.3.1 Persiapan dan Pencampuran bahan baku padat

Bahan baku utama pupuk NPK berupa Urea, KCl, *Clay* yang berasal dari truk disimpan dalam *bin* yang telah dilengkapi dengan *weigher*, F-121 untuk clay, F-122 untuk KCl dan F-123 untuk urea, lalu dialirkan menggunakan *belt conveyor* (J-124) menuju ke *bucket elevator* (J-125) yang selanjutnya akan dibawa ke dalam *pug mill* (C-222). Fungsi dari *pug mill* adalah mengontakkan dan mencampurkan semua bahan baku padat agar menjadi campuran yang homogen sebelum masuk ke dalam *granulator* dan mengecilkan ukuran bahan baku padat. Selanjutnya material padat yang telah tercampur dan juga aliran recycle dialirkan menuju granulator.

III.3.2. Neutralizer

Bahan baku cair berupa H_2SO_4 , H_3PO_4 , NH_3 yang berasal dari tangki penampung F-111 untuk NH_3 , F-112 untuk H_3PO_4 , F-113 untuk H_2SO_4 , dialirkan dengan pompa ke dalam *neutralizer tank* (R-211). Di dalam tangki ini, asam sulfat dan asam fosfat dinetralisasi dengan amoniak (NH_3). Amoniak yang digunakan adalah amoniak cair dengan tujuan mengurangi volume yang digunakan. Proses netralisasi ini berlangsung pada kondisi operasi temperatur 115-125°C, tekanan 2,5 atm, kecepatan pengaduk 60 rpm, dan pH 2-3. Zat yang terbentuk dari reaksi ini adalah ammonium sulfat (ZA cair), mono ammonium phosphate (MAP), dan diammonium phosphate (DAP) dengan ratio N/P= 1 dan N/S= 2

Reaksi yang terjadi di Pre Neutralizer



Hasil dari *Pre-Neutralizer* yang berupa *slurry* DAP dan ZA diumpkan ke dalam granulator (C-221) dengan pompa L-212 melalui *nozzle* dalam granulator. *Slurry* ini berfungsi untuk mempermudah proses granulasi melalui pengikatan bahan baku padat di dalam granulator. Produk *slurry* tersebut memiliki suhu 120°C dan kadar air 25,2%. Setelah proses pada neutralizer (R-211), amoniak yang menjadi gas akan masuk ke dalam

scrubber (D-223) untuk menyerap amoniak dengan menggunakan asam sulfat sehingga membentuk ammonium sulfat.

III.3.3 Granulasi

Produk keluaran *pug mill* (C-222) dialirkan secara gravitasi kedalam *granulator* (C-221) dan mengalami proses granulasi. Granulasi ini merupakan proses utama dalam pembuatan NPK. Bahan baku padat yang berupa KCl, urea, *filler*, dan bahan *recycle* (produk *oversize*, *undersize*) secara langsung diumpangkan ke dalam granulator (C-221) melalui *bucket elevator* (J-215). Untuk mencapai netralisasi sempurna larutan dari reaktor *neutralizer* (R-211) selanjutnya dialirkan dalam granulator (C-221) bersamaan dengan bahan baku padat yang telah dihomogenkan didalam *pugmill* (C-222). Di dalam granulator (C-221) terjadi reaksi pembentukan ZA dengan mengumpangkan NH_3 dan H_2SO_4 . Reaksi pembentukan ZA di dalam granulator (C-221) berfungsi sebagai pemicu agar mempermudah terbentuknya granul.

Dalam granulator (C-221), terjadi dua proses yaitu granulasi dan aglomerasi. Proses granulasi adalah proses pembentukan butiran-butiran, sedangkan proses aglomerasi adalah proses dimana partikel-partikel yang halus saling menempel membentuk butiran yang lebih besar. Proses aglomerasi ini terjadi berulang-ulang, sehingga material yang menempel membentuk butiran sesuai dengan ukuran yang dikehendaki. Untuk operasi granulasi diperlukan material-material yang basah agar bisa saling menempel. Proses ini diperlukan agar pupuk yang dihasilkan memiliki butiran seragam sehingga mempermudah penggunaan oleh konsumen dan memiliki kekerasan yang cukup pada saat penyimpanan, sehingga tidak mudah menggumpal karena sifat pupuk yang hidroskopis. Suhu produk yang keluar dari granulator berada pada kisaran suhu 50°C dengan kadar air sebesar 17,8%. Setelah proses granulasi, gas yang mengandung amoniak akan masuk ke dalam *scrubber* (D-223) untuk menyerap amoniak yang terbawa dengan menggunakan asam sulfat sehingga membentuk ammonium sulfat agar mengurangi limbah gas dan mengurangi pembelian bahan baku ammonium sulfat.

III.3.4 Pengeringan Produk

Produk yang keluar dari granulator (C-221) selanjutnya masuk ke dalam *dryer* (B-311) untuk menurunkan kadar airnya hingga maksimal 1,5%. *Dryer* berbentuk *rotary drum*. Pengeringan pada *dryer* (B-311) menggunakan udara panas hasil pembakaran batubara dalam *furnace* (Q-312) dengan aliran *counter current*. Aliran ini dipilih karena suhu dari produk keluaran granulator adalah 50°C , dimana suhu ini perlu dinaikkan untuk

mengurangi kadar air pada produk. Apabila aliran udara panas masuk dryer secara *counter current* dengan produk maka suhu produk akan meningkat dan air yang terkandung di dalam produk akan berkurang. Namun, apabila menggunakan aliran *co-current* maka produk dengan suhu 50°C akan kontak dengan udara panas yang suhunya lebih tinggi sehingga dikhawatirkan produk akan mengalami kerusakan. Terdapat 1 buah fan (G-313) yang menyuplai udara ke dalam *dryer* hasil dari pembakaran didalam *furnace*.

Udara yang keluar dari *rotary dryer* (B-311) mengandung debu dan air yang teruapkan dari produk yang dikeringkan kemudian dihisap dengan *cyclone* (H-314). Debu yang berhasil dipisahkan dengan menggunakan *cyclone* akan dikembalikan ke pugmill (C-222) dengan bantuan *recycle belt conveyor* (J-412). Udara yang keluar dari *rotary dryer* (B-311) mengandung debu dan air yang teruapkan dari produk saat dikeringkan akan masuk ke dalam *scrubber* (D-326) untuk menyerap debu yang terbawa. debu yang terserap dari *scrubber* (D-326) akan di-*treatment* agar tidak mengeluarkan limbah gas, sedangkan gas yang lolos dilepaskan ke atmosfer.

III.3.5 Pendinginan Produk

Proses *cooling* adalah proses pendinginan butiran pupuk yang telah melalui proses pengeringan. Alat yang digunakan adalah *rotary cooler*, yang berfungsi untuk menurunkan temperatur dengan menggunakan udara kering. Produk diumpankan secara gravitasi ke *rotary cooler* (B-321) yang berfungsi untuk menurunkan temperatur dari 85°C menjadi 45°C. Produk yang telah mengalami pendinginan selanjutnya masuk kedalam *screener* (H-411), sedangkan udara keluar dari *rotary cooler* (B-321) masuk ke *cyclone* (H-322).

III.3.6 Screening Produk

Proses *screening* adalah proses penyaringan butiran pupuk. Jenis screener yang digunakan adalah *vibrating screen*. Produk kering dari *rotary cooler* (E-321) diumpankan ke *double deck screen* (H-411) yang akan memisahkan produk menjadi produk *onsize*, *oversize*, dan *undersize*. Ukuran produk *onsize* yaitu 4-10 mesh. Produk *oversize* akan dimasukkan ke dalam *crusher* (C-413) kemudian dikembalikan (*direcycle*) bersama dengan produk *undersize* menuju *pug mill* (C-222) melalui *recycle belt conveyor* (J-413). Produk *onsize* akan masuk ke dalam coater melalui *belt conveyor* (J-412). Ukuran screen pertama adalah 4 mesh dan ukuran screen kedua adalah 10 mesh. Bahan *screener* adalah *stainless steel wire mesh*.

III.3.7 Pelapisan Produk

Selanjutnya, produk *onsize* dikirim ke *coating rotary drum* (D-421) untuk dilapisi dengan *coating agent* karena produk bersifat higroskopis yang dapat mempercepat proses

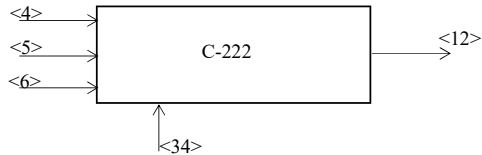
caking (penggumpalan), terutama jika terdapat variasi suhu udara dan kadar air. Pada proses ini terjadi pelapisan pada butiran pupuk. *Coating powder* berupa *silica powder* yang berasal dari *coating powder bin* (F-422) diumpankan melalui *screw conveyor* (J-424) dan *coating oil* berupa *SK-FERT* berasal dari *coating oil tank* (F-423) yang dimasukkan menggunakan *coating oil pump* (L-425). Produk keluaran *coater drum* (D-421) dengan temperature $35,523^{\circ}\text{C}$ kemudian dikirim ke gudang penyimpanan akhir (F-427) menggunakan belt conveyor (J-426) untuk pengepakan produk.

BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI

IV.1 Neraca Massa

Waktu Operasi	=	330	hari	=	7920	jam
Kapasitas Produksi	=	470000	ton/tahun	=	59343,4	kg/jam
Basis Perhitungan	=	1	jam			
Kadar Air	=	1,5%	kapasitas	=	890,152	kg/jam
Produk Bersih	=	58453,283	kg/jam			

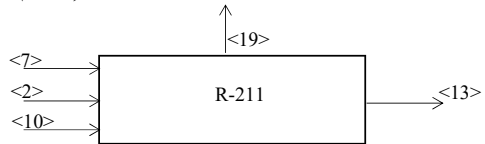
IV.1.1 Pug Mill (C-222)



Tabel IV.1.1 Neraca Massa Pug Mill

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<4>		<10>
CO(NH ₂) ₂	400,000	CO(NH ₂) ₂	423,067
H ₂ O	2,010	KCl	14278,513
Sub Total	402,010	Clay	6346,006
Komponen	<5>	(NH ₄) ₂ SO ₄	1398,109
KCl	13500,000	(NH ₄) ₂ HPO ₄	932,097
H ₂ O	136,364	H ₂ O	1307,050
Sub Total	13636,364	Sub Total	24684,841
Komponen	<6>		
Clay	6000,000		
H ₂ O	818,182		
Sub Total	6818,182		
Komponen	<34>		
CO(NH ₂) ₂	23,067		
KCl	0,203		
Clay	346,006		
(NH ₄) ₂ SO ₄	1398,109		
(NH ₄) ₂ HPO ₄	932,097		
H ₂ O	350,495		
Sub Total	3828,286		
Total	24684,841	Total	24684,841

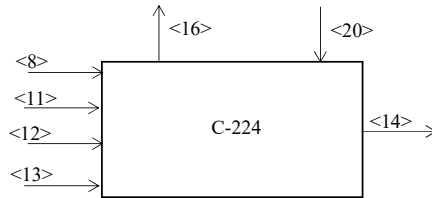
IV.1.2 *Neutralizer (R-211)*



Tabel IV.1.2 Neraca Massa Neutralizer

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<7>		<13>
H ₂ SO ₄	15300,000	(NH ₄) ₂ SO ₄	20608,163
H ₂ O	312,245	(NH ₄) ₂ HPO ₄	16163,265
Sub Total	15612,245	H ₂ O	12362,345
Komponen	<2>	Sub Total	49133,774
H ₃ PO ₄	12000,000	Komponen	<19>
H ₂ O	12000,000	NH ₃	498,496
Sub Total	24000,000	Sub Total	498,496
Komponen	<10>		
NH ₃	9969,925		
H ₂ O	50,100		
Sub Total	10020,025		
Total	49632,270	Total	49632,270

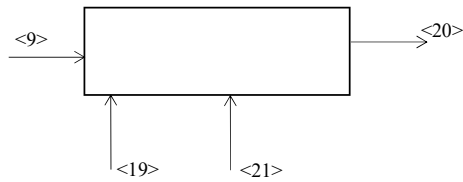
IV.1.3 Cone Mixer (C-224)



Tabel IV.1.3 Neraca Massa Granulator

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<8>		<14>
H ₂ SO ₄	1199,553	CO(NH ₂) ₂	423,067
H ₂ O	24,481	KCl	14278,513
Sub Total	1224,034	Clay	6346,006
Komponen	<11>	(NH ₄) ₂ SO ₄	25642,373
NH ₃	438,075	(NH ₄) ₂ HPO ₄	17095,362
H ₂ O	2,201	H ₂ O	13726,689
Sub Total	440,277	Sub Total	77512,009
Komponen	<12>	Komponen	<21>
CO(NH ₂) ₂	423,067	NH ₃	21,904
KCl	14278,513	H ₂ O	26,771261
Clay	6346,006	Sub Total	48,675
(NH ₄) ₂ SO ₄	1398,109		
(NH ₄) ₂ HPO ₄	932,097		
H ₂ O	1307,050		
Sub Total	24684,841		
Komponen	<13>		
(NH ₄) ₂ SO ₄	20608,163		
(NH ₄) ₂ HPO ₄	16163,265		
H ₂ O	12362,345		
Sub Total	49133,774		
Komponen	<20>		
(NH ₄) ₂ SO ₄	2020,376		
H ₂ O	57,383		
Sub Total	2077,759		
Total	77560,684	Total	77560,684

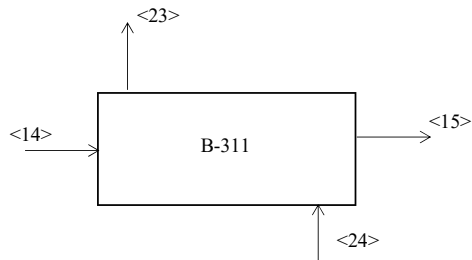
IV.1.4 Granulator Scrubber (D-223)



Tabel IV.I.4 Neraca Massa Granulator Scrubber

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<9>		<20>
H ₂ SO ₄	1499,976	(NH ₄) ₂ SO ₄	2020,376
H ₂ O	30,612	H ₂ O	57,383
Sub Total	1530,588	Sub Total	2077,759
Komponen	<19>		
NH ₃	498,496		
Sub Total	498,496		
Komponen	<21>		
NH ₃	21,904		
H ₂ O	26,771		
Sub Total	48,675		
Total	2077,759	Total	2077,759

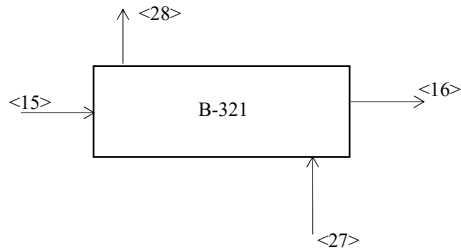
IV.1.5 Rotary Dryer (B-311)



Tabel IV.1.5 Neraca Massa Rotary Dryer

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<24>		<15>
Udara Kering	5457,433	CO(NH ₂) ₂	422,644
H ₂ O	284831,560	KCl	14264,234
Sub Total	290288,993	Clay	6339,660
Komponen	<14>	(NH ₄) ₂ SO ₄	25616,730
CO(NH ₂) ₂	423,067	(NH ₄) ₂ HPO ₄	17078,267
KCl	14278,513	H ₂ O	961,175
Clay	6346,006	Sub Total	64682,710
(NH ₄) ₂ SO ₄	25642,373	Komponen	<23>
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17095,362	CO(NH ₂) ₂	0,423
H ₂ O	13726,689	KCl	14,27851259
Sub Total	77512,009	Clay	6,346
		(NH ₄) ₂ SO ₄	25,642
		(NH ₄) ₂ HPO ₄	17,095
		H ₂ O	18222,9473
		Udara Kering	284831,560
		Sub Total	303118,292
Total	367801,002	Total	367801,002

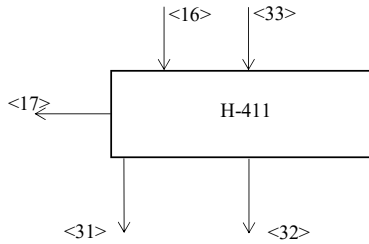
IV.1.6 Rotary Cooler (B-321)



Tabel IV.1.6 Neraca Massa Rotary Cooler

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<27>		<16>
Udara Kering	1770,847	CO(NH ₂) ₂	422,221
H ₂ O	92423,140	KCl	14249,970
Sub Total	94193,987	Clay	6333,320
Komponen	<15>	(NH ₄) ₂ SO ₄	25591,114
CO(NH ₂) ₂	422,644	(NH ₄) ₂ HPO ₄	17061,188
KCl	14264,234	H ₂ O	961,171
Clay	6339,660	Sub Total	64618,984
(NH ₄) ₂ SO ₄	25616,730	Komponen	<28>
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17078,267	CO(NH ₂) ₂	0,423
H ₂ O	961,175	KCl	14,26423407
Sub Total	64682,710	Clay	6,340
		(NH ₄) ₂ SO ₄	25,617
		(NH ₄) ₂ HPO ₄	17,078
		H ₂ O	1770,850816
		Udara Kering	92423,140
		Sub Total	94257,713
Total	158876,697	Total	158876,697

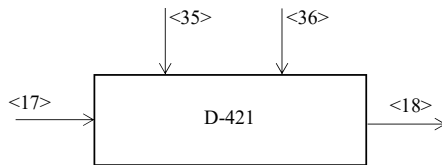
IV.1.7 Screen (H-411)



Tabel IV.1.7 Neraca Massa Screen

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<16>		<17>
CO(NH ₂) ₂	422,221	CO(NH ₂) ₂	399,999
KCl	14249,970	KCl	13499,971
Clay	6333,320	Clay	5999,987
(NH ₄) ₂ SO ₄	25591,114	(NH ₄) ₂ SO ₄	24244,213
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17061,188	(NH ₄) ₂ HPO ₄	16163,230
H ₂ O	961,171	H ₂ O	910,583
Sub Total	64618,984	Sub Total	61217,984
Komponen	<33>	Komponen	<31>
CO(NH ₂) ₂	22,222	CO(NH ₂) ₂	22,222
KCl	749,998	KCl	749,998
Clay	333,332	Clay	333,333
(NH ₄) ₂ SO ₄	1346,901	(NH ₄) ₂ SO ₄	1346,901
(NH ₄) ₂ HPO ₄	897,956	(NH ₄) ₂ HPO ₄	897,957
H ₂ O	50,588	H ₂ O	50,588
Sub Total	3400,997	Sub Total	3400,999
		Komponen	<32>
		CO(NH ₂) ₂	22,222
		KCl	749,998
		Clay	333,333
		(NH ₄) ₂ SO ₄	1346,901
		(NH ₄) ₂ HPO ₄	897,957
		H ₂ O	50,588
		Sub Total	3400,999
Total	68019,982	Total	68019,982

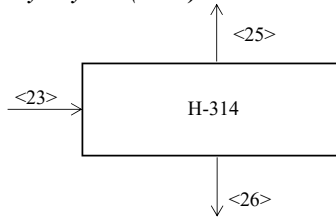
IV.1.8 Coater (D-421)



Tabel IV.I.8 Neraca Massa Coater

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<17>		<18>
CO(NH ₂) ₂	399,999	CO(NH ₂) ₂	399,999
KCl	13499,971	KCl	13499,971
Clay	5999,987	Clay	5999,987
(NH ₄) ₂ SO ₄	24244,213	(NH ₄) ₂ SO ₄	24244,213
(NH ₄) ₂ HPO ₄	16163,230	(NH ₄) ₂ HPO ₄	16163,230
H ₂ O	910,583	H ₂ O	910,583
Sub Total	61217,984	Coating Oil	117,000
Komponen	<35>	Coating Powder	234,000
Coating Oil	117,000	Sub Total	61568,984
Sub Total	117,000		
Komponen	<36>		
Coating Powder	234,000		
Sub Total	234,000		
Total	61568,984	Total	61568,984

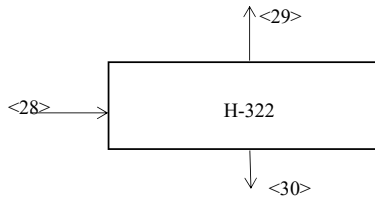
IV.1.9 Dryer Cyclone (H-314)



Tabel IV.1.9 Neraca Massa Dryer Cyclone

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<23>		<25>
CO(NH ₂) ₂	0,423	CO(NH ₂) ₂	0,000
KCl	14,279	KCl	0,014
Clay	6,346	Clay	0,006
(NH ₄) ₂ SO ₄	25,642	(NH ₄) ₂ SO ₄	0,026
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17,095	(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,017
H ₂ O	18222,947	H ₂ O	17949,603
Udara Kering	284831,560	Udara Kering	284831,560
Sub Total	303118,292	Sub Total	302781,227
		Komponen	<26>
		CO(NH ₂) ₂	0,423
		KCl	14,264
		Clay	6,340
		(NH ₄) ₂ SO ₄	25,617
		(NH ₄) ₂ HPO ₄	17,078
		H ₂ O	273,344
		Sub Total	337,066
Total	303118,292	Total	303118,292

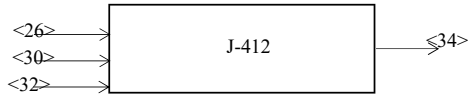
IV.1.10 Cooler Cyclone (H-322)



Tabel IV.I.10 Neraca Massa Cooler Cyclone

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<28>		<29>
CO(NH ₂) ₂	0,423	CO(NH ₂) ₂	0,000
KCl	14,264	KCl	0,014
Clay	6,340	Clay	0,006
(NH ₄) ₂ SO ₄	25,617	(NH ₄) ₂ SO ₄	0,026
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17,078	(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,017
H ₂ O	1770,851	H ₂ O	1744,288
Udara Kering	92423,140	Udara Kering	92423,140
Sub Total	94257,713	Sub Total	94167,492
		Komponen	<30>
		CO(NH ₂) ₂	0,422
		KCl	14,250
		Clay	6,333
		(NH ₄) ₂ SO ₄	25,591
		(NH ₄) ₂ HPO ₄	17,061
		H ₂ O	26,563
		Sub Total	90,221
Total	94257,713	Total	94257,713

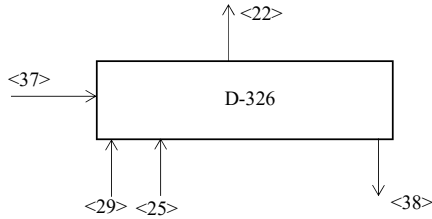
IV.1.11 Recycle Belt Conveyor (J-412)



Tabel IV.1.11 Neraca Massa Recycle Belt Conveyor

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<26>		<34>
CO(NH ₂) ₂	0,423	CO(NH ₂) ₂	23,067
KCl	14,264	KCl	778,513
Clay	6,340	Clay	346,006
(NH ₄) ₂ SO ₄	25,617	(NH ₄) ₂ SO ₄	1398,109
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17,078	(NH ₄) ₂ HPO ₄	932,097
H ₂ O	273,344	H ₂ O	350,495
Sub Total	337,066	Sub Total	3828,285
Komponen	<30>		
CO(NH ₂) ₂	0,422		
KCl	14,250		
Clay	6,333		
(NH ₄) ₂ SO ₄	25,591		
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17,061		
H ₂ O	26,563		
Sub Total	90,221		
Komponen	<32>		
CO(NH ₂) ₂	22,222		
KCl	749,998		
Clay	333,333		
(NH ₄) ₂ SO ₄	1346,901		
(NH ₄) ₂ HPO ₄	897,957		
H ₂ O	50,588		
Sub Total	3400,999		
Total	3828,285	Total	3828,285

IV.1.12 Tail Gas Scrubber (D-326)



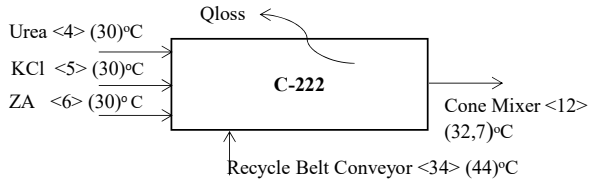
Tabel IV.I.12 Neraca Massa Tail Gas Scrubber

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<25>		<22>
CO(NH ₂) ₂	0,000	CO(NH ₂) ₂	0,000
KCl	0,014	KCl	0,000
Clay	0,006	Clay	0,000
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,026	(NH ₄) ₂ SO ₄	0,001
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,017	(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,000
H ₂ O	17949,603	H ₂ O	801,936
Udara Kering	284831,560	Udara Kering	377254,700
Sub Total	302781,227	Sub Total	378056,637
Komponen	<29>	Komponen	<38>
CO(NH ₂) ₂	0,000	CO(NH ₂) ₂	0,001
KCl	0,014	KCl	0,028
Clay	0,006	Clay	0,013
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,026	(NH ₄) ₂ SO ₄	0,051
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,017	(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,034
H ₂ O	1744,288	H ₂ O	19693,891
Udara Kering	92423,140	Sub Total	19694,017
Sub Total	94167,492		
Komponen	<37>		
H ₂ O	801,936		
Sub Total	801,936		
Total	397750,655	Total	397750,655

IV. 2 Neraca Energi

Waktu Operasi	=	330 hari	=	7920 jam
Kapasitas Produksi	=	470000 ton/tahun	=	59343,434 kg/jam
Basis Perhitungan	=	1 jam		
Kadar Air	=	1,5% kapasitas	=	890,152 kg/jam
Produk Bersih	=	58453,283 kg/jam		
Suhu Referensi	=	25 °C		

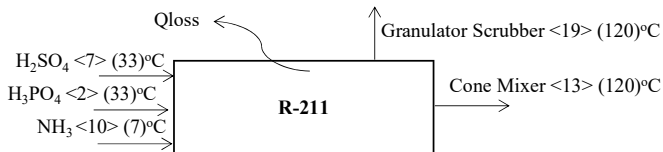
IV.2.1 Pug Mill (C-222)



Tabel IV.2.1 Neraca Energi Pug Mill

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_4	2719,810	ΔH_{12}	208779,694
ΔH_5	56512,527	Q_{loss}	10988,405
ΔH_6	45232,844		
ΔH_{34}	115302,918		
Total	219768,099	Total	219768,099

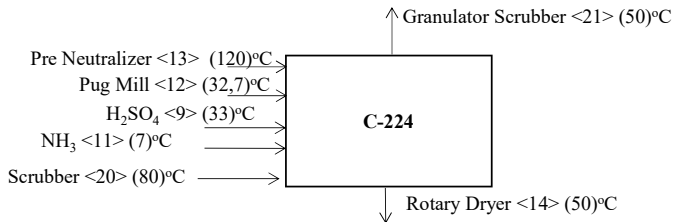
IV.2.2 Neutralizer (R-211)



Tabel IV.2.2 Neraca Energi Neutralizer

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_7	184777,654	ΔH_{13}	10310427,642
ΔH_2	656720,640	ΔH_{19}	79256,914
ΔH_{10}	-829713,616	ΔH_{Rtotal}	73850025,466
		Q_{cw}	-84227925,345
Total	11784,678	Total	11784,678

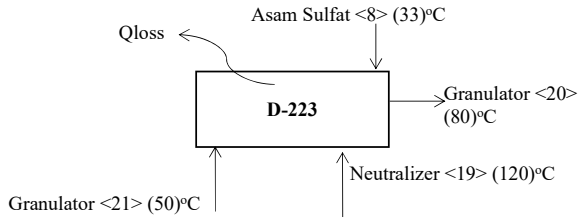
IV.2.3 Cone Mixer (C-224)



Tabel IV.2.3 Neraca Energi Granulator

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{13}	10310427,642	ΔH_{14}	3545407,789
ΔH_{12}	208779,694	ΔH_{21}	5320,521
ΔH_9	14486,966	ΔH_{R1}	-1628803,565
ΔH_{11}	-36457,341	Q_{loss}	8774488,812
ΔH_{20}	199176,595		
Total	10696413,557	Total	10696413,557

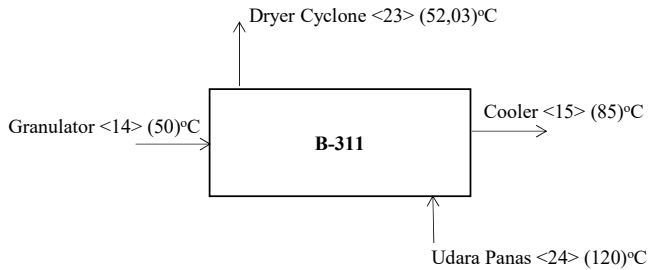
IV.2.4 Granulator Scrubber (D-223)



Tabel IV.2.4 Neraca Energi Granulator Scrubber

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_8	18115,172	ΔH_{20}	199176,595
ΔH_{19}	79256,914	ΔH_{R1}	-2071234,414
ΔH_{21}	2316,590	Q_{loss}	1971746,495
Total	99688,677	Total	99688,677

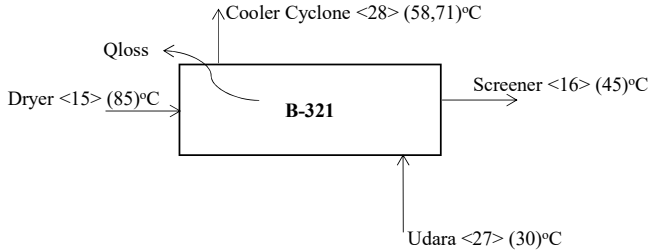
IV.2.5 Rotary Dryer (B-311)



Tabel IV.2.5 Neraca Energi Rotary Dryer

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{14}	16946785,198	ΔH_{15}	24661782,678
ΔH_{24}	68796536,726	ΔH_{23}	61081539,245
Total	85743321,924	Total	85743321,924

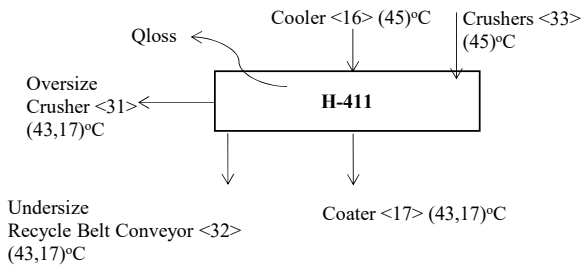
IV.2.6 Rotary Cooler (B-321)



Tabel IV.2.6 Neraca Energi Rotary Cooler

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{15}	5299260,971	ΔH_{16}	1764734,012
ΔH_{27}	501084,221	ΔH_{28}	252607,209
		Q_{loss}	3783003,971
Total	5800345,192	Total	5800345,192

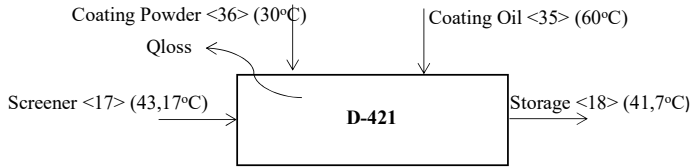
IV.2.7 Screen (H-411)



Tabel IV.2.7 Neraca Energi Screen

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{16}	1684304,451	ΔH_{17}	1519493,303
ΔH_{33}	92880,698	ΔH_{31}	84416,295
		ΔH_{32}	84416,295
		Q_{loss}	88859,257
Total	1777185,150	Total	1777185,150

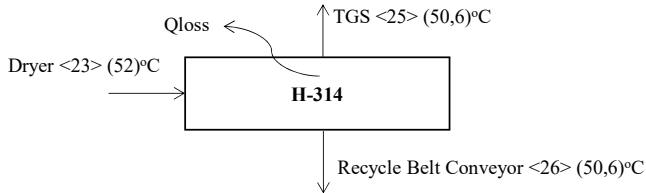
IV.2.8 Coater (D-421)



Tabel IV.2.8 Neraca Energi Coater

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{17}	1519493,303	ΔH_{18}	3180486,364
ΔH_{35}	1507746,240	Q_{loss}	167394,019
ΔH_{36}	320640,840		
Total	3347880,383	Total	3347880,383

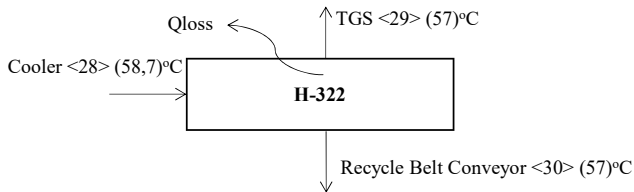
IV.2.9 Dryer Cyclone (H-314)



Tabel IV.2.9 Neraca Energi Dryer Cyclone

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{23}	8754027,714	ΔH_{25}	8284884,311
		ΔH_{26}	31442,018
		Q_{loss}	437701,386
Total	8754027,714	Total	8754027,714

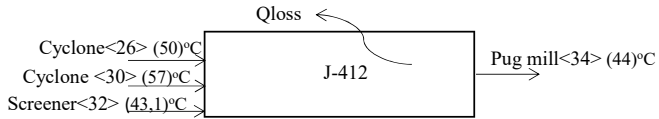
IV.2.10 Cooler Cyclone (H-322)



Tabel IV.2.10 Neraca Energi Cooler Cyclone

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{28}	3256269,360	ΔH_{29}	3090717,954
		ΔH_{30}	2737,938
		Q_{loss}	162813,468
Total	3256269,360	Total	3256269,360

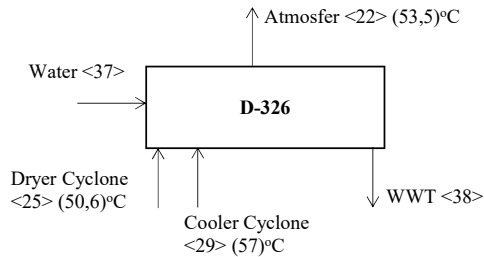
IV.2.11 *Recycle Belt Conveyor (J-412)*



Tabel IV.2.11 Neraca Energi Recycle Belt Conveyor

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{26}	31442,018	ΔH_{34}	115302,915
ΔH_{30}	5513,177	Q_{loss}	6068,574
ΔH_{32}	84416,295		
Total	121371,489	Total	121371,489

IV.2.12 *Tail Gas Scrubber (D-326)*



Tabel IV.2.12 Neraca Energi Tail Gas Scrubber

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{25}	8284884,311	ΔH_{22}	10877539,164
ΔH_{29}	3090717,954	ΔH_{38}	631047,341
ΔH_{37}	738699,320	Q_{loss}	605715,079
Total	12114301,585	Total	12114301,585

BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

V.1 Daftar Peralatan Proses

Untuk menunjang proses produksi pupuk NPK, berikut adalah daftar peralatan yang digunakan, seperti ditampilkan pada Tabel V.1 berikut ini :

Tabel V.1 Daftar Peralatan Proses

No.	Kode	Nama Peralatan
1	F-111	Tangki Penyimpanan Amonia
2	F-112	Tangki Penyimpanan Asam Fosfat
3	F-113	Tangki Penyimpanan Asam Sulfat
4	L-114	Pompa Amonia
5	L-115	Pompa Asam Fosfat
6	L-116	Pompa Asam Sulfat
7	F-121	Clay Bin
8	F-122	Urea Bin
9	F-123	KCl Bin
10	J-124	Belt Conveyor
11	J-125	Bucket Elevator
12	R-211	Reaktor Neutralizer
13	L-212	Pompa Reaktor
14	C-221	Granulator
15	C-222	Pug Mill
16	D-223	Scrubber
17	C-224	Cone Mixer
18	B-311	Rotary Dryer
19	B-312	Furnace
20	G-313	Furnace Fan
21	H-314	Dryer Cyclone
22	G-315	Dryer Cyclone Fan
23	G-316	Blower
24	B-321	Cooler
25	H-322	Cooler Cyclone
26	G-323	Cooler Cyclone Fan
27	J-324	Belt Conveyor
28	J-325	Bucket Elevator
29	D-326	Tail Gas Scrubber
30	H-411	Screen
31	J-412	Belt Conveyor
32	J-413	Recycle Belt Conveyor
33	C-414	Crusher
34	D-421	Coater
35	F-422	Coating Powder Bin

36	F-423	Coating Oil Tank
37	J-424	Belt Conveyor
38	L-425	Pompa Coating Oil
39	J-426	Belt Conveyor
40	F-427	NPK Storage

V. 2 Harga Peralatan Proses

Berikut adalah daftar perkiraan harga peralatan yang digunakan dalam proses produksi pupuk NPK, seperti ditampilkan pada Tabel V.2 berikut ini :

Tabel V.2 Harga Peralatan Proses

No.	Kode	Nama Alat	Jumlah	Harga Satuan (US\$, 2020)	Harga Total (US\$)
1	F-111	Tangki Penyimpanan	2	62699	125399
2	F-112	Tangki Penyimpanan Asam Fosfat	2	60719	121439
3	F-113	Tangki Penyimpanan Asam Sulfat	2	64129	128259
4	L-114	Pompa Amonia	1	9570	19140
5	L-115	Pompa Asam Fosfat	1	9790	19580
6	L-116	Pompa Asam Sulfat	2	10120	30360
7	F-121	Clay Bin	2	37400	74799
8	F-122	Urea Bin	1	19470	19470
9	F-123	KCl Bin	2	56320	112639
10	J-124	Belt Conveyor	1	28160	28160
11	J-125	Bucket Elevator	1	19690	19690
12	R-211	Reaktor Neutralizer	1	152459	152459
13	L-212	Pompa Reaktor	2	14850	29700
14	C-221	Granulator	1	241998	241998
15	C-222	Pug Mill	1	106039	106039
16	D-223	Scrubber	1	12870	12870
17	C-224	Cone Mixer	1	7040	7040
18	B-311	Rotary Dryer	1	178859	178859
19	B-312	Furnace	1	305907	305907
20	G-313	Furnace Fan	1	44660	44660
21	H-314	Dryer Cyclone	1	3300	3300
22	G-315	Dryer Cyclone Fan	1	49390	49390
23	G-316	Blower	1	75349	75349
24	B-321	Rotary Cooler	1	173249	173249
25	H-322	Cooler Cyclone	1	6930	6930
26	G-323	Cooler Cyclone Fan	1	51810	51810
27	J-324	Belt Conveyor	1	4730	4730
28	J-325	Bucket Elevator	1	15510	15510
29	D-326	Tail Gas Scrubber	1	39710	39710
30	H-411	Screen	1	64899	64899

31	J-412	Belt Conveyor	1	4730	4730
32	J-413	Recycle Belt Conveyor	1	46200	46200
33	C-414	Crusher	1	297548	297548
34	D-421	Coater	1	178639	178639
35	F-422	Coating Powder Bin	1	19470	19470
36	F-423	Coating Oil Tank	1	6930	6930
37	J-424	Screw Conveyor	1	3410	3410
38	L-425	Pompa Coating Oil	2	4950	9900
39	J-426	Belt Conveyor	1	4730	4730
40	F-427	NPK Storage	1	131999	131999
Total					2966895

V.3 Spesifikasi Peralatan

Spesifikasi peralatan yang digunakan dalam pembuatan pupuk NPK ditunjukkan dari tabel-tabel sebagai berikut :

1. Tangki Penyimpanan Amonia (F-111)

Tabel V.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Amonia

SPESIFIKASI	
Nama	= Tangki Penyimpanan Amonia
Fungsi	= Menyimpan NH ₃
Kapasitas	= 246,67 m ³
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk standard dishead
Diameter luar	= 228 in
Tebal tangki	= 0,1875 in
Tebal tutup atas	= 1,25 in
Tebal tutup bawah	= 1,25 in
Tinggi tutup atas	= 1,35 m
Tinggi tutup bawah	= 1,35 m
Tinggi tangki	= 11,39 m
Jumlah	= 2 buah
Bahan konstruksi	= High alloy steel SA 240 grade M Tipe 316

2. Tangki Penyimpanan Asam Fosfat (F-112)

Tabel V.4 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Asam Fosfat

SPESIFIKASI	
Nama	= Tangki Penyimpanan Asam Fosfat
Fungsi	= Menyimpan H ₃ PO ₄
Kapasitas	= 189 m ³
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk standard dishead
Diameter luar	= 216 in
Tebal tangki	= 0,1875 in

Tebal tutup atas	=	0,75 in
Tebal tutup bawah	=	0,75 in
Tinggi tutup atas	=	1,25 m
Tinggi tutup bawah	=	1,25 m
Tinggi tangki	=	10,73 m
Jumlah	=	2 buah
Bahan konstruksi	=	High alloy steel SA 240 grade M Tipe 316

3. Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (F-113)

Tabel V.5 Spesifikasi Tangki Penyimpanan Asam Sulfat

SPESIFIKASI		
Nama	=	Tangki Penyimpanan Asam Sulfat
Fungsi	=	Menyimpan H ₂ SO ₄ 98%
Kapasitas	=	301 m ³
Bentuk	=	Silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk standard dishead
Diameter luar	=	240 in
Tebal tangki	=	0,1875 in
Tebal tutup atas	=	0,875 in
Tebal tutup bawah	=	0,875 in
Tinggi tutup atas	=	1,46 m
Tinggi tutup bawah	=	1,46 m
Tinggi tangki	=	12 m
Jumlah	=	2 buah
Bahan konstruksi	=	High alloy steel SA 240 grade M Tipe 316

4. Pompa Ammonia (L-114)

Tabel V.6 Spesifikasi Pompa Ammonia

SPESIFIKASI		
Nama Alat	=	Pompa Amonia (L-114)
Fungsi	=	Memompa amonia menuju ke neutralizer
Tipe Alat	=	Centrifugal Pump
Kapasitas Pompa	=	8,32 m ³ /jam
Power Pompa	=	0,5 Hp
Ukuran pipa		
D Nominal	=	2 in
ID	=	2,07 in
OD	=	2,38 in
Schedule No.	=	40
Bahan	=	Commercial Steel
Jumlah	=	1 unit

5. Pompa Asam Fosfat (L-115)

Tabel V.7 Spesifikasi Pompa Asam Fosfat

SPESIFIKASI	
Nama Alat	= Pompa Asam Fosfat (L-115)
Fungsi	= Memompa asam fosfat menuju ke neutralizer
Tipe Alat	= Centrifugal Pump
Kapasitas Pompa	= 12,77 m ³ /jam
Power Pompa	= 0,5 Hp
Ukuran pipa	
D Nominal	= 3 in
ID	= 3,068 in
OD	= 3,5 in
Schedule No.	= 40
Bahan	= Commercial Steel
Jumlah	= 1 unit

6. Pompa Asam Sulfat (L-116)

Tabel V.8 Spesifikasi Pompa Asam Sulfat

SPESIFIKASI	
Nama Alat	= Pompa Asam Sulfat (L-116)
Fungsi	= Memompa asam sulfat menuju ke neutralizer
Tipe Alat	= Centrifugal Pump
Kapasitas Pompa	= 10,04 m ³ /jam
Power Pompa	= 0,55 Hp
Ukuran pipa	
D Nominal	= 3 in
ID	= 2,9 in
OD	= 3,5 in
Schedule No.	= 80
Bahan	= Commercial Steel
Jumlah	= 2 unit

7. Clay Bin (F-121)

Tabel V.9 Spesifikasi Clay Bin

SPESIFIKASI	
Nama Alat	= Clay Bin
Fungsi	= Menampung bahan baku padat berupa Clay
Kapasitas	= 234 m ³
Diameter	= 228 in
Tinggi Total Tangk	= 10,34 m
Tebal Tangki	= 0,25 in
Tebal Tutup Bawah	= 0,25 in
Bahan Konstruksi	= High Alloy Steel SA 240 Grade M
Jumlah	= 2 buah

8. Urea Bin (F-122)

Tabel V.10 Spesifikasi Urea Bin

SPESIFIKASI	
Nama Alat	= Urea Bin
Fungsi	= Menampung bahan baku padat berupa Urea
Kapasitas	= 37 m ³
Diameter	= 126 in
Tinggi Total Tangk	= 5,71 m
Tebal Tangki	= 0,1875 in
Tebal Tutup Bawah	= 0,1875 in
Bahan Konstruksi	= High Alloy Steel SA 240 Grade M
Jumlah	= 1 buah

9. KCl Bin (F-123)

Tabel V.11 Spesifikasi KCl Bin

SPESIFIKASI	
Nama Alat	= KCl Bin
Fungsi	= Menampung bahan baku padat berupa KCl
Kapasitas	= 207 m ³
Diameter	= 228 in
Tinggi Total Tangk	= 10,34 m
Tebal Tangki	= 0,25 in
Tebal Tutup Bawah	= 0,3125 in
Bahan Konstruksi	= High Alloy Steel SA 240 Grade M
Jumlah	= 2 buah

10. Belt Conveyor (J-124)

Tabel V.12 Spesifikasi Belt Conveyor

SPESIFIKASI	
Nama alat	= Belt Conveyor
Fungsi	= Mengalirkan bahan baku padat menuju bucket elevator
Jenis	= Through Belt Conveyor
Kapasitas	= 21,05 ton/jam
Panjang	= 18,3 m
Lebar	= 0,36 m
Luas penampang	= 0,01 m ²
Belt ply	= 4
Kecepatan belt	= 0,33 m/s
Pemasangan	= Horizontal
Jumlah	= 1 buah
Daya	= 4 hp
Bahan konstruksi	= Carbon steel

11. Bucket Elevator (J-125)

Tabel V.13 Spesifikasi Bucket Elevator

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Mengalirkan bahan baku padat dan recycle ke dalam pug mill
Jenis	= Continuous Bucket Elevator
Kapasitas	= 24,68 ton/jam
Tinggi	= 14,03 m
Ukuran bucket	= 8" x 5,5" x 7,75"
Jarak antar bucket	= 0,2 m
Kecepatan bucket	= 0,54 m/s
Pemasangan	= Vertikal
Daya	= 6 hp
Bahan konstruksi	= Carbon steel
Jumlah	= 1 buah

12. Reaktor Neutralizer (R-211)

Tabel V.14 Spesifikasi Reaktor Neutralizer

SPESIFIKASI	
Nama	= Reaktor Neutralizer
Fungsi	= Mereaksikan NH ₃ dengan H ₂ SO ₄ dan H ₃ PO ₄ menjadi (NH ₄) ₂ SO ₄ dan (NH ₄) ₂ HPO ₄
Kapasitas	= 1571,53 ft ³
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah benbertuk standard

	dishead	
Diameter luar	=	120 in
Tebal tangki	=	0,25 in
Tebal tutup atas	=	0,1875 in
Tebal tutup bawah	=	0,1875 in
Tinggi tutup atas	=	0,57 m
Tinggi tutup bawah	=	0,56 m
Tinggi tangki	=	5,89 m
Jenis pengaduk	=	<i>six blade turbine</i> dengan 4 baffle
D pengaduk	=	39 in
rpm pengaduk	=	60 rpm
Power motor	=	5 hp
Jumlah	=	1 buah
Bahan konstruksi	=	High alloy steel SA 240 grade M Tipe 316
Jaket		
T air masuk	=	30 °C
T air keluar	=	65 °C
Luas penampang	=	3302 m ²

13. Pompa Reaktor (L-212)

Tabel V.15 Spesifikasi Pompa Reaktor

SPESIFIKASI	
Nama Alat	= Pompa Reaktor (L-212)
Fungsi	= Memompa slurry menuju ke granulator
Tipe Alat	= Centrifugal Pump
Kapasitas Pompa	= 32,2 m ³ /jam
Power Pompa	= 2 Hp
Ukuran pipa	
D Nominal	= 6 in
ID	= 5,761 in
OD	= 6,625 in
Schedule No.	= 80
Bahan	= Commercial Steel
Jumlah	= 1 unit

14. Granulator (C-221)

Tabel V.16 Spesifikasi Granulator

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Mencampur antara bahan padat dan bahan cair, membentuk granul NPK
Tipe	= <i>Drum Granulator</i>
Bahan Konstruksi	= <i>High Alloy Steel SA 240 Grade M</i>
Rate Bahan	= 58,45 ton/jam

Diameter	=	3,04 m
Panjang drum	=	6,08 m
Power	=	150 hp
Speed	=	7-12 rpm
Jumlah	=	1 buah

15. Pug Mill (C-222)

Tabel V.17 Spesifikasi Pug Mill

SPESIFIKASI	
Nama alat	= <i>Pug Mill</i>
Fungsi :	= Mencampur bahan baku padat agar homogen sebelum masuk ke granulator
Type	= Ribbon
Kecepatan	= 56 r/min
ukuran (panjang x lebar)	= 8 x 2 ft = 2,43 x 0,61 m
ketebalan <i>plate</i>	= 0,25 in
diameter dari <i>shaft</i>	= 3 in
HP	= 30 hp

16. Scrubber (D-223)

Tabel V.18 Spesifikasi Scrubber

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Menyerap NH_3 dari granulator dengan menggunakan air dan mereaksikan dengan H_2SO_4
Jenis	= <i>Packed scrubber</i>
Kapasitas	= 547,17 kg/jam
Tipe packing	= Intalox saddles
Bahan packing	= Plastik
Ukuran packing	= 25 mm
Diameter	= 0,5 m
Bahan konstruksi	= Baja karbon
Jumlah	= 1 buah

17. Cone Mixer (C-224)

Tabel V.19 Spesifikasi Cone Mixer

SPESIFIKASI	
Nama Alat	= Cone Mixer
Fungsi	= Mencampur bahan padat dan slurry
Kapasitas	= 84,0 m ³
Diameter	= 156 in
Tinggi Total Tangk	= 7,72 m
Tebal Tangki	= 0,188 in

Tebal Tutup Bawah=	0,188 in
Tebal Tutup Atas =	0,188 in
Jenis pengaduk =	<i>six blade turbine</i> dengan 4 baffle
D pengaduk =	52 in
rpm pengaduk =	60 rpm
Power motor =	17 hp
Bahan Konstruksi =	High Alloy Steel SA 240 Grade M
Jumlah =	1 buah

18. Rotary Dryer (B-311)

Tabel V.20 Spesifikasi Rotary Dryer

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Meringinkan produk hingga kadar air sebesar 1,5%
Jenis	= <i>Direct heat Rotary Dryer (counter-current)</i>
Kapasitas maksimum	= 77512 kg/jam
Diameter	= 5,84 m
Panjang	= 72,71 m
Tebal <i>Shell</i>	= 0,1874 in
Kecepatan putaran	= 2 rpm
Sudut <i>Rotary</i>	= 2 °
<i>Time of passes</i>	= 58,4 menit
Jumlah <i>flight</i>	= 100 buah
Power	= 448 hp
Jumlah	= 1 buah

19. Furnace (B-312)

Tabel V.21 Spesifikasi Furnace

SPESIFIKASI	
Nama	= Furnace
Fungsi	= Memanaskan udara sebelum digunakan dirotary dryer
Panjang tube	= 4,42 m
Jumlah tube	= 62,00 buah
Dimensi	
End walls	= 54,82 m ²
Side walls	= 48,37 m ²
Bridge walls	= 29,94 m ²
Floor and arch	= 128,98 m ²

20. Furnace Fan (G-313)

Tabel V.22 Spesifikasi Furnace Fan

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Menghisap udara setelah dipanaskan dengan furnace
Tipe	= Centrifugal fan dengan backward- curved
Jumlah	= 1 buah
Kapasitas	= 284832 kg/jam
Power	= 3 hp

21. Dryer Cyclone (H-314)

Tabel V.23 Spesifikasi Dryer Cyclone

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Memisahkan debu dan udara yang keluar dari dryer
Jenis	= <i>van tongeran cyclone</i>
Kapasitas	= 303118,29 kg/jam
Tinggi	= 2,12 m
Diameter	= 0,53 m
Diameter inlet	= BC = 0,13 m; HC = 0,26 m
Bahan konstruksi	= Baja karbon
Jumlah	= 1 buah

22. Dryer Cyclone Fan (G-315)

Tabel V.24 Spesifikasi Dryer Cyclone Fan

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Menghisap udara dari rotary dryer cyclone ke scrubber
Tipe	= Centrifugal fan dengan backward- curved
Jumlah	= 1 buah
Kapasitas	= 284832 kg/jam
Power	= 3 hp

23. Blower (G-316)

Tabel V.25 Spesifikasi Blower

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Menghisap udara sebelum dipanaskan dengan furnace
Tipe	= Centrifugal fan dengan backward- curved
Jumlah	= 1 buah
Kapasitas	= 377255 kg/jam
Power	= 6 hp

24. Rotary Cooler (B-321)

Tabel V.26 Spesifikasi Rotary Cooler

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Menurunkan suhu produk pupuk NPK sebelum ke proses screening
Jenis	= <i>Rotary Cooler</i>
Kapasitas maksimum	= 64682,71 kg/jam
Diameter	= 3,29 m
Panjang	= 41,03 m
Tebal <i>Shell</i>	= 0,187 in
Kecepatan putaran	= 2,39 rpm
Sudut <i>Rotary</i>	= 2,29 °
<i>Time of passes</i>	= 50,6 menit
Jumlah <i>flight</i>	= 54 buah
Power	= 208 hp
Jumlah	= 1 buah

25. Cooler Cyclone (H-322)

Tabel V.27 Spesifikasi Cooler Cyclone

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Memisahkan debu dan udara keluar dari cooler
Jenis	= <i>van tongeran cyclone</i>
Kapasitas	= 94257,71 kg/jam
Tinggi	= 1,30 m
Diameter	= 0,32 m
Diameter inlet	= BC = 0,08 m; HC = 0,16 m
Bahan konstruksi	= <i>High Alloy Steel SA 240 Grade M</i>
Jumlah	= 1 buah

26. Cooler Cyclone Fan (G-323)

Tabel V.28 Spesifikasi Cooler Cyclone Fan

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Menghisap udara dari cooler cyclone ke scrubber
Tipe	= Centrifugal fan dengan backward- curved
Jumlah	= 1 buah
Kapasitas	= 92423 kg/jam
Power	= 4 hp

27. Belt Conveyor (J-324)

Tabel V.29 Spesifikasi Belt Conveyor

SPESIFIKASI	
Nama alat	= Belt Conveyor
Fungsi	= Mengalirkan NPK padat menuju bucket elevator
Jenis	= Through Belt Conveyor
Kapasitas	= 60,92 ton/jam
Panjang	= 3,05 m
Lebar	= 0,36 m
Luas penampang	= 0,01 m ²
Belt ply	= 4
Kecepatan belt	= 0,97 m/s
Pemasangan	= Horizontal
Jumlah	= 1 buah
Daya	= 2 hp
Bahan konstruksi	= Carbon steel

28. Bucket Elevator (J-325)

Tabel V.30 Spesifikasi Bucket Elevator

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Mengalirkan NPK padat dari cooler ke dalam screener
Jenis	= Continuous Bucket Elevator
Kapasitas	= 64,62 ton/jam
Tinggi	= 14,03 m
Ukuran bucket	= 12" x 7" x 11.75"
Jarak antar bucket	= 0,3 m
Kecepatan bucket	= 0,7 m/s
Pemasangan	= Vertikal
Daya	= 12 hp
Bahan konstruksi	= Carbon steel
Jumlah	= 1 buah

29. Tail Gas Scrubber (D-326)

Tabel V.31 Spesifikasi Tail Gas Scrubber

SPESIFIKASI	
Nama	= <i>Venturi Scrubber</i>
Fungsi	= Memisahkan debu yang terikut dari keluaran gas
Kapasitas	= 45,20 ft ³ /s
Diameter droplet	= 11,94 μ m
Bahan	= <i>cast iron</i>
Jumlah	= 1 buah

30. Screen (H-411)

Tabel V.32 Spesifikasi Screen

SPESIFIKASI	
Jenis ayakan	= <i>square and slightly rectangular opening</i>
Kapasitas ayakan	= 68,02 ton/jam
Bukaan ayakan	= 4,76 mm dan = 1,68 mm
Diameter kawat	= 1,54 mm dan = 0,81 mm
Luas ayakan	= 11,25 m ²
Bahan konstruksi	= <i>carbon steel</i>
Jumlah	= 1 buah

31. Belt Conveyor (J-412)

Tabel V.33 Spesifikasi Belt Conveyor

SPESIFIKASI	
Nama alat	= Belt Conveyor
Fungsi	= Mengalirkan NPK padat menuju coater
Jenis	= Through Belt Conveyor
Kapasitas	= 55,73 ton/jam
Panjang	= 3,05 m
Lebar	= 0,36 m
Luas penampang	= 0,01 m ²
Belt ply	= 4
Kecepatan belt	= 0,89 m/s
Pemasangan	= Horizontal
Jumlah	= 1,00 buah
Daya	= 2,00 hp
Bahan konstruksi	= Carbon steel

32. Recycle Belt Conveyor (J-413)

Tabel V.34 Spesifikasi Recycle Belt Conveyor

SPESIFIKASI	
Nama alat	= Recycle Belt Conveyor
Fungsi	= Mengalirkan bahan recycle menuju belt conveyor
Jenis	= Through Belt Conveyor
Kapasitas	= 3,48 ton/jam
Panjang	= 106,75 m
Lebar	= 0,36 m
Luas penampang	= 0,01 m ²
Belt ply	= 4
Kecepatan belt	= 0,06 m/s
Pemasangan	= Horizontal
Jumlah	= 1 buah
Daya	= 20 hp
Bahan konstruksi	= Carbon steel

33. Crusher (C-414)

Tabel V.35 Spesifikasi Crusher

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Memperkecil ukuran produk NPK oversize
Jenis	= Ball mill
Kapasitas maksimum	= 82 ton/hari
Ukuran	= 1,524 x 1,22 m
Berat bola	= 5,25 ton
Daya	= 44-50 hp
Kecepatan putaran	= 27 rpm
Ukuran produk	= 70% - 200 mesh
Bahan	= Carbon Steel
Jumlah	= 1 buah

34. Coater (D-421)

Tabel V.36 Spesifikasi Coater

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Melapisi produk dengan coating oil dan coating
Jenis	= <i>Rotating drum</i>
Kapasitas	= 61218 kg/jam
Panjang	= 4,11 m
Diameter	= 2,05 m
Putaran	= 4 rpm
Daya	= 28 HP
Bahan konstruksi	= <i>Carbon Steel</i>
Jumlah	= 1 buah

35. Coating Powder Bin (F-422)

Tabel V.37 Spesifikasi Coating Powder Bin

SPESIFIKASI	
Nama Alat	= Coating Powder Bin
Fungsi	= Menampung coating powder
Kapasitas	= 3 m ³
Diameter	= 60 in
Tinggi Total Tangk	= 2,71 m
Tebal Tangki	= 0,25 in
Tebal Tutup Bawah	= 0,25 in
Bahan Konstruksi	= High Alloy Steel SA 240 Grade M
Jumlah	= 1 buah

36. Coating Oil Tank (F-423)

Tabel V.38 Spesifikasi Coating Oil Tank

SPESIFIKASI	
Nama Alat	= Coating Oil Tank
Fungsi	= Menampung coating oil
Kapasitas	= 3 m ³
Diameter	= 60 in
Tinggi Total Tangk	= 3,03 m
Tebal Tangki	= 0,1875 in
Tebal Tutup Bawah	= 0,1875 in
Tebal Tutup Atas	= 0,1875 in
Bahan Konstruksi	= High Alloy Steel SA 240 Grade M
Jumlah	= 1 buah

37. Screw Conveyor (J-424)

Tabel V.39 Spesifikasi Screw Conveyor

SPESIFIKASI	
Nama	= Screw Conveyor
Fungsi	= Memindahkan bahan dari tangki coating powder menuju coater
Kapasitas	= 0,14 m ³ /jam
Diameter	= 6 in
Panjang	= 6,1 m
Kecepatan	= 13 rpm
Power motor	= 1 hp

38. Pompa Coating Oil (L-425)

Tabel V.40 Spesifikasi Pompa Coating Oil

SPESIFIKASI	
Nama Alat	= Pompa Coating Oil (L-425)
Fungsi	= Memompa coating oil menuju ke coater
Tipe Alat	= Centrifugal Pump
Kapasitas Pompa	= 0,00004 m ³ /jam
Power Pompa	= 0,5 Hp
Ukuran pipa	
D Nominal	= 1/2 in
ID	= 0,546 in
OD	= 0,84 in
Schedule No.	= 80
Bahan	= Commercial Steel
Jumlah	= 1 unit

39. Belt Conveyor (J-426)

Tabel V.41 Spesifikasi Belt Conveyor

SPESIFIKASI	
Nama alat	= Belt Conveyor
Fungsi	= Mengalirkan NPK padat menuju NPK storage
Jenis	= Through Belt Conveyor
Kapasitas	= 56,05 ton/jam
Panjang	= 3,05 m
Lebar	= 0,36 m
Luas penampang	= 0,01 m ²
Belt ply	= 4
Kecepatan belt	= 0,89 m/s
Pemasangan	= Horizontal
Jumlah	= 1 buah
Daya	= 2 hp
Bahan konstruksi	= Carbon steel

40. NPK Storage (F-427)

Tabel V.42 Spesifikasi NPK Storage

SPESIFIKASI	
Panjang gudang :	14 m
Lebar gudang :	9,33 m
Tinggi gudang :	18,67 m
Volume NPK :	1708 m ³
Konstruksi :	Pondasi dasar beton

BAB VI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi adalah suatu parameter dalam menentukan kelayakan suatu pabrik untuk didirikan. Dalam perhitungan neraca ekonomi, diperlukan perhitungan bahan baku yang dibutuhkan dan produk yang dihasilkan menurut neraca massa yang terdapat pada Bab IV. Demikian juga dalam penentuan harga peralatan, juga berdasarkan spesifikasi peralatan yang dibutuhkan pada Bab V yang juga dihitung berdasarkan neraca massa dan energi. Selain yang disebutkan diatas, juga diperlukan analisa biaya yang dibutuhkan untuk pengoprasian pabrik dan utilitas, jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk mendirikan pabrik.

Faktor-faktor yang ditinjau dalam penentuan analisa ekonomi ini antara lain adalah sebagai berikut :

- a. Laju pengembalian modal (*Rate of Return*)
- b. Lama pengembalian modal (*Pay out Period*)
- c. Titik impas (*Break Even Point*)

Untuk meninjau faktor-faktor diatas perlu dilakukan penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu :

- Penaksiran modal industri (*Total Capital Investment*)
 - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
 - b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)
- Penentuan biaya total produksi (*Total Production Cost*)
 - a. Biaya pendirian (*Manufacturing Cost*)
 - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
- Total pendapatan

VI.1 Struktur Organisasi

VI.1.1 Umum

- Bentuk perusahaan : PT (Perseroan terbatas)
Lapangan usaha : Industri Pupuk NPK
Lokasi : Desa Manyarejo, Kecamatan Manyar. Kabupaten Gresik, Jawa Timur
Kapasitas produksi : 470.000 ton/tahun

Dalam suatu perusahaan dan bentuk - bentuk organisasi lainnya, proses pengorganisasian merupakan upaya dalam membentuk pekerjaan yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan organisasi. Pembagian secara cepat dianut para pegawai/karyawan perusahaan untuk menetapkan mekanisme dalam mengkoordinasikan aktivitas – aktivitas perusahaan. Salah satu hasil dari proses ini adalah struktur organisasi. Secara fisik struktur organisasi dapat dinyatakan dalam bentuk gambaran grafik atau bagan yang memperlihatkan hubungan unit-unit organisasi dan garis-garis wewenang yang ada.

VI.1.2 Bentuk Perusahaan

Pabrik pupuk NPK ini merupakan perusahaan swasta nasional yang direncanakan dalam bentuk Perseroan Terbatas (PT)

Dasar-dasar dari kepemilikan bentuk perusahaan ini adalah sebagai berikut :

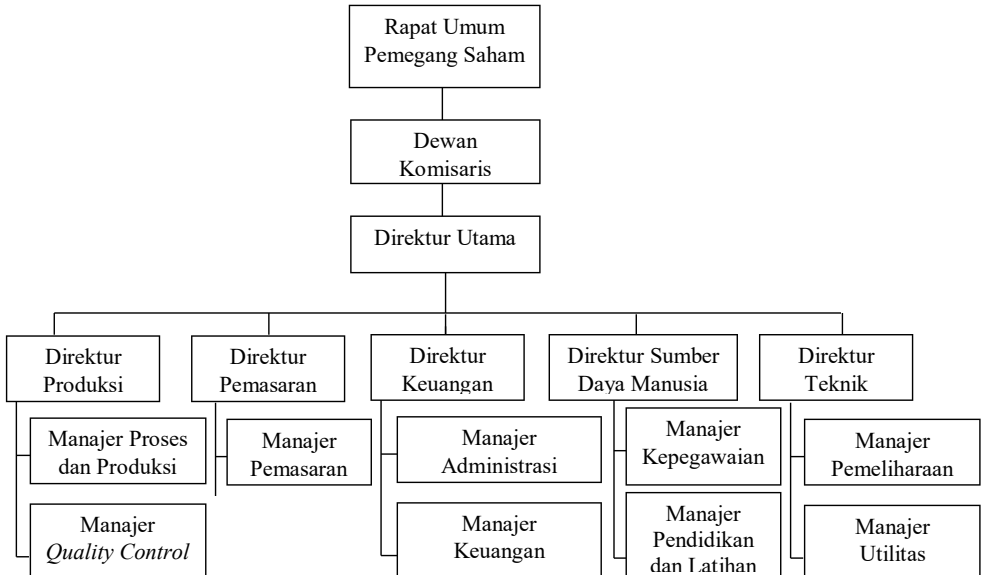
1. Terbatasnya tanggung jawab Perseroan terbatas sebagai badan hukum dan tanggung jawab pemegang saham.
2. Pemilik dan pengusaha adalah terpisah satu dengan yang lainnya. Pemilik perseroan terbatas adalah para pemegang saham, sedangkan pengurus adalah direksi. Pelaksanaan sebuah perseroan terbatas diberikan kepada orang-orang yang sanggup untuk melaksanakan tugas itu, dengan demikian kemampuan perusahaan untuk mendapatkan keuntungan semakin besar. Tanggung jawab pemegang saham terbatas oleh pemimpin perusahaan.
3. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan memperoleh modal dari bank dan penjualan saham-saham, dengan membagi modal dan jumlah saham-saham, perseroan terbatas dapat menarik modal dari banyak orang.
4. Kehidupan perseroan terbatas lebih terjamin. Ini berarti satu perseroan terbatas mempunyai potensi yang lebih permanen dari bentuk perusahaan lainnya. Meninggalkan seorang pemilik saham, seorang direksi, seorang anggota komisaris, atau pegawai tidak begitu mempengaruhi halannya suatu perusahaan.
5. Adanya efisiensi jalannya suatu perusahaan. Tiap bagian dalam perseroan terbatas dipegang oleh orang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau tiap bagian mempunyai tugas yang jelas sehingga ada dorongan untuk mengerjakan dengan sebaik-baiknya.
6. Kekayaan perusahaan terpisah dari kekayaan pemegang saham.

VI.1.3 Bagan struktur Organisasi

Dalam struktur organisasi pabrik pupuk NPK ini, pimpinan pabrik/perusahaan dipegang oleh direktur utama yang bertanggung jawab langsung pada dewan komisaris. Anggota-anggota dewan komisaris ini merupakan wakil dari para pemegang saham.

Alasan penggunaan sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Bentuk organisasi mudah dipahami dan dilaksanakan karena sederhana.
2. Sering digunakan dalam perusahaan yang memproduksi secara massal.
3. Digunakan oleh organisasi yang cukup besar dengan produksi yang kontinyu.
4. Terdapat kesatuan dalam pelaksanaan dan perintah, sehingga mempermudah pemeliharaan didiplin dan tanggung jawab kerja lebih baik.
5. Pengambilan keputusan dapat dilakukan secara cepat, karena komunikasi lebih mudah.
6. Masing-masing manager secara langsung bertanggung jawab atas suatu aktivitas yang diperlukan untuk mencapai tujuan perusahaan.
7. Pimpinan tertinggi pabrik/perusahaan dipegang oleh seorang direktur utama yang bertanggung jawab kepada dewan komisaris. Anggota dewan komisaris merupakan wakil dari para pemegang saham.



Gambar VI.1 Struktur Organisasi Pabrik

Pembagian kerja dalam organisasi ini adalah :

1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Pemegang saham pula yang merupakan pemilik perusahaan dimana jumlah yang dimiliki tergantung dan terbatas sesuai dengan besarnya saham yang dimilikinya, sedangkan kekayaan pribadi milik pemegang saham tidak dipertanggung-jawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang. Pemegang saham harus menanamkan modal paling sedikit 1 tahun. Kekuasaan tertinggi terletak dipemegang saham, dan merekalah yang memilih dan menentukan direktur.

2. Dewan Komisaris

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

Tugas dewan komisaris :

- a. Mengawasi direktur dan berusaha agar tindakan direktur tidak merugikan perseroan
- b. Menetapkan kebijaksanaan perusahaan
- c. Mengadakan evaluasi/pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan
- d. Memberikan nasehat kepada direktur bila direktur ingin mengadakan perubahan dalam perusahaan.

3. Direktur Utama

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

Tugas direktur utama adalah :

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

4. Direktur Produksi

Direktur produksi yang bertugas membantu direktur utama dalam pelaksanaan

tugasnya, yang berhubungan dengan produksi di pabrik, konstruksi pabrik dan quality dari bahan baku dan produk yang dihasilkan. Dalam hal ini Direktur Produksi dibantu oleh Manager Produksi dan Manager Quality control yang masing-masing membawahi staf di bagian masing-masing.

Tugas Direktur Produksi:

- a. Membantu direktur dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok bidang operasi produksi pabrik dalam hal produksi, dan quality dari bahan baku serta produk yang dihasilkan
 - b. Menentukan kebijakan operasi pabrik agar dapat memperoleh hasil maksimal.
 - c. Mengadakan koordinasi yang tepat dari bagian produksi.
 - d. Memberikan instruksi kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
 - e. Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama.
5. Direktur Pemasaran

Direktur pemasaran yang bertugas membantu direktur dalam pelaksanaan tugasnya yang berhubungan dengan pemasaran. Dalam hal ini direktur pemasaran dibantu oleh manager promosi dan penjualan yang membawahi staf-staf bagian pemasaran.

Tugas Direktur Pemasaran:

- a. Membantu direktur dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang pemasaran.
 - b. Menentukan kebijakan pemasaran agar dapat memperoleh hasil maksimal.
 - c. Mengadakan koordinasi yang tepat dari bagian pemasaran.
 - d. Memberikan instruksi kepada bawahannya (manager pemasaran) untuk mengadakan tugas masing-masing.
 - e. Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama.
6. Direktur Keuangan

Direktur keuangan yang bertugas membantu direktur dalam pelaksanaan tugasnya, yang berhubungan dengan hal keuangan dan pembukuan perusahaan. Dalam hal ini Direktur Keuangan dibantu oleh Manager Pengelolaan dana dan Manager Pembukuan yang masing-masing membawahi staf di bagian masing-masing.

Tugas Direktur Keuangan:

- a. Membantu direktur dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok bidang keuangan dan pembukuan perusahaan.
- b. Menentukan kebijakan keuangan pabrik agar memperoleh keuntungan maksimal.
- c. Mengadakan koordinasi yang tepat dari bagian keuangan.

- d. Memberikan instruksi kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- e. Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama.

7. Direktur Teknik

Direktur teknik yang bertugas membantu direktur dalam pelaksanaan tugasnya, yang berhubungan dengan operasi pabrik dalam hal operasi peralatan, maintenance peralatan, *plant technical* dan pengadaan logistik untuk operasi pabrik. Dalam hal ini Direktur Teknik dibantu oleh Manager Operasi, Manager Pemeliharaan yang masing-masing membawahi staf di bagian masing-masing.

Tugas Direktur Teknik:

- a. Membantu direktur dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok bidang operasi pabrik dalam hal operasi peralatan, maintenance peralatan, *plant technical* dan pengadaan logistik untuk operasi pabrik
- b. Menentukan kebijakan engineering pabrik agar dapat beroperasi secara maksimal.
- c. Mengadakan koordinasi yang tepat dari bagian engineering.
- d. Memberikan instruksi kepada bawahannya untuk mengadakan tugas masing-masing.
- e. Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama.

8. Direktur Sumber Daya Manusia

Direktur SDM bertugas membantu direktur utama dalam pelaksanaan tugasnya yang berhubungan dengan pengelolaan SDM, personalia dan umum. Dalam hal ini direktur SDM dibantu oleh Manager Kepegawaian dan Manager Pendidikan dan Pelatihan.

Tugas Direktur SDM :

- a. Membantu direktur dalam perencanaan maupun dalam penelaahan kebijaksanaan pokok dalam bidang kepegawaian, fasilitas bagi karyawan, peningkatan mutu karyawan, pelayanan terhadap masyarakat maupun karyawan serta keamanan pabrik.
- b. Mengadakan koordinasi yang tepat dari bagian personalia dan umum
- c. Memberikan instruksi kepada bawahannya (manager personalia dan umum) untuk mengadakan tugas masing-masing.
- d. Mengadakan pelatihan untuk meningkatkan kualitas dari karyawan di perusahaan.
- e. Bertanggung jawab langsung kepada Direktur Utama.

Berikut rincian jumlah karyawan yang bekerja di pabrik ini:

Tabel VI.1 Jumlah Pekerja Pabrik

No	Jabatan	Jumlah
1	Dewan Komisaris	3
2	Direktur Utama	1
3	Direktur Produksi	1
4	Direktur Pemasaran	1
5	Direktur Keuangan	1
6	Direktur SDM	1
7	Direktur Teknik	1
8	Sekretaris	6
9	Manager	
	a. Proses dan Produksi	1
	b. Quality Control	1
	c. Pemasaran	1
	d. Administrasi	1
	e. Keuangan	1
	f. Kepegawaian	1
	g. Diklat	1
	h. Pemeliharaan	1
	i. Utilitas	1
10	Dokter	2
11	Perawat	4
12	Karyawan	
	a. Proses dan Produksi	64
	b. Quality Control	18
	c. Pemasaran	15
	d. Administrasi	12
	e. Keuangan	12
	f. Kepegawaian	15
	g. Diklat	12

	h.Pemeliharaan	21
	i. Utilitas	21
13	Security	12
14	Supir	8
15	Karyawan Tidak Tetap	30
Total Pegawai : 270		

VI.1.4 Sistem Kerja

Pabrik ini direncanakan memiliki waktu operasi 330 hari per tahun dengan 24 jam kerja per hari. Dengan pekerjaan yang membutuhkan pengawasan selama 24 jam para karyawan diberikan jadwal bergilir (*shift*). Untuk ini jam kerja dibagi dalam tiga waktu kerja dimana tiap *shift* dibagi masing-masing 8 jam. Distribusi jam kerja diatur sebagai berikut:

1. Karyawan *shift*

Terdiri dari 3 *shift*:

- *Shift* pagi : pukul 07.00-15.00
- *Shift* sore : pukul 15.00-23.00
- *Shift* malam : pukul 23.00-07.00

terdiri dari empat grup, yaitu grup A, B, C, dan D, setiap hari terdapat 3 grup masuk dan 1 grup libur

2. Karyawan non – *shift*

Untuk pekerjaan yang tidak memerlukan pengawasan terus-menerus (*non-shift*) pembagian jam kerja dilakukan sebagai berikut :

Senin s/d Kamis : 07.00 – 12.00 dan 13.00 – 16.00

Jumat : 07.00 – 11.30 dan 13.30 – 17.00

Sabtu : 07.00 – 12.00

Minggu : Libur

3. Untuk bagian keamanan memiliki jam kerja sebagai berikut :

- Shift I : 06.00 – 14.00
- Shift II : 14.00 – 22.00
- Shift III : 22.00 – 06.00

VI.2 Sistem Utilitas Pabrik

Sistem utilitas merupakan sarana penunjang yang sangat penting dalam proses suatu industri. Adapun utilitas yang digunakan dalam pabrik ini adalah :

1. Air

Kebutuhan air meliputi air proses dan air pendingin yang dipergunakan selama proses produksi didalam pabrik.

2. Listrik

Tenaga listrik dimanfaatkan sebagai penggerak berbagai peralatan proses yang memerlukan energi listrik dan untuk keperluan pabrik lainnya seperti listrik untuk penerangan dan perkantoran.

3. Bahan Bakar

Bahan bakar dipergunakan untuk peralatan proses yang memerlukan bahan bakar seperti furnace, dll.

VI.2.1 Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air diambil dari sungai Musi dan sekitarnya, dimana sebelum digunakan air sungai perlu diolah terlebih dahulu, agar tidak mengandung zat-zat pengotor, dan zat-zat lainnya yang tidak layak untuk kelancaran operasi. Air pada pabrik ini, digunakan untuk:

a. Air sanitasi, meliputi keperluan Laboratorium dan karyawan

Untuk unit penghasil air sanitasi diperlukan peralatan sebagai berikut: pompa air sungai, bak prasedimentasi, bak koagulasi dan flokulasi, tangki tawas, tangki Ca(OH)_2 , bak pengendapan, bak penampungan air sanitasi, tangki desinfektan, dan pompa untuk sanitasi.

b. Air pendingin

Pada unit pengolahan air ini, peralatan yang digunakan meliputi cooling tower untuk menghasilkan air pendingin.

VI.3 Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk dapat mengetahui apakah suatu pabrik yang direncanakan layak didirikan atau tidak. Untuk itu dilakukan evaluasi atau studi kelayakan dan penilaian investasi. Faktor-faktor yang perlu ditinjau adalah :

VI.3.1 Economic Potential (EP)

Dari perhitungan yang telah dilakukan didapatkan nilai *economic potential* (EP)

EP = Nilai produk – Nilai bahan baku

Nilai produk = Rp 3.431.000.000.000 / tahun

Nilai Bahan baku = Rp 2.483.634.225.600/ tahun

EP = Rp 3.431.000.000.000 / tahun - Rp2.483.634.225.600 / tahun

EP = Rp947.365.774.400/ tahun

Dari perhitungan di atas, maka pabrik ini memiliki potensi ekonomi yang cukup besar untuk didirikan.

VI.3.2 Laju pengembalian modal (*Internal Rate of Return*)

Dari perhitungan yang telah dilakukan pada Appendiks D, didapatkan harga $i = 37,1\%$ per tahun. Harga i yang diperoleh lebih besar daripada harga i tingkat suku bunga yaitu $9,95\%$ per tahun. Dengan harga $i = 37,1\%$ per tahun menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan.

VI.3.3 Waktu Pengembalian Modal (*Minimum Pay Out Time*)

Dari perhitungan yang telah dilakukan pada Appendiks D, didapatkan bahwa waktu pengembalian modal minimum adalah 5,12 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil daripada perkiraan usia pabrik.

VI.3.4 Break Even Point (BEP)

Analisa Break Even Point digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (FC) dan biaya variabel (VC), biaya semivariabel (SVC) dan biaya total tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Maka dari perhitungan yang telah dilakukan pada Appendiks D didapatkan $BEP = 55,45\%$

VI.4 Perhitungan Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi dilakukan dengan metode discounted cash flow yaitu cash flow yang nilainya diproyeksikan pada masa sekarang. Anggapan yang dipakai sebagai berikut :

1. Modal

Modal sendiri : 35%

Modal pinjaman : 65%

2. Bunga bank : 9,95% per tahun

3. Laju inflasi : 3% per tahun

(www.bi.go.id)

4. Masa konstruksi 2 tahun

Tahun pertama menggunakan 50% modal sendiri dan modal pinjaman, Tahun kedua menggunakan sisa modal pinjaman dan modal sendiri.

5. Pembayaran modal pinjaman selama konstruksi dilakukan secara diskrit dengan cara sebagai berikut :

- Pada awal masa konstruksi (awal tahun ke (-2)) dilakukan pembayaran 50% dari modal pinjaman untuk keperluan pembelian tanah dan uang muka

- Pada akhir tahun kedua masa konstruksi (tahun (- 1)) dibayarkan sisa modal pinjaman

6. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun, sebesar = 10 % per tahun

7. Umur pabrik diperkirakan 10 tahun dengan depresiasi sebesar = 10 % per tahun

8. Kapasitas produksi :

Tahun I = 80%

Tahun II = 100%

9. Pajak pendapatan

Kurang dari Rp.50.000.000 = 10%

Rp. 50.000.000 – Rp. 100.000.000 = 15%

Lebih dari Rp. 100.000.000 = 30%

Pajak Pendapatan (pasal 17 ayat 2 UU PPh no.17, 2000)

VI.4.1 Perhitungan Biaya Total Operasi

Biaya operasi tanpa depresiasi = TPC – depresiasi

= Rp 3.290.441.783.241 - Rp 30.444.881.151

= Rp 3.259.996.902.090

Tabel D.7 Biaya Operasi Untuk Tiap Kapasitas

No	Kapasitas	Biaya Operasi
1	80%	Rp 2.607.997.521.672
2	100%	Rp 3.259.996.902.090

VI.4.2 Investasi

Investasi total pabrik tergantung pada masa konstruksi. Investasi yang berasal dari modal sendiri akan habis pada tahun pertama konstruksi. Nilai modal sendiri tidak terpengaruh oleh inflasi dan bunga bank. Sehingga modal sendiri pada masa akhir masa konstruksi adalah tetap.

Untuk modal pinjaman dari bank total pinjaman pada akhir masa konstruksi adalah sebagai berikut :

Tabel D.8 Modal Pinjaman Selama Masa Konstruksi

Masa Konstruksi	%	Modal Pinjaman		
		Jumlah (Rp)	Bunga = 9,95 %	Inflasi = 3%
-2	50%	98.945.863.740,72	0	0
-1	50%	98.945.863.740,72	9.845.113.442,20	2.968.375.912
0		0	9.845.113.442,20	2.968.375.912
Modal pinjaman akhir masa konstruksi				223.518.706.190

Tabel D.9 Modal Sendiri Selama Masa Konstruksi

Masa Konstruksi	%	Modal Sendiri		
		Jumlah (Rp)	Inflasi = 3%	Jumlah (Rp)
-2	50%	53.278.542.014,23	0	53.278.542.014
-1	50%	53.278.542.014,23	1.598.356.260,43	54.876.898.275
0		0	1.598.356.260,43	1.598.356.260
Modal pinjaman akhir masa konstruksi				109.753.796.549

Total investasi di akhir masa konstruksi = modal sendiri + modal pinjaman
= Rp 333.272.502.740

VI.4.3 Laju Pengembalian Modal (*Interval Rate of Return / IRR*)

Internal rate of return berdasarkan discounted cash flow adalah suatu tingkat bunga tertentu di mana seluruh penerimaan akan tepat menutup seluruh jumlah pengeluaran. Cara yang dilakukan adalah trial (*i*), yaitu laju bunga sehingga memenuhi persamaan :

$$\sum \frac{CF}{(1+i)^n} = \text{total modal akhir masa konstruksi}$$

Keterangan :

- n** = tahun
- CF** = cash flow pada tahun ke-n
- i** = discounted factor

Tabel D.10 Trial Laju Bunga (*i*)

Tahun ke-n	Cash Flow (CF)	Discounted Cash Flow (<i>i</i>)		
		<i>i</i>	<i>i</i> =	0,371
0	333.272.502.740	1,00	-Rp333.272.502.740	
1	105.468.388.377	0,73	76.946.828.037,02	
2	135.000.946.645	0,53	71.857.753.838,17	
3	136.557.754.434	0,39	53.029.996.981,72	
4	138.114.562.223	0,28	39.130.294.721,38	
5	139.671.370.011	0,21	28.870.177.415,96	
6	141.228.177.800	0,15	21.297.656.943,49	
7	142.784.985.589	0,11	15.709.466.106,40	
8	144.341.793.377	0,08	11.586.156.551,79	
9	145.898.601.166	0,06	8.544.110.087,59	
10	147.455.408.954	0,04	6.300.062.056,08	
Total			333.272.502.740	

Dari perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan harga *i* = 37,1% per tahun. Harga *i* yang diperoleh lebih besar daripada harga *i* tingkat suku bunga yaitu 9,95% per tahun. Dengan harga *i* = 37,1% per tahun menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan.

D.4.4 Waktu Pengembalian Modal (*Payout Time/POT*)

Untuk menghitung waktu pengembalian modal, maka dihitung akumulasi modal sebagai berikut:

Tabel D.11 Cummulative Cash Flow

Tahun ke-n	Cash Flow	Comulative Cash Flow
0	-Rp333.272.502.740	-Rp333.272.502.740
1	Rp105.468.388.377	-Rp227.804.114.362
2	Rp135.000.946.645	-Rp92.803.167.717
3	Rp136.557.754.434	Rp43.754.586.717
4	Rp138.114.562.223	Rp181.869.148.940
5	Rp139.671.370.011	Rp321.540.518.951
6	Rp141.228.177.800	Rp462.768.696.751
7	Rp142.784.985.589	Rp605.553.682.339
8	Rp144.341.793.377	Rp749.895.475.717
9	Rp145.898.601.166	Rp895.794.076.882
10	Rp147.455.408.954	Rp1.043.249.485.837

Dari tabel di atas maka untuk investasi sebesar = Rp333.272.502.740
 Dengan cara interpolasi antara tahun ke 5 dan 6

Waktu pengembalian modal = 5,12 tahun

IV.4.5 Analisa Titik Impas (*Break Even Point/BEP*)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui jumlah kapasitas produksi di mana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan.

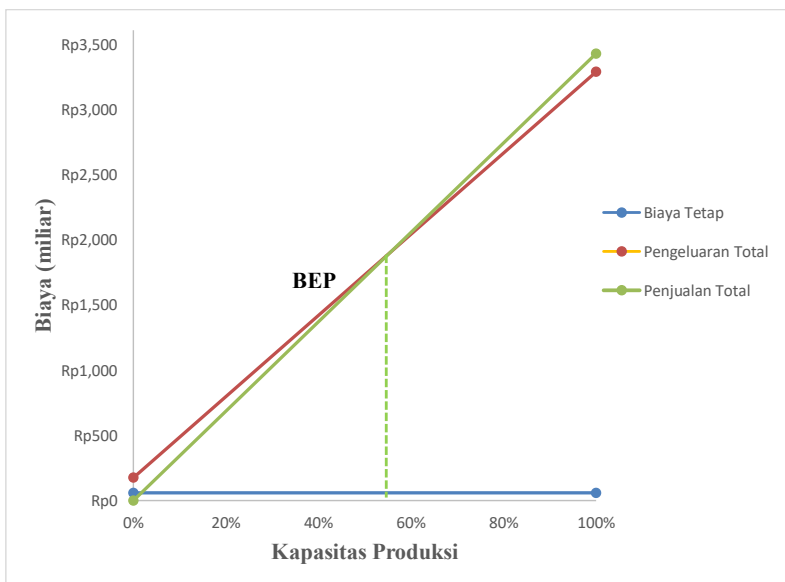
Tabel D.12 Biaya FC, VC, SVC dan S

No	Keterangan	Jumlah (Rp)
1	Biaya Tetap (FC)	59.268.572.381
2	Biaya Variabel (VC)	
	- Bahan baku	2.483.634.225.600
	- Utilitas	329.044.178.324
	- Royalty	32.904.417.832
		2.845.582.821.757
3	Biaya Semivariabel, SVC	
	- Tenaga Kerja	23.544.000.000
	- Pengawasan	3.531.600.000
	- Pemeliharaan & Perbaikan	6.088.976.230
	- Operating supplies	913.346.435
	- Laboratorium	2.354.400.000
	- Pengeluaran umum	332.575.778.324
	- Plant Overhead Cost	16.582.288.115
	385.590.389.104	
4	Total Penjualan (S)	3.431.000.000.000

Kapasitas = 470000 ton/ tahun
 Biaya tetap = Rp59.268.572.381
 Pengeluaran total = Rp174.945.689.112
 Biaya Produksi Total = Rp3.290.441.783.241
 Penjualan Total = Rp3.431.000.000.000

Tabel D.13 Data Untuk Membuat Grafik BEP

Kapasitas	0%	100%
Biaya Tetap	Rp59.268.572.381	Rp59.268.572.381
Pengeluaran Total	Rp174.945.689.112	Rp3.290.441.783.241
Penjualan Total	Rp -	Rp3.431.000.000.000



Gambar VI.2 Grafik Break Even Point

$$\begin{aligned}
 \text{BEP} &= \frac{\text{FC} + 0,3 \text{ SVC}}{\text{S}-0,7 \text{ SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\
 &= 55,45\%
 \end{aligned}$$

Laba bersih = Net Cash Flow saat pinjaman lunas
 = Rp125.103.538.335

BEP dari grafik terjadi pada kapasitas = 260,613 ton

BAB VII

KESIMPULAN

Dari hasil yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan operasi : Kontinyu, 24 jam/hari, selama 330 hari
2. Kapasitas produksi : 58453,283 kg/jam
3. Kebutuhan bahan baku
 - a. KCl : 13500 kg/jam
 - b. Clay : 6000 kg/jam
 - c. Urea : 400 kg/jam
 - d. H₃PO₄ : 12000 kg/jam
 - e. H₂SO₄ : 18000 kg/jam
 - f. NH₃ : 10408 kg/jam
 - g. Coating oil : 117 kg/jam
 - h. Coating powder : 234 kg/jam
4. Umur pabrik : 20 tahun
5. Masa konstruksi : 2 tahun
6. Analisa ekonomi
 - Pembiayaan
 - Modal Tetap : Rp 304.448.811.510
 - Modal Kerja : Rp 57.084.152.158
 - Investasi Total : Rp 333.272.502.740
 - Biaya Produksi Total : Rp 3.290.441.783.241
 - Penerimaan
 - Hasil Penjualan / tahun : Rp 3.431.000.000.000
 - Analisa Ekonomi
 - Internal Rate of Return : 37,1% / tahun
 - Payout Time : 5,12 tahun
 - BEP : 55,45%

Dari uraian di atas, maka pabrik NPK ini layak dan memiliki potensi yang tinggi untuk didirikan

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2018. *Data Ekspor dan Impor Produksi Konsumsi*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. Dokumen SNI Pupuk NPK. Jakarta: BSN.
- Badger, Walter L and Banchero, Julius T. 1955. *Intoduction to Chemical Engineering*. International Edition . McGraw-Hill. Singapore.
- Bank Indonesia. <http://www.bi.go.id/id/Deafult.aspx> (diakses pada tanggal 07 Januari 2020).
- Brownell, E Lloyd and Young, H Edwin. 1959. *Process Equipment Design*. Wiley Eastern Limited. New Delhi.
- Chemical Engineering's Plant Cost Index. <http://www.chemengonline.com/pci-home> (Diakses pada tanggal 06 Januari 2020)
- Geankoplis, J Christie. 1997. *Transport Process and Unit Operation* 3rd Edition. McGraw-Hill. New Delhi.
- Geankoplis, J Christie. 2003. *Transport Process and Separation Process Principles* 4th Edition. McGraw-Hill. USA.
- Kern, Q Donald. 1950. *Process Heat Transfer*. International Student Edition. McGraw-Hill. Tokyo.
- Kusnarjo.2010. "*Desain Bejana Bertekanan*" . Surabaya: ITS Press.
- Kusnarjo.2010 "*Desain Pabrik Kimia*" . Surabaya: ITS Press.
- McCabe, L Warren, Smith C Julius and Harriott Peter. 1993. *Unit Operations of Chemical Engineering*. International Edition. McGraw-Hill. Singapore. Perry, H Robert. *Chemical Engineering Handbook* 6th Edition. McGraw-Hill. Malaysia. 1984.
- Perry, H Robert. 2007. *Chemical Engineering Handbook* 8th Edition. McGraw-Hill.
- Matches. <http://www.matche.com/products/default.html> (diakses pada tanggal 07 Januari 2020).
- Peters, Max S and Timmerhaus, Klaus D. 1954. *Plant Design and Economic of Chemical Engineering* 4th Edition. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Ulrich, Gael D. 1984. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons Inc. Canada.
- Walas, Couper,dkk. 2010. *Chemical Process Equipment Selection and Desain*,2nd edition. Elsevier: United State of America.

APPENDIKS A
PERHITUNGAN NERACA MASSA

Waktu Operasi	=	330 hari	=	7920 jam
Kapasitas Produksi	=	470000 ton/tahun	=	59343,434 kg/jam
Basis Perhitungan	=	1 jam		
Kadar Air	=	1,5% kapasitas	=	890,152 kg/jam
Produk Bersih	=	58453,283 kg/jam		

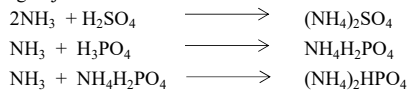
Komponen	Berat Molekul / Atom
P ₂ O ₅	142
K ₂ O	94
KCl	75
(NH ₄) ₂ HPO ₄	132
CO(NH ₂) ₂	60
(NH ₄) ₂ SO ₄	132
H ₂ SO ₄	98
NH ₃	17
H ₃ PO ₄	98
NH ₄ H ₂ PO ₄	115
N	14
P	31
K	39
S	32

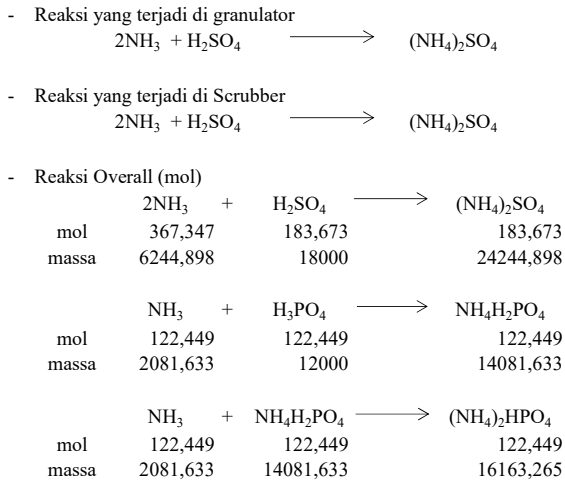
1. Estimasi Jumlah Bahan Baku

Bahan Baku Masuk	Massa (kg)
KCl	13500
Clay	6000
Urea	400
NH ₃	10408
H ₂ SO ₄	18000
H ₃ PO ₄	12000
Coating oil	117
Coating Powder	234
Total	60659

2. Menghitung Massa Reaksi

- Reaksi yang terjadi di Pre Neutralizer Tank





3. Menghitung Massa Unsur

o Menghitung Massa K

$$\text{Massa K di KCl} = \frac{\text{Mr K}}{\text{Mr KCl}} \times \text{Massa KCl} = 7067,114 \text{ kg}$$

o Menghitung Massa P

$$\text{Massa P di DAP} = \frac{\text{Mr P}}{\text{Mr DAP}} \times \text{Massa DAP} = 3795,918 \text{ kg}$$

o Menghitung Massa S

$$\text{Massa S di ZA} = \frac{\text{Mr S}}{\text{Mr ZA}} \times \text{Massa ZA} = 5877,551 \text{ kg}$$

o Menghitung Massa N

$$\text{Massa N di ZA} = \frac{2 \times \text{Mr N}}{\text{Mr ZA}} \times \text{Massa ZA} = 5142,857 \text{ kg}$$

$$\text{Massa N di DAP} = \frac{2 \times \text{Mr N}}{\text{Mr DAP}} \times \text{Massa DAP} = 3428,571 \text{ kg}$$

$$\text{Massa N di Urea} = \frac{2 \times \text{Mr N}}{\text{Mr Urea}} \times \text{Massa Urea} = 186,667 \text{ kg}$$

$$\text{Total Massa N} = 8758,095 \text{ kg}$$

Unsur	Massa (kg)
N (Urea, DAP, dan ZA)	8758,095
P (DAP)	3795,918
K (KCl)	7067,114
S (ZA)	5877,551
Total	25498,679

4. Menghitung Spesifikasi Produk

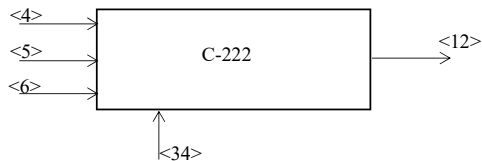
$$\text{Massa unsur X} = \frac{\text{Ar X}}{\text{Mr X}} \times \text{massa dalam pupuk}$$

$$\text{Persentase Produk} = \frac{\text{Massa Senyawa}}{\text{Massa Produk Bersih}} \times 100\%$$

Senyawa	Massa (kg)	Persentase (%)
N	8758,095	15%
P ₂ O ₅	8693,878	15%
K ₂ O	8516,779	15%
S	5877,551	10%

A.1 Pug Mill (C-222)

- o Fungsi : Untuk mencampurkan semua bahan baku padat yang berupa urea, KCl, Clay, dan produk *recycle* sehingga menjadi campuran yang homogen



- o Keterangan Komposisi

Komponen		Fraksi
CO(NH ₂) ₂	H ₂ O	0,5%
	CO(NH ₂) ₂	99,5%
KCl	H ₂ O	1%
	KCl	99%
Clay	H ₂ O	12%
	Clay	88%

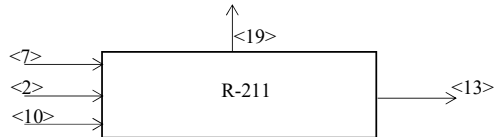
- o Penyelesaian Neraca massa di Pug Mill :
 - Akumulasi = Aliran Masuk - Aliran Keluar
 - Akumulasi = m4 + m5 + m6 + m34 - m12

Komponen	Masuk					
	Aliran 4		Aliran 5		Aliran 6	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m(kg)
CO(NH ₂) ₂	0,995	400	0	0	0	0
KCl	0	0	0,99	13500	0	0
Clay	0	0	0	0	0,88	6000
H ₂ SO ₄	0	0	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0	0	0	0
H ₃ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0	0	0	0	0	0
H ₂ O	0,005	2,010	0,01	136,364	0,12	818,182
Sub Total	1	402,010	1	13636,364	1	6818,182
Total	24684,841					

Komponen	Masuk		Keluar	
	Aliran 34		Aliran 10	
	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0,006	23,067	0,017	423,067
KCl	0,203	778,513	0,578	14278,513
Clay	0,090	346,006	0,257	6346,006
H ₂ SO ₄	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0	0
H ₃ PO ₄	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,365	1398,109	0,057	1398,109
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,243	932,097	0,038	932,097
H ₂ O	0,092	350,495	0,053	1307,050
Sub Total	1	3828,286	1	24684,841
Total	24684,841			

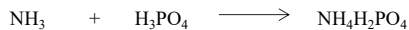
A.2 Neutralizer (R-211)

- o Fungsi : Menetralkan H_3PO_4 dan H_2SO_4 menggunakan NH_3 , sehingga membentuk ZA cair dan MAP yang akan bereaksi lebih lanjut menjadi DAP



- o Asumsi :
 - Rasio N/P bereaksi = 1
 - Rasio N/S bereaksi = 2
- o Penyelesaian Neraca massa di Neutralizer :
 - Akumulasi = Aliran Masuk - Aliran Keluar + Reaksi
 - Akumulasi = $m_7 + m_2 + m_{10} + \text{reaksi} - m_{13} - m_{19}$
 - Reaksi (-) jika zat berkurang
 - Reaksi (+) jika zat bertambah

- o Reaksi Pembentukan MAP



$$\text{Rasio mol N/P bereaksi} = \frac{\text{mol N}}{\text{mol P}} = \frac{\text{mol } NH_3}{\text{mol } H_3PO_4} = 1$$

$$\begin{aligned} \text{Mol } NH_3 \text{ bereaksi dengan } H_3PO_4 &= \text{mol rasio N/P} \times \text{mol } H_3PO_4 \\ &= 1 \times \frac{\text{massa } H_3PO_4}{\text{BM } H_3PO_4} \\ &= 1 \times \frac{12000,000}{98} \\ &= 2081,633 \text{ kgmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa } NH_3 \text{ bereaksi dengan } H_3PO_4 &= \text{mol } NH_3 \times \text{BM } NH_3 \\ &= 2081,633 \times 17 \\ &= 2081,633 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol } H_3PO_4 \text{ bereaksi} &= \frac{\text{mol } NH_3}{\text{rasio mol N/P}} \\ &= \frac{2081,63}{1} \\ &= 122,449 \text{ kgmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa H}_3\text{PO}_4 \text{ bereaksi} &= \text{mol H}_3\text{PO}_4 \times \text{BM H}_3\text{PO}_4 \\
 &= 122,449 \times 98 \\
 &= 12000,00 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

o Reaksi Pembentukan ZA Cair



$$\text{Rasio mol N/S bereaksi} = \frac{\text{mol N}}{\text{mol S}} = \frac{\text{mol NH}_3}{\text{mol H}_2\text{SO}_4} = 2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mol NH}_3 \text{ bereaksi dengan H}_2\text{SO}_4 &= \text{mol rasio N/S} \times \text{mol H}_2\text{SO}_4 \\
 &= 2 \times \frac{\text{massa H}_2\text{SO}_4}{\text{BM H}_2\text{SO}_4} \\
 &= 2 \times \frac{18000,00}{98} \\
 &= 183,673 \text{ kgmol}
 \end{aligned}$$

- Asumsi 15% NH₃ bereaksi dengan H₂SO₄ masuk Granulator

$$\begin{aligned}
 \text{Mol NH}_3 \text{ bereaksi dengan H}_2\text{SO}_4 \text{ di} &= \text{mol NH}_3 \times (1-0,15) \\
 \text{Neutralizer} &= 183,673 \times (1-0,15) \\
 &= 312,245 \text{ kgmol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa NH}_3 \text{ bereaksi dengan H}_2\text{SO}_4 &= \text{mol NH}_3 \times \text{BM NH}_3 \\
 \text{di Neutralizer} &= 312,245 \times 17 \\
 &= 5308,163 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mol H}_2\text{SO}_4 \text{ di Reaktor Neutralizer} &= \frac{\text{mol NH}_3}{\text{rasio mol N/S}} \\
 &= \frac{312,245}{2} \\
 &= 156,122 \text{ kgmol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa H}_2\text{SO}_4 \text{ di Reaktor Neutralizer} &= \text{mol H}_2\text{SO}_4 \times \text{BM H}_2\text{SO}_4 \\
 &= 156,122 \times 98 \\
 &= 15300,000 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

o Total kebutuhan NH₃

$$\text{Mol NH}_3 \text{ bereaksi} = 4475,510 \text{ kgmol}$$

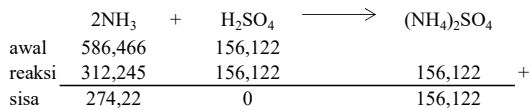
$$\text{Konversi NH}_3 = 95\%$$

$$\begin{aligned} \text{Mol Total NH}_3 \text{ masuk Neutralizer} &= \frac{\text{mol NH}_3}{\text{Konversi reaksi}} \\ &= \frac{4475,510}{95\%} \\ &= 586,466 \text{ kgmol} \end{aligned}$$

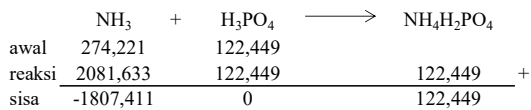
$$\begin{aligned} \text{Massa total NH}_3 \text{ masuk Neutralizer} &= \text{mol NH}_3 \times \text{BM NH}_3 \\ &= 586,466 \times 17 \\ &= 9969,925 \text{ kg} \end{aligned}$$

o Reaksi Neutralizer

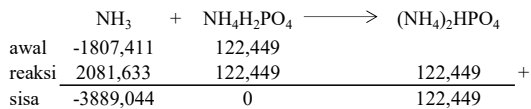
Reaksi 1



Reaksi 2



Reaksi 3



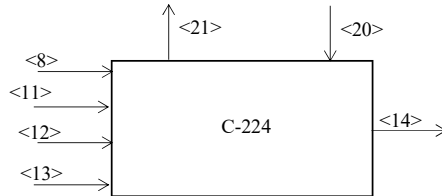
KOMPONEN	MASUK					
	Aliran 2		Aliran 7		Aliran 10	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0	0	0	0	0	0
KCl	0	0	0	0	0	0
Clay	0	0	0	0	0	0
H ₂ SO ₄	0	0	0,98	15300	0	0
NH ₃	0	0	0	0	0,995	9969,925
H ₃ PO ₄	0,5	12000	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0	0	0	0	0	0
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0	0	0	0	0	0
H ₂ O	0,5	12000	0,02	312,245	0,005	50,100
Sub Total	1	24000,000	1	15612,245	1	10020,025
Total	49632,270					

KOMPONEN	REAKSI					
	Reaksi 1		Reaksi 2		Reaksi 3	
	koef	m (kg)	koef	m (kg)	koef	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0	0	0	0	0	0
KCl	0	0	0	0	0	0
Clay	0	0	0	0	0	0
H ₂ SO ₄	-1	15300	0	0	0	0
NH ₃	-2	2654,082	-1	2081,633	-1	2081,633
H ₃ PO ₄	0	0	-1	12000	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	1	20608,163	0	0	0	0
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	1	14081,633	-1	14081,633
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0	0	0	0	1	16163,265
H ₂ O	0	0	0	0	0	0

KOMPONEN	KELUAR			
	Aliran [13]		Aliran [19]	
	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0	0	0	0
KCl	0	0	0	0
Clay	0	0	0	0
H ₂ SO ₄	0	0	0	0
NH ₃	0	0	1	498,496
H ₃ PO ₄	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,419	20608,163	0	0
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,329	16163,265	0	0
H ₂ O	0,252	12362,345	0	0
Sub Total	1	49133,774	1	498,496
Total	49632,270			

A.3 Cone Mixer (C-224)

Fungsi : Mencampur antara bahan padat dan bahan cair, sekaligus membentuk butiran produk pupuk NPK



o Penyelesaian Neraca massa di Granulator :

- Akumulasi = Aliran Masuk - Aliran Keluar + Reaksi
- Akumulasi = m₈ + m₁₁ + m₁₂ + m₁₃ + m₂₀ + reaksi - m₁₆ - m₁₄
- Reaksi (-) jika zat berkurang
- Reaksi (+) jika zat bertambah

o Reaksi Pembentukan ZA Cair



$$\text{Rasio mol N/S bereaksi} = \frac{\text{mol N}}{\text{mol S}} = \frac{\text{mol NH}_3}{\text{mol H}_2\text{SO}_4} = 2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa NH}_3 \text{ masuk Granulator} &= \text{massa total NH}_3 - \text{massa NH}_3 \text{ Neutralizer} \\
 &= 10408 - 9969,925 \\
 &= 438,075 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mol NH}_3 \text{ masuk Granulator} &= \frac{\text{massa NH}_3}{\text{BM NH}_3} \\
 &= \frac{438,075}{17} \\
 &= 25,769 \text{ kgmol}
 \end{aligned}$$

$$\text{Konversi NH}_3 = 95\%$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mol NH}_3 \text{ bereaksi dengan H}_2\text{SO}_4 &= \text{mol NH}_3 \times \text{konversi} \\
 &= 25,769 \times (1 - 0,95) \\
 &= 24,481 \text{ kgmol}
 \end{aligned}$$

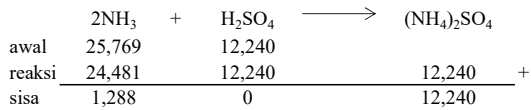
$$\begin{aligned}
 \text{Massa NH}_3 \text{ beraksi dengan H}_2\text{SO}_4 &= \text{mol NH}_3 \times \text{BM NH}_3 \\
 &= 24,481 \times 17 \\
 &= 416,171 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mol H}_2\text{SO}_4 \text{ bereaksi} &= \frac{\text{mol NH}_3}{\text{rasio mol N/S}} \\
 &= \frac{24,481}{2} \\
 &= 12,240 \text{ kgmol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa H}_2\text{SO}_4 \text{ bereaksi} &= \text{mol H}_2\text{SO}_4 \times \text{BM H}_2\text{SO}_4 \\
 &= 12,240 \times 98 \\
 &= 1199,553 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

o Reaksi Granulator

Reaksi 1



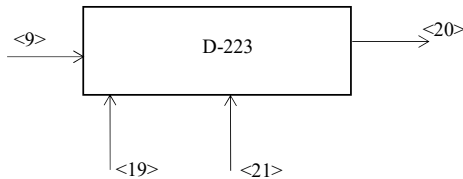
KOMPONEN	MASUK					
	Aliran 8		Aliran 11		Aliran 12	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0	0	0	0	0,017	423,067
KCl	0	0	0	0	0,578	14278,513
Clay	0	0	0	0	0,257	6346,006
H ₂ SO ₄	0,98	1199,553	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0,995	438,075	0	0
H ₃ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0	0	0	0	0,057	1398,109
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0	0	0	0	0,038	932,097
H ₂ O	0,02	24,481	0,005	2,201	0,053	1307,050
Sub Total	1	1224,0336	1	440,277	1	24684,841
Total						

KOMPONEN	MASUK				REAKSI	
	Aliran 13		Aliran 20		Reaksi 1	
	x	m (kg)	x	m (kg)	koef	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0	0	0	0	0	0
KCl	0	0	0	0	0	0
Clay	0	0	0	0	0	0
H ₂ SO ₄	0	0	0	0	-1	1199,553
NH ₃	0	0	0	0	-2	208,086
H ₃ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,419	20608,163	0,972	2020,376	1	1615,724
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,329	16163,265	0	0	0	0
H ₂ O	0,252	12362,345	0,028	57,383	0	0
Sub Total	1	49133,774	1	2077,759	0	0
Total	77560,684					

KOMPONEN	KELUAR			
	Aliran 14		Aliran 21	
	x	m	x	m
CO(NH ₂) ₂	0,005	423,067	0	0
KCl	0,184	14278,513	0	0
Clay	0,082	6346,006	0	0
H ₂ SO ₄	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0,45	21,904
H ₃ PO ₄	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,331	25642,373	0	0
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,221	17095,362	0	0
H ₂ O	0,177	13726,689	0,55	26,771
Sub Total	1	77512,009	1	48,675
Total	77560,684			

A.4 Granulator Scrubber (D-223)

Fungsi : Menyerap gas NH₃ yang terbawa dari granulator untuk dikembalikan ke Granulator



- o Penyelesaian Neraca massa di Scrubber :
 - Akumulasi = Aliran Masuk - Aliran Keluar + Reaksi
 - Akumulasi = m₉ + m₁₉ + m₂₁ + reaksi - m₂₀
 - Reaksi (-) jika zat berkurang
 - Reaksi (+) jika zat bertambah

- o Reaksi Pembentukan ZA Cair



$$\text{Rasio mol N/S bereaksi} = \frac{\text{mol N}}{\text{mol S}} = \frac{\text{mol NH}_3}{\text{mol H}_2\text{SO}_4} = 2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa NH}_3 \text{ masuk Scrubber} &= \text{massa NH}_3 \text{ dari Neutralizer} + \text{massa NH}_3 \\
 &\quad \text{dari Granulator} \\
 &= 498,496 + 21,904 \\
 &= 520,400 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

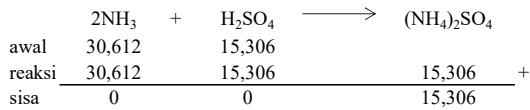
$$\begin{aligned}
 \text{Mol NH}_3 \text{ masuk Scrubber} &= \frac{\text{massa NH}_3}{\text{BM NH}_3} \\
 &= \frac{520,400}{17} \\
 &= 30,612 \text{ kgmol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mol H}_2\text{SO}_4 \text{ bereaksi} &= \frac{\text{mol NH}_3}{\text{rasio mol N/S}} \\
 &= \frac{30,612}{2} \\
 &= 15,306 \text{ kgmol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa H}_2\text{SO}_4 \text{ bereaksi} &= \text{mol H}_2\text{SO}_4 \times \text{BM H}_2\text{SO}_4 \\
 &= 15,306 \times 98 \\
 &= 1499,976 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

o Reaksi Scrubber

Reaksi 1

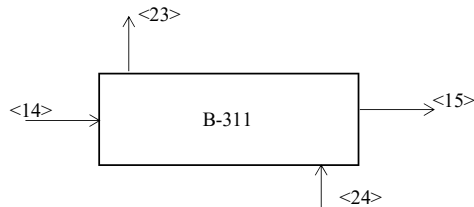


KOMPONEN	MASUK					
	Aliran 9		Aliran 19		Aliran 21	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0	0	0	0	0	0
KCl	0	0	0	0	0	0
Clay	0	0	0	0	0	0
H ₂ SO ₄	0,98	1499,976	0	0	0	0
NH ₃	0	0	1	498,496	0,45	21,904
H ₃ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0	0	0	0	0	0
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0	0	0	0	0	0
H ₂ O	0,02	30,612	0	0	0,55	26,771
Sub Total	1	1530,588	1	498,496	1	48,675
Total				2077,759		

KOMPONEN	REAKSI		KELUAR	
	Reaksi 1		Aliran 20	
	koef	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0	0	0	0
KCl	0	0	0	0
Clay	0	0	0	0
H ₂ SO ₄	-1	1499,976	0	0
NH ₃	-2	260,200	0	0
H ₃ PO ₄	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	1	2020,376	0,972	2020,376
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0	0	0	0
H ₂ O	0	0	0,028	57,383
Sub Total			1	2077,759
Total				2077,759

A.5 Rotary Dryer (B-311)

Fungsi : Mengurangi kadar air di dalam pupuk NPK hingga mencapai 98,5% dengan bantuan udara kering



o Asumsi :

- Air yang menguap sebesar 98,5% dan 1,5% tetap berada di produk pupuk NPK
- Debu yang terikut ke cyclone sebesar 0,1%

o Kondisi Operasi :

$$\begin{aligned}
 \text{Suhu Udara Panas (T}_{G24}) &= 120 \text{ } ^\circ\text{C} \\
 \text{Suhu Bahan Masuk Dryer (T}_{S14}) &= 50 \text{ } ^\circ\text{C} \\
 \text{Suhu Bahan Keluar Dryer (T}_{S15}) &= 85 \text{ } ^\circ\text{C} \\
 \text{Humidity udara panas (H}_{24}) &= 0,019 \text{ kg H}_2\text{O/kg udara} \\
 \text{Udara Panas} &= 284831,560 \text{ kg udara kering} \\
 &\text{(perhitungan pada Appendiks B)}
 \end{aligned}$$

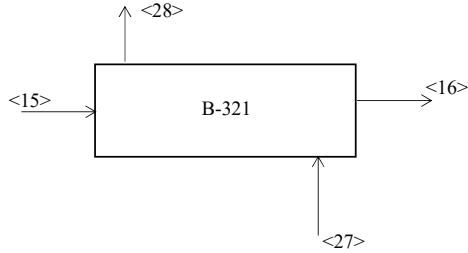
- o Penyelesaian Neraca massa di Rotary Dryer :
- Akumulasi = Aliran Masuk - Aliran Keluar
- Akumulasi = m14 + m24 - m15 - m23

KOMPONEN	MASUK				KELUAR	
	Aliran 14		Aliran 24		Aliran 15	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0,005	423,067	0	0	0,007	422,644
KCl	0,184	14278,513	0	0	0,221	14264,234
Clay	0,082	6346,006	0	0	0,098	6339,660
H ₂ SO ₄	0	0	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0	0	0	0
H ₃ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,331	25642,373	0	0	0,396	25616,730
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,221	17095,362	0	0	0,264	17078,267
H ₂ O	0,177	13726,689	0,019	5457,433	0,015	961,175
Udara Kering	0	0	0,981	284831,560	0	0
Sub Total	1	77512,009	1	290288,993	1	64682,710
Total	367801,002					

KOMPONEN	KELUAR	
	Aliran 23	
	koef	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0,000	0,423
KCl	0,000	14,279
Clay	0,000	6,346
H ₂ SO ₄	0	0
NH ₃	0	0
H ₃ PO ₄	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,000	25,642
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,000	17,095
H ₂ O	0,060	18222,947
Udara Kering	0,940	284831,560
Sub Total	1	303118,292
Total	367801,002	

A.6 Rotary Cooler (B-321)

Fungsi : Menurunkan suhu produk pupuk NPK sebelum ke proses screening



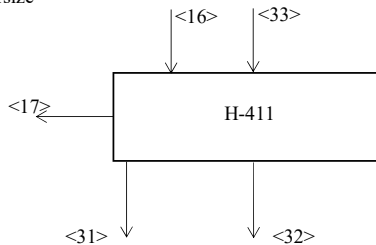
- o Asumsi :
 - Debu yang terikut cyclone sebesar 0,1%
- o Penyelesaian Neraca massa di Rotary Cooler :
 - Akumulasi = Aliran Masuk - Aliran Keluar
 - Akumulasi = m12 + m26 - m13 - m27

KOMPONEN	MASUK				KELUAR	
	Aliran 15		Aliran 27		Aliran 16	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0,007	422,644	0	0	0,007	422,221
KCl	0,221	14264,234	0	0	0,221	14249,970
Clay	0,098	6339,660	0	0	0,098	6333,320
H ₂ SO ₄	0	0	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0	0	0	0
H ₃ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,396	25616,730	0	0	0,396	25591,114
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,264	17078,267	0	0	0,264	17061,188
H ₂ O	0,015	961,175	0,019	1770,847	0,015	961,171
Udara Kering	0	0	0,981	92423,140	0	0
Sub Total	1	64682,710	1	94193,987	1	64618,984
Total		158876,697				

KOMPONEN	KELUAR	
	Aliran 28	
	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0,000	0,423
KCl	0,000	14,264
Clay	0,000	6,340
H ₂ SO ₄	0	0
NH ₃	0	0
H ₃ PO ₄	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,000	25,617
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,000	17,078
H ₂ O	0,019	1770,851
Udara Kering	0,981	92423,140
Sub Total	1	94257,713
Total		158876,697

A.7 Screen (H-411)

Fungsi : Memisahkan produk NPK menjadi tiga bagian, *onsize*, *undersize* dan *oversize*



o Asumsi :

- Produk onsize 90%
- Produk oversize 5%
- Produk undersize 5%

o Penyelesaian Neraca massa di Screen :

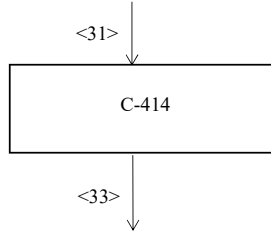
- Akumulasi = Aliran Masuk - Aliran Keluar
- Akumulasi = m16 + m33 - m17 - m31 - m32

KOMPONEN	MASUK				KELUAR	
	Aliran 16		Aliran 33		Aliran 17	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0,007	422,221	0,007	22,222	0,007	399,999
KCl	0,221	14249,970	0,221	749,998	0,221	13499,971
Clay	0,098	6333,320	0,098	333,332	0,098	5999,987
H ₂ SO ₄	0	0	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0	0	0	0
H ₃ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,396	25591,114	0,396	1346,901	0,396	24244,213
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,264	17061,188	0,264	897,956	0,264	16163,230
H ₂ O	0,015	961,171	0,015	50,588	0,015	910,583
Sub Total	1	64618,984	1	3400,997	1	61217,984
Total	68019,982					

KOMPONEN	KELUAR			
	Aliran 31		Aliran 32	
	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0,007	22,222	0,007	22,222
KCl	0,221	749,998	0,221	749,998
Clay	0,098	333,333	0,098	333,333
H ₂ SO ₄	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0	0
H ₃ PO ₄	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,396	1346,901	0,396	1346,901
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,264	897,957	0,264	897,957
H ₂ O	0,015	50,588	0,015	50,588
Sub Total	1	3400,999	1	3400,999
Total	68019,982			

A.8 Crusher (C-414)

Fungsi : Memisahkan produk NPK menjadi tiga bagian, *onsize*, *undersize* dan *oversize*

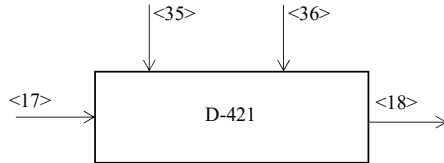


- o Penyelesaian Neraca massa di Crusher :
- Akumulasi = Aliran Masuk - Aliran Keluar
- Akumulasi = m31 - m33

KOMPONEN	MASUK		KELUAR	
	Aliran 31		Aliran 33	
	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0,007	22,222	0,007	22,222
KCl	0,221	749,998	0,221	749,998
Clay	0,098	333,333	0,098	333,333
H ₂ SO ₄	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0	0
H ₃ PO ₄	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,396	1346,901	0,396	1346,901
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,264	897,957	0,264	897,957
H ₂ O	0,015	50,588	0,015	50,588
Sub Total	1	3400,999	1	3400,999
Total		3400,999		3400,999

A.9 Coater (D-421)

Fungsi : Melapisi produk NPK dengan coating oil dan coating powder, sehingga tidak terjadi caking pada saat penyimpanan dan transportasi



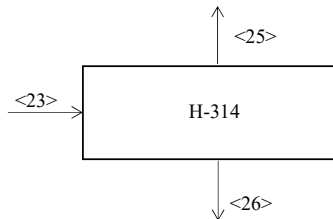
- o Penyelesaian Neraca massa di Coater :
- Akumulasi = Aliran Masuk - Aliran Keluar
- Akumulasi = $m_{17} + m_{35} + m_{36} - m_{18}$

KOMPONEN	MASUK					
	Aliran 17		Aliran 35		Aliran 36	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0,007	399,999	0	0	0	0
KCl	0,221	13499,971	0	0	0	0
Clay	0,098	5999,987	0	0	0	0
H ₂ SO ₄	0	0	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0	0	0	0
H ₃ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,396	24244,213	0	0	0	0
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,264	16163,230	0	0	0	0
H ₂ O	0,015	910,583	0	0	0	0
Coating Oil	0	0	1	117	0	0
Coating Powder	0	0	0	0	1	234
Sub Total	1,000	61217,984	1	117	1	234
Total	61568,984					

KOMPONEN	KELUAR	
	Aliran 18	
	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0,006	399,999
KCl	0,219	13499,971
Clay	0,097	5999,987
H ₂ SO ₄	0	0
NH ₃	0	0
H ₃ PO ₄	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,394	24244,213
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,263	16163,230
H ₂ O	0,015	910,583
Coating Oil	0,002	117,000
Coating Powder	0,004	234,000
Sub Total	1,000	61568,984
Total		61568,984

A.10 Dryer Cyclone (H-314)

Fungsi : Mereduksi debu yang terikut di dalam udara dari rotary dryer

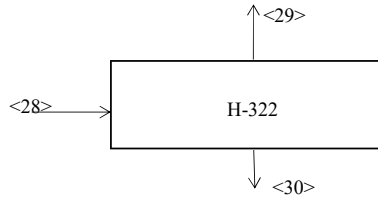


- o Asumsi :
 - Debu yang lolos cyclone menuju tail gas scrubber sebesar 0,1%
- o Penyelesaian Neraca massa Dryer Cyclone
 - Akumulasi = Aliran Masuk - Aliran Keluar
 - Akumulasi = m₂₃ - m₂₅ - m₂₆

KOMPONEN	MASUK		MASUK			
	Aliran 23		Aliran 25		Aliran 26	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0,000	0,423	0,000	0,000	0,001	0,423
KCl	0,000	14,279	0,000	0,014	0,042	14,264
Clay	0,000	6,346	0,000	0,006	0,019	6,340
H ₂ SO ₄	0	0	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0	0	0	0
H ₃ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,000	25,642	0,000	0,026	0,076	25,617
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,000	17,095	0,000	0,017	0,051	17,078
H ₂ O	0,060	18222,947	0,059	17949,603	0,811	273,344
Udara Kering	0,940	284831,560	0,941	284831,560	0	0
Sub Total	1	303118,292	1	302781,227	1	337,066
Total		303118,292		303118,292		

A.11 Cooler Cyclone (H-322)

Fungsi : Mereduksi debu yang terikut dalam udara yang berasal dari rotary cooler



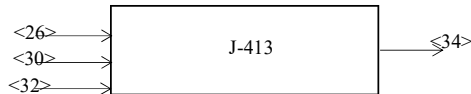
Asumsi :

- Debu yang lolos cyclone menuju tail gas scrubber sebesar 0,1%

KOMPONEN	MASUK		MASUK			
	Aliran 28		Aliran 29		Aliran 30	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0,000	0,423	0,000	0,000	0,005	0,422
KCl	0,000	14,264	0,000	0,014	0,158	14,250
Clay	0,000	6,340	0,000	0,006	0,070	6,333
H ₂ SO ₄	0	0	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0	0	0	0
H ₃ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,000	25,617	0,000	0,026	0,284	25,591
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,000	17,078	0,000	0,017	0,189	17,061
H ₂ O	0,019	1770,851	0,019	1744,288	0,294	26,563
Udara Kering	0,981	92423,140	0,981	92423,140	0	0
Sub Total	1	94257,713	1	94167,492	1	90,221
Total	94257,713		94257,713			

A.12 Recycle Belt Conveyor (J-413)

Fungsi : Mengumpulkan semua produk recycle untuk dikembalikan ke dalam pug mill

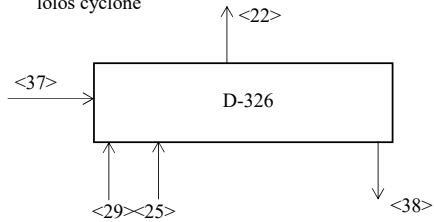


KOMPONEN	MASUK					
	Aliran 26		Aliran 30		Aliran 32	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0,001	0,423	0,005	0,422	0,007	22,222
KCl	0,042	14,264	0,158	14,250	0,221	749,998
Clay	0,019	6,340	0,070	6,333	0,098	333,333
H ₂ SO ₄	0	0	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0	0	0	0
H ₃ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,076	25,617	0,284	25,591	0,396	1346,901
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,051	17,078	0,189	17,061	0,264	897,957
H ₂ O	0,811	273,344	0,294	26,563	0,015	50,588
Sub Total	1	337,066	1	90,221	1	3400,999
Total	3828,285					

KOMPONEN	KELUAR	
	Aliran 34	
	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0,006	23,067
KCl	0,203	778,513
Clay	0,090	346,006
H ₂ SO ₄	0	0
NH ₃	0	0
H ₃ PO ₄	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,365	1398,109
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,243	932,097
H ₂ O	0,092	350,495
Sub Total	1	3828,285
Total		3828,285

A.13 Tail Gas Scrubber (TGS) (D-326)

Fungsi : Menyerap gas amoniak yang masih lolos scrubber dan debu yang lolos cyclone



Asumsi :

- Gas buang yang lolos ke atmosfer 1%

Komponen	kelarutan dalam air (kg/kg air)
CO(NH ₂) ₂	0,00167
KCl	0,0002539
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,0000744
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,744

KOMPONEN	MASUK					
	Aliran 25		Aliran 29		Aliran 37	
	x	m (kg)	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0	0	0	0	0	0
KCl	0,000	0,014	0,000	0,014	0	0
Clay	0,000	0,006	0,000	0,006	0	0
H ₂ SO ₄	0	0	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0	0	0	0
H ₃ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,000	0,026	0,000	0,026	0	0
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,000	0,017	0,000	0,017	0	0
H ₂ O	0,059	17949,603	0,019	1744,288	1,000	801,936
Udara Kering	0,941	284831,560	0,981	92423,140	0	0
Sub Total	1	302781,227	1	94167,492	1,000	801,936
Total	397750,655					

KOMPONEN	KELUAR			
	Aliran 22		Aliran 38	
	x	m (kg)	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0	0	0,000	0,001
KCl	0	0	0,000	0,028
Clay	0	0	0,000	0,013
H ₂ SO ₄	0	0	0	0
NH ₃	0	0	0	0
H ₃ PO ₄	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,000	0,001	0,000	0,051
NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0	0
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0	0	0,000	0,034
H ₂ O	0,002	801,936	1,000	19693,891
Udara Kering	0,998	377254,700	0	0
Sub Total	1	378056,637	1	19694,017
Total	397750,655			

APPENDIKS B
PERHITUNGAN NERACA ENERGI

Waktu Operasi	=	330 hari	=	7920 jam
Kapasitas Produksi	=	470000 ton/tahun	=	59343,434 kg/jam
Basis Perhitungan	=	1 jam		
Kadar Air	=	1,5% kapasitas	=	890,152 kg/jam
Produk Bersih	=	58453,283 kg/jam		
Suhu Referensi	=	25 °C		

Data Berat Molekul

Komponen	Berat Molekul / Atom
KCl	75
(NH ₄) ₂ HPO ₄	132
CO(NH ₂) ₂	60
(NH ₄) ₂ SO ₄	132
H ₂ SO ₄	98
NH ₃	17
H ₃ PO ₄	98
NH ₄ H ₂ PO ₄	115

Data Cp H₃PO₄ :

Konsentrasi H ₃ PO ₄ (%)	Cp (kcal/kg °C)	Cp (kJ/kg °C)
2,50	0,990	4,143
5,33	0,967	4,046
10,27	0,929	3,888
14,39	0,896	3,748
19,99	0,849	3,552
25,98	0,800	3,349
29,96	0,774	3,236
36,25	0,727	3,042
40,10	0,702	2,939
46,22	0,661	2,764
50,00	0,635	2,657
56,04	0,597	2,499
60,23	0,570	2,387

66,13	0,535	2,238
69,97	0,516	2,158
75,79	0,485	2,028
80,00	0,469	1,961
85,98	0,442	1,849
89,72	0,421	1,760

Data Cp H₂SO₄ :

Konsentrasi H ₂ SO ₄ (%)	Cp (kcal/kg °C)	Cp (kJ/kg °C)
0,34	0,997	4,171
5,16	0,955	3,995
9,82	0,918	3,840
15,36	0,877	3,668
21,40	0,834	3,489
25,39	0,804	3,364
30,34	0,765	3,200
35,25	0,724	3,028
40,49	0,677	2,833
52,13	0,580	2,427
57,65	0,542	2,268
64,47	0,501	2,097
73,13	0,463	1,936
81,33	0,442	1,848
89,36	0,402	1,680
94,82	0,355	1,487
98,00	0,340	1,424
100,00	0,335	1,402

Data Cp Komponen :

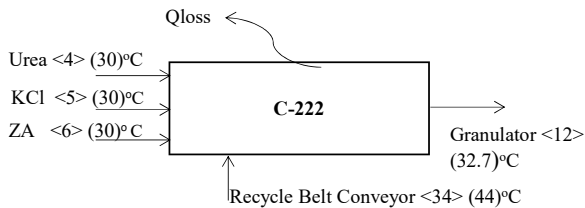
Komponen	Cp	Satuan
KCl	0,795	kJ/kg °C
CO(NH ₂) ₂	1,339	kJ/kg °C
Clay	0,937	kJ/kg °C
NH ₃ (l)	4,602	kJ/kg °C
NH ₃ (g)	1,674	kJ/kg °C
H ₂ O (l)	4,184	kJ/kg °C
H ₂ O (g)	2,092	kJ/kg °C
(NH ₄) ₂ SO ₄	1,674	kJ/kg °C
NH ₄ H ₂ PO ₄	1,381	kJ/kg °C
(NH ₄) ₂ HPO ₄	1,381	kJ/kg °C
Coating Oil	368,192	kJ/kg °C
Coating Powder	274,052	kJ/kg °C
Udara Kering	1,004	kJ/kg °C

Data ΔH_f:

Komponen	ΔH _f (kJ/gmol)	ΔH _f (kJ/kgmol)	ΔH _f (kkal/kgmol)
NH ₃	-67,200	-67200	-16061,185
H ₂ SO ₄	-907,510	-907510	-216900,096
(NH ₄) ₂ SO ₄	-1173,100	-1173100	-280377,629
H ₃ PO ₄	-1278,000	-1278000	-305449,331
NH ₄ H ₂ PO ₄	-1445,070	-1445070	-345380,019
(NH ₄) ₂ HPO ₄	-1566,910	-1566910	-374500,478

1. Pug mill (C-222)

Fungsi : Untuk mencampurkan semua bahan baku padat yang berupa urea, KCl, ZA, dan produk *recycle* sehingga menjadi campuran yang homogen



Aliran 4

Suhu Bahan Masuk = 30 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_4 (kJ)
CO(NH ₂) ₂	400	5	1,339	2677,760
H ₂ O	2,010	5	4,184	42,050
Total				2719,810

Aliran 5

Suhu Bahan Massuk = 30 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_5 (kJ)
KCl	13500,000	5	0,795	53659,800
H ₂ O	136,364	5	4,184	2852,727
Total				56512,527

Aliran 6

Suhu Bahan Masuk = 30 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_6 (kJ)
Clay	6000,000	5	0,937	28116,480
H ₂ O	818,182	5	4,184	17116,364
Total				45232,844

Aliran 34

Suhu Bahan Masuk = 44,004 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{34} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	23,067	19,004	1,339	586,913
KCl	778,513	19,004	0,795	11761,190
Clay	346,006	19,004	0,937	6162,589
(NH ₄) ₂ SO ₄	1398,109	19,004	1,674	44466,502
(NH ₄) ₂ HPO ₄	932,097	19,004	1,381	24457,212
H ₂ O	350,495	19,004	4,184	27868,512
Total				115302,918

Aliran 12

Suhu Bahan Keluar = 32,744 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{12} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	423,067	7,74394	1,339	4386,446
KCl	14278,513	7,74394	0,795	87900,267
Clay	6346,006	7,74394	0,937	46057,684
(NH ₄) ₂ SO ₄	1398,109	7,74394	1,674	18119,848
(NH ₄) ₂ HPO ₄	932,097	7,74394	1,381	9966,176
H ₂ O	1307,050	7,74394	4,184	42349,274
Total				208779,694

Neraca Energi Total Pug Mill

$$H \text{ masuk} = H \text{ keluar}$$

$$\Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6 + \Delta H_{34} = \Delta H_{12} + Q$$

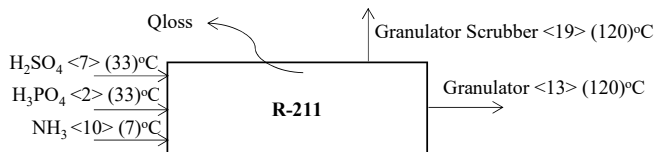
o Asumsi :

Q loss = 5% dari H masuk

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_4	2719,810	ΔH_{12}	208779,694
ΔH_5	56512,527	Q _{loss}	10988,405
ΔH_6	45232,844		
ΔH_{34}	115302,918		
Total	219768,099	Total	219768,099

2. Neutralizer Reactor (R-211)

Fungsi : Menetralkan H₃PO₄ dan H₂SO₄ menggunakan NH₃, sehingga membentuk ZA cair dan MAP yang bereaksi lebih lanjut menjadi DAP



T reaktor = 120 °C

Aliran 7

Suhu Bahan Masuk = 33 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_7 (kJ)
H ₂ SO ₄	15300,000	8	1,424	174326,193
H ₂ O	312,245	8	4,184	10451,461
Total				184777,654

Aliran 2

Suhu Bahan Masuk = 33 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_2 (kJ)
H ₃ PO ₄	12000,000	8	2,657	255056,640
H ₂ O	12000,000	8	4,184	401664,000
Total				656720,640

Aliran 10

Suhu Bahan Masuk = 7 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{10} (kJ)
NH ₃	9969,925	-18	4,602	-825940,475
H ₂ O	50,100	-18	4,184	-3773,141
Total				-829713,616

Aliran 13

Suhu Bahan Keluar = 120 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{13} (kJ)
(NH ₄) ₂ SO ₄	20608,163	95	1,674	3276533,094
(NH ₄) ₂ HPO ₄	16163,265	95	1,381	2120109,649
H ₂ O	12362,345	95	4,184	4913784,900
Total				10310427,642

Aliran 19

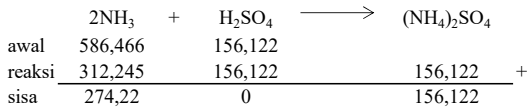
Suhu Bahan Keluar = 120 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{19} (kJ)
NH ₃	498,496	95	1,674	79256,914
Total				79256,914

o Mencari Panas Reaksi H_{R1}

Reaksi 1



Komponen	n (kgmol)	massa (kg)	n x ΔH_f (kJ)	T reaktor - T referensi (°C)
NH ₃	312,245	5308,163	-20982857,143	95
H ₂ SO ₄	156,122	15300,000	-141682683,673	95
(NH ₄) ₂ SO ₄	156,122	20608,163	-183147244,898	95

$$\begin{aligned} \Delta H_{25} &= (n \times \Delta H_f \text{ produk}) - (n \times \Delta H_f \text{ reaktan}) \\ &= -183147244,898 - -162665540,816 \\ &= -20481704,082 \text{ kJ} \end{aligned}$$

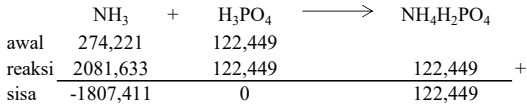
$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{produk}} &= m (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times C_p (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times \Delta T \\ &= 20608,163 \times 1,674 \times 95 \\ &= 3276533,094 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{reaktan}} &= m \text{H}_2\text{SO}_4 \times C_p \text{H}_2\text{SO}_4 \times \Delta T + m \text{NH}_3 \times C_p \text{NH}_3 \\ &\quad \times \Delta T \\ &= 15300 \times 1,424 \times 95 + 5308,163 \times 4,602 \\ &\quad \times 95 \\ &= 4391001,146 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{R1} &= \Delta H_{25} + (\Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}}) \\ &= -20481704,082 + (3276533,094 - 4391001,146) \\ &= -21596172,134 \text{ kJ} \end{aligned}$$

o Mencari Panas Reaksi H_{R2}

Reaksi 2



Komponen	n (kgmol)	massa (kg)	n x ΔH_f (kJ)	T reaktor - T referensi ($^{\circ}\text{C}$)
NH_3	2081,633	35387,755	-139885714,286	95
H_3PO_4	122,449	12000,000	-156489795,918	95
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	122,449	14081,633	-176947346,939	95

$$\begin{aligned} \Delta H_{25} &= (n \times \Delta H_f \text{ produk}) - (n \times \Delta H_f \text{ reaktan}) \\ &= -176947346,939 - -296375510,204 \\ &= 119428163,265 \text{ kJ} \end{aligned}$$

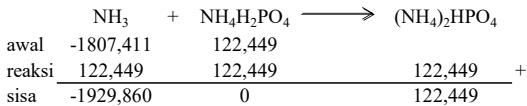
$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{produk}} &= m \text{ NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \times C_p \text{ NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \times \Delta T \\ &= 14081,633 \times 1,381 \times 95 \\ &= 1847065,224 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{reaktan}} &= m \text{ H}_3\text{PO}_4 \times C_p \text{ H}_3\text{PO}_4 \times \Delta T + m \text{ NH}_3 \times C_p \text{ NH}_3 \\ &\quad \times \Delta T \\ &= 12000 \times 2,657 \times 95 + 35387,755 \times 4,602 \\ &\quad \times 95 \\ &= 18501314,988 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{R2} &= \Delta H_{25} + (\Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}}) \\ &= 119428163,265 + (1847065,224 - 18501314,988) \\ &= 102773913,502 \text{ kJ} \end{aligned}$$

o Mencari Panas Reaksi H_{R3}

Reaksi 3



Komponen	n (kgmol)	massa (kg)	n x ΔH_f (kJ)	T reaktor - T referensi ($^{\circ}\text{C}$)
NH_3	122,449	2081,633	-8228571,429	95
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	122,449	14081,633	-176947346,939	95
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	122,449	16163,265	-191866530,612	95

$$\begin{aligned}\Delta H_{25} &= (n \times \Delta H_f \text{ produk}) - (n \times \Delta H_f \text{ reaktan}) \\ &= -191866530,612 - -185175918,367 \\ &= -6690612,245 \text{ kJ}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{produk}} &= m (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \times C_p (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \times \Delta T \\ &= 16163,265 \times 1,381 \times 95 \\ &= 2120109,649 \text{ kJ}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{reaktan}} &= m \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \times C_p \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \times \Delta T + m \text{NH}_3 \\ &\quad \times C_p \text{NH}_3 \times \Delta T \\ &= 14081,633 \times 1,381 \times 95 + 2081,633 \times 4,602 \\ &\quad \times 95 \\ &= 2757213,306 \text{ kJ}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_{R3} &= \Delta H_{25} + (\Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}}) \\ &= -6690612,245 + (2120109,649 - 2757213,306) \\ &= -7327715,902 \text{ kJ}\end{aligned}$$

o Panas Reaksi Total $\Delta H_{R\text{total}}$

$$\begin{aligned}\Delta H_{R\text{total}} &= \Delta H_{R1} + \Delta H_{R2} + \Delta H_{R3} \\ &= -21596172,134 + 102773913,502 + -7327715,902 \\ &= 73850025,466 \text{ kJ (eksotermis)}\end{aligned}$$

Neraca Energi Total Neutralizer

$$\begin{aligned}\text{H masuk} &= \text{H keluar} \\ \Delta H_7 + \Delta H_2 + \Delta H_{10} &= \Delta H_{13} + \Delta H_{19} + \Delta H_{R\text{total}} + Q_{\text{cw}}\end{aligned}$$

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_7	184777,654	ΔH_{13}	10310427,642
ΔH_2	656720,640	ΔH_{19}	79256,914
ΔH_{10}	-829713,616	$\Delta H_{R\text{total}}$	73850025,466
		Q_{cw}	-84227925,345
Total	11784,678	Total	11784,678

o Menghitung Massa Air Pendingin

$$\begin{aligned}\text{Suhu Air Pendingin Masuk} &= 30 \text{ }^\circ\text{C} \\ \text{Suhu Air Pendingin Keluar} &= 65 \text{ }^\circ\text{C} \\ \text{Suhu Referensi} &= 25 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_{\text{air pendingin masuk}} &= m_{\text{air pendingin}} \times C_p \text{H}_2\text{O} \times \Delta T \\
 &= m_{\text{air pendingin}} \times 4,184 \times 5 \\
 &= 20,9 \quad m_{\text{air pendingin}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_{\text{air pendingin keluar}} &= m_{\text{air pendingin}} \times C_p \text{H}_2\text{O} \times \Delta T \\
 &= m_{\text{air pendingin}} \times 4,184 \times 40 \\
 &= 167 \quad m_{\text{air pendingin}}
 \end{aligned}$$

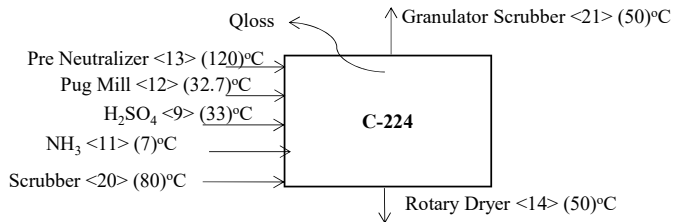
$$\begin{aligned}
 Q_{\text{ew}} &= H_{\text{air pendingin keluar}} - H_{\text{air pendingin masuk}} \\
 -84227925,345 &= 167 \quad m_{\text{air pendingin}} - 5 \quad m_{\text{air pendingin}} \\
 -84227925,345 &= 162 \quad m_{\text{air pendingin}} \\
 m_{\text{air pendingin}} &= \underline{\underline{-518772,637}} \quad \text{kg air pendingin}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_{\text{air pendingin masuk}} &= 20,9 \quad m_{\text{air pendingin}} \\
 &= 20,9 \times -518772,637 \\
 &= -10852723,57 \quad \text{kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_{\text{air pendingin masuk}} &= 167 \quad m_{\text{air pendingin}} \\
 &= 167 \times -10852723,566 \\
 &= -1816311816 \quad \text{kJ}
 \end{aligned}$$

3. Cone Mixer (C-224)

Fungsi : Mencampur antara bahan padat dan bahan cair, sekaligus membentuk butiran produk pupuk NPK



$$\begin{aligned}
 \text{Suhu granulator} &= 50 \quad ^\circ\text{C} \\
 \text{Aliran 9} & \\
 \text{Suhu Bahan Masuk} &= 33 \quad ^\circ\text{C} \\
 \text{Suhu Referensi} &= 25 \quad ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)	C_p (kJ/kg $^{\circ}\text{C}$)	ΔH_0 (kJ)
H ₂ SO ₄	1199,553	8	1,424	13667,549
H ₂ O	24,481	8	4,184	819,417
Total				14486,966

Aliran 11

Suhu Bahan Masuk = 7 $^{\circ}\text{C}$

Suhu Referensi = 25 $^{\circ}\text{C}$

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)	C_p (kJ/kg $^{\circ}\text{C}$)	ΔH_{11} (kJ)
NH ₃	438,075	-18	4,602	-36291,550
H ₂ O	2,201	-18	4,184	-165,791
Total				-36457,341

Aliran 20

Suhu Bahan Masuk = 80 $^{\circ}\text{C}$

Suhu Referensi = 25 $^{\circ}\text{C}$

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)	C_p (kJ/kg $^{\circ}\text{C}$)	ΔH_{20} (kJ)
(NH ₄) ₂ SO ₄	2020,376	55	1,674	185971,613
H ₂ O	57,383	55	4,184	13204,982
Total				199176,595

Aliran 12

Suhu Bahan Masuk = 32,744 $^{\circ}\text{C}$

Suhu Referensi = 25 $^{\circ}\text{C}$

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)	C_p (kJ/kg $^{\circ}\text{C}$)	ΔH_{12} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	423,067	7,74394	1,339	4386,446
KCl	14278,513	7,74394	0,795	87900,267
Clay	6346,006	7,74394	0,937	46057,684
(NH ₄) ₂ SO ₄	1398,109	7,74394	1,674	18119,848
(NH ₄) ₂ HPO ₄	932,097	7,74394	1,381	9966,176
H ₂ O	1307,050	7,74394	4,184	42349,274
Total				208779,694

Aliran 13

Suhu Bahan Masuk = 120 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{13} (kJ)
(NH ₄) ₂ SO ₄	20608,163	95	1,674	3276533,094
(NH ₄) ₂ HPO ₄	16163,265	95	1,381	2120109,649
H ₂ O	12362,345	95	4,184	4913784,900
Total				10310427,642

Aliran 14

Suhu Bahan Keluar = 50 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{14} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	423,067	25	1,339	14160,900
KCl	14278,513	25	0,795	283771,159
Clay	6346,006	25	0,937	148689,450
(NH ₄) ₂ SO ₄	25642,373	25	1,674	1072876,877
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17095,362	25	1,381	590097,706
H ₂ O	13726,689	25	4,184	1435811,698
Total				3545407,789

Aliran 21

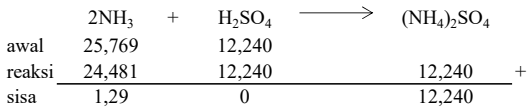
Suhu Bahan Keluar = 50 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{21} (kJ)
NH ₃	21,904	25	4,602	2520,247
H ₂ O	26,771	25	4,184	2800,274
Total				5320,521

o Mencari Panas Reaksi H_{R1}

Reaksi 1



Komponen	n (kgmol)	massa (kg)	n x ΔH _f (kJ)	T reaktor - T referensi (°C)
NH ₃	24,481	416,171	-1645101,176	25
H ₂ SO ₄	12,240	1199,553	-11108227,445	25
(NH ₄) ₂ SO ₄	12,240	1615,724	-14359138,319	25

$$\begin{aligned}\Delta H_{25} &= (n \times \Delta H_f \text{ produk}) - (n \times \Delta H_f \text{ reaktan}) \\ &= -14359138,319 - (-12753328,622) \\ &= -1605809,697 \text{ kJ}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{produk}} &= m (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times C_p (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times \Delta T \\ &= 1615,724 \times 1,674 \times 25 \\ &= 67601,908 \text{ kJ}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_{\text{reaktan}} &= m \text{H}_2\text{SO}_4 \times C_p \text{H}_2\text{SO}_4 \times \Delta T + m \text{NH}_3 \times C_p \text{NH}_3 \\ &\quad \times \Delta T \\ &= 1199,553 \times 1,424 \times 25 + 416,171 \times 4,602 \\ &\quad \times 25 \\ &= 90595,775 \text{ kJ}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta H_{R1} &= \Delta H_{25} + (\Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}}) \\ &= -1605809,697 + (67601,908 - 90595,775) \\ &= -1628803,565 \text{ kJ}\end{aligned}$$

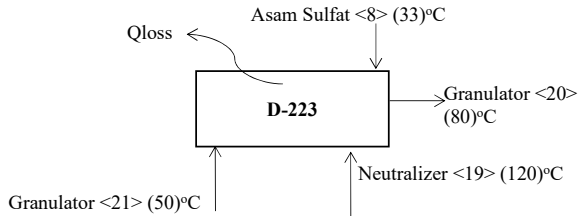
Neraca Energi Total Granulator

$$\begin{aligned}H \text{ masuk} &= H \text{ keluar} \\ \Delta H_{13} + \Delta H_{12} + \Delta H_9 + \Delta H_{11} + \Delta H_{20} &= \Delta H_{14} + \Delta H_{21} + \Delta H_{R1} + Q_{\text{loss}}\end{aligned}$$

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH ₁₃	10310427,642	ΔH ₁₄	3545407,789
ΔH ₁₂	208779,694	ΔH ₂₁	5320,521
ΔH ₉	14486,966	ΔH _{R1}	-1628803,565
ΔH ₁₁	-36457,341	Q _{loss}	8774488,812
ΔH ₂₀	199176,595		
Total	10696413,557	Total	10696413,557

4. Granulator Scrubber (D-223)

Fungsi : Menyerap gas NH_3 yang terbawa dari granulator untuk dikembalikan ke Granulator



$$T_{\text{Scrubber}} = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Aliran 8

$$\text{Suhu Bahan Masuk} = 33 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu Referensi} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^\circ\text{C}$)	C_p (kJ/kg $^\circ\text{C}$)	ΔH_8 (kJ)
H_2SO_4	1499,976	8	1,424	17090,535
H_2O	30,612	8	4,184	1024,637
Total				18115,172

Aliran 19

$$\text{Suhu Bahan Masuk} = 120 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu Referensi} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^\circ\text{C}$)	C_p (kJ/kg $^\circ\text{C}$)	ΔH_{19} (kJ)
NH_3	498,496	95	1,674	79256,914
Total				79256,914

Aliran 21

$$\text{Suhu Bahan Masuk} = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu Referensi} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^\circ\text{C}$)	C_p (kJ/kg $^\circ\text{C}$)	ΔH_{21} (kJ)
NH_3	21,904	25	1,674	916,453
H_2O	26,771	25	2,092	1400,137
Total				2316,590

Aliran 20

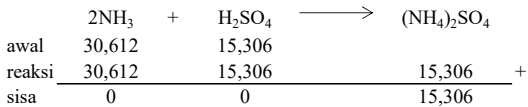
Suhu Bahan Keluar = 80 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{20} (kJ)
$(NH_4)_2SO_4$	2020,376	55	1,674	185971,613
H_2O	57,383	55	4,184	13204,982
Total				199176,595

o Mencari Panas Reaksi H_{R1}

Reaksi 1



Komponen	n (kgmol)	massa (kg)	n x ΔH_f (kJ)	T reaktor - T referensi (°C)
NH_3	30,612	520,400	-2057110,588	55
H_2SO_4	15,306	1499,976	-13890241,294	55
$(NH_4)_2SO_4$	15,306	2020,376	-17955330,588	55

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{25} &= (n \times \Delta H_f \text{ produk}) - (n \times \Delta H_f \text{ reaktan}) \\
 &= -17955330,588 - (-15947351,882) \\
 &= -2007978,706 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{\text{produk}} &= m (NH_4)_2SO_4 \times C_p (NH_4)_2SO_4 \times \Delta T \\
 &= 2020,376 \times 1,674 \times 55 \\
 &= 185971,613 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{\text{reaktan}} &= m H_2SO_4 \times C_p H_2SO_4 \times \Delta T + m NH_3 \times C_p NH_3 \\
 &\quad \times \Delta T \\
 &= 1499,976 \times 1,424 \times 55 + 520,400 \times 4,602 \\
 &\quad \times 55 \\
 &= 249227,322 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta H_{R1} &= \Delta H_{25} + (\Delta H_{\text{produk}} - \Delta H_{\text{reaktan}}) \\
 &= -2007978,706 + (185971,613 - 249227,322) \\
 &= -2071234,414 \text{ kJ}
 \end{aligned}$$

Neraca Energi Total Granulator Scrubber

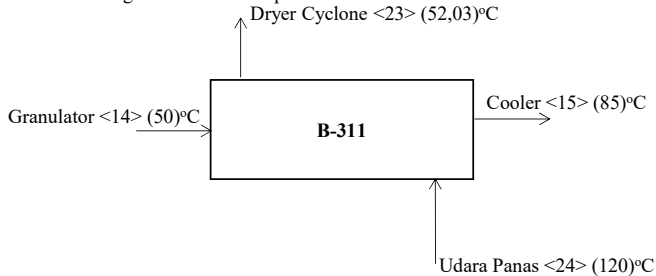
$$H \text{ masuk} = H \text{ keluar}$$

$$\Delta H_{21} + \Delta H_8 + \Delta H_{19} = \Delta H_{20} + \Delta H_{R1} + Q_{\text{loss}}$$

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_8	18115,172	ΔH_{20}	199176,595
ΔH_{19}	79256,914	ΔH_{R1}	-2071234,414
ΔH_{21}	2316,590	Q_{loss}	1971746,495
Total	99688,677	Total	99688,677

5. Rotary Dryer (B-311)

Fungsi : Mengurangi kadar air di dalam pupuk NPK hingga mencapai 1,5% dengan bantuan udara panas



- Asumsi Proses Adiabatis

- Kondisi Operasi :

Suhu Referensi = 25 °C

Suhu Udara Panas (T_{G24}) = 120 °C

Suhu Bahan Masuk Dryer (T_{S14}) = 50 °C

Suhu Bahan Keluar Dryer (T_{S15}) = 85 °C

λ_{ref} = 2442,31 kJ/kg = 583,726 kkal/kg

- Suhu Udara Awal = 30 °C dan *Relative Humidity* = 70% didapatkan *Humidity* udara masuk = 0,019 kg H₂O/kg udara

("Humidity chart")

- *Humidity* udara awal = *Humidity* udara panas (H_{24}) = 0,019 kgH₂O/kg udara sehingga T_w = 41,4 °C

("Humidity chart")

- Menghitung Suhu Udara Keluar (T_{G1})

$$NTU = \ln \frac{T_{G24} - T_w}{T_{G23} - T_w}$$

("Badger, 1982, page 508")

Nilai NTU ekonomis berkisar antara 1,5 sampai 2,5 ("Mc Cabe, 1982, page 796")
sehingga dipilih nilai NTU = 2

$$\begin{aligned} 2 &= \ln \frac{120 - 41,4}{T_{G23} - 41,4} \\ \exp(2) &= \frac{120 - 41,4}{T_{G23} - 41,4} \\ 7,3891 &= \frac{120 - 41,4}{T_{G23} - 41,4} \\ T_{G23} &= 52,037 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

- Komposisi pada aliran (14)

KOMPONEN	Aliran 14	
	x	m (kg)
CO(NH ₂) ₂	0,005	423,067
KCl	0,184	14278,513
Clay	0,082	6346,006
H ₂ SO ₄	0,000	0,000
NH ₃	0,000	0,000
H ₃ PO ₄	0,000	0,000
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,331	25642,373
NH ₄ H ₂ PO ₄	0,000	0,000
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,221	17095,362
H ₂ O	0,177	13726,689
Sub Total	1,000	77512,009

$$\text{Moisture content pada aliran 14 (x}_{14}\text{)} = \frac{\text{Massa air}}{\text{Massa total solid (Ls)}} = \frac{13726,689}{63785,320} = 0,215$$

- Keterangan pada aliran (15)
Kadar H₂O = 0,015
Kadar padatan = 0,985

$$\text{Moisture content pada aliran 15 (x}_{15}\text{)} = \frac{\text{Kadar H}_2\text{O}}{\text{Kadar padatan}} = \frac{0,015}{0,985} = 0,015$$

- Perhitungan Neraca *moisture* dengan menggunakan *Humidity*

$$G.H_{24} + L_s.x_{14} = G.H_{23} + L_s.x_{15} \quad \text{(Geankoplis, P.603)}$$

$$G \quad 0,019 + 63785,320 \times 0,215 = G.H_{23} + 63785,320 \times 0,015$$

$$G \quad 0,019 + 12755,339 = G.H_{23} \quad \dots(1)$$

- Perhitungan Entalpi untuk Gas

$$H'_G = (1,005 + 1,88 H) (T_G - T_{ref}) + H. \lambda_{ref} \quad \text{(Geankoplis, P.603)}$$

$$H'_{G24} = (1,005 + 1,88 \times H_{24}) (T_{G24} - T_{ref}) + H_{24} \times \lambda_{ref}$$

$$= (2,005 + 2,88 \times 0,019) (120 - 25) + 0,019 \times 2442,31$$

$$= 241,534 \quad \text{kJ/kg}$$

$$H'_{G23} = (1,005 + 1,88 \times H_{23}) (T_{G23} - T_{ref}) + H_{23} \times \lambda_{ref}$$

$$= (2,005 + 2,88 \times H_{23}) (52,037 - 25) + H_{23} \times 2442,31$$

$$= 54,210 + 2520,18 H_{23}$$

- Perhitungan Entalpi untuk Padatan

$$H'_S = C_{p_s} (T_S - T_{ref}) + x.C_{p_A} (T_S - T_{ref}) \quad \text{(Geankoplis, P.603)}$$

Aliran 14

$$H'_{S14} = C_{p_s} (T_{S14} - T_{ref}) + x_{14}.C_{p_A} (T_{S14} - T_{ref})$$

$$\text{Suhu Masuk } (T_{S14}) = 50 \quad ^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu Referensi } (T_{ref}) = 25 \quad ^\circ\text{C}$$

Komponen	C _p (kJ/kg °C)	C _{pA} (kJ/kg °C)	T _{S14} - T _{ref} (°C)	H' _{S14} (kJ/kg)
CO(NH ₂) ₂	1,339	4,184	25	55,982
KCl	0,795	4,184	25	42,384
Clay	0,937	4,184	25	45,940
(NH ₄) ₂ SO ₄	1,674	4,184	25	64,350
(NH ₄) ₂ HPO ₄	1,381	4,184	25	57,028
Total				265,685

Aliran 15

$$H'_{S15} = C_{p_s} (T_{S15} - T_{ref}) + x_{15}.C_{p_A} (T_{S15} - T_{ref})$$

$$\text{Suhu Keluar } (T_{S15}) = 85 \quad ^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu Referensi } (T_{ref}) = 25 \quad ^\circ\text{C}$$

Komponen	Cp (kJ/kg °C)	Cp _A (kJ/kg °C)	T _{S15} - T _{ref} (°C)	H' _{S15} (kJ/kg)
CO(NH ₂) ₂	1,339	4,184	60	84,156
KCl	0,795	4,184	60	51,521
Clay	0,937	4,184	60	60,056
(NH ₄) ₂ SO ₄	1,674	4,184	60	104,239
(NH ₄) ₂ HPO ₄	1,381	4,184	60	86,666
Total				386,637

- Perhitungan Neraca Massa *Dryer*

$$G.H'_{G24} + Ls.H'_{S14} = G.H'_{G23} + Ls.H'_{S15} \quad \text{(Geankoplis, P.603)}$$

$$G \ 241,534 + 63785,320 \times 265,685 = G (54,210 + 2520,18 \ H_{23}) + 63785,320 \times 386,637$$

$$G \ 0,074 + -3061,291 = G \ H_{23} \ \dots(2)$$

- Substitusi Persamaan (1) dan (2)

$$G \ 0,019 + 12755,339 = G \ H_{23} \ \dots(1)$$

$$G \ 0,074 + -3061,291 = G \ H_{23} \ \dots(2)$$

$$G \ 0,019 + 12755,339 = G \ 0,074 + -3061,291$$

$$G \ -0,056 = -15816,630$$

$$G = \underline{284831,560} \text{ kg udara kering}$$

$$H_{23} = 0,064 \text{ kg H}_2\text{O/ kg udara kering}$$

$$H'_{G23} = 54,210 + 2520,18 \ H_{23}$$

$$= 54,210 + 2520,18 \times 0,064$$

$$= 214,448 \text{ kJ/kg}$$

- Perhitungan Energi Masuk :

$$\text{Energi Feed} = Ls \cdot H'_{S14}$$

$$= 63785,320 \times 265,685$$

$$= 16946785,2 \text{ kJ}$$

$$\text{Energi Udara} = G \cdot H'_{G24}$$

$$= 284831,560 \times 241,534$$

$$= 68796536,73 \text{ kJ}$$

- Perhitungan Energi Keluar :

$$\text{Energi Feed} = Ls \cdot H'_{S15}$$

$$= 63785,320 \times 386,637$$

$$= 24661782,68 \text{ kJ}$$

$$\text{Energi Udara} = G \cdot H'_{G23}$$

$$= 284831,560 \times 214,448$$

$$= 61081539,25 \text{ kJ}$$

Neraca Energi Total *Rotary Dryer*

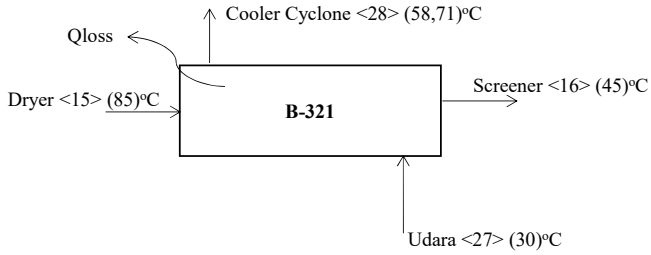
$$H \text{ masuk} = H \text{ keluar}$$

$$\Delta H_{14} + \Delta H_{24} = \Delta H_{15} + \Delta H_{23}$$

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{14}	16946785,198	ΔH_{15}	24661782,678
ΔH_{24}	68796536,726	ΔH_{23}	61081539,245
Total	85743321,924	Total	85743321,924

6. *Rotary Cooler (B-321)*

Fungsi : Mendinginkan produk pupuk NPK sebelum ke proses *coating*



Aliran 15

Suhu Bahan Masuk = 85 °C
 Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{15} (kJ)
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	422,644	60	1,339	33952,173
KCl	14264,234	60	0,795	680369,731
Clay	6339,660	60	0,937	356497,824
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	25616,730	60	1,674	2572329,600
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	17078,267	60	1,381	1414818,259
H_2O	961,175	60	4,184	241293,383
Total				5299260,971

Aliran 27

Suhu Bahan Masuk = 30 °C
 Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^{\circ}C$)	C_p (kJ/kg $^{\circ}C$)	ΔH_{29} (kJ)
Udara kering	92423,140	5	1,004	464038,103
H ₂ O	1770,847	5	4,184	37046,118
Total				501084,221

Aliran 16

Suhu Bahan Keluar = 45 $^{\circ}C$

Suhu Referensi = 25 $^{\circ}C$

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^{\circ}C$)	C_p (kJ/kg $^{\circ}C$)	ΔH_{16} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	422,221	20	1,339	11306,074
KCl	14249,970	20	0,795	226563,120
Clay	6333,320	20	0,937	118713,776
(NH ₄) ₂ SO ₄	25591,114	20	1,674	856585,757
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17061,188	20	1,381	471134,480
H ₂ O	961,171	20	4,184	80430,805
Total				1764734,012

Aliran 28

Suhu Bahan Keluar = 58,71 $^{\circ}C$

Suhu Referensi = 25 $^{\circ}C$

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^{\circ}C$)	C_p (kJ/kg $^{\circ}C$)	ΔH_{28} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	0,423	34	1,339	19,075
KCl	14,264	34	0,795	382,254
Clay	6,340	34	0,937	200,292
(NH ₄) ₂ SO ₄	25,617	34	1,674	1445,221
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17,078	34	1,381	794,892
H ₂ O	1770,851	34	4,184	249765,474
Udara kering	92423,140	34	1,004	3128544,888
Total				252607,209

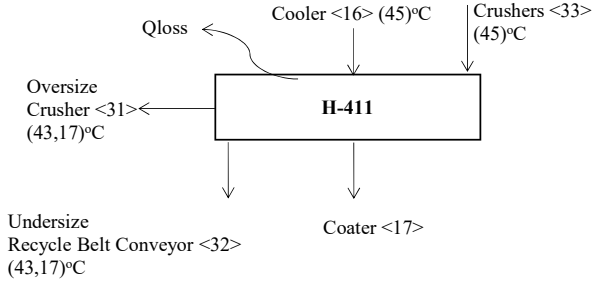
$$H \text{ masuk} = H \text{ keluar}$$

$$\Delta H_{15} + \Delta H_{27} = \Delta H_{16} + \Delta H_{28}$$

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{15}	5299260,971	ΔH_{16}	1764734,012
ΔH_{27}	501084,221	ΔH_{28}	252607,209
		Q_{loss}	3783003,971
Total	5800345,192	Total	5800345,192

7. Screener (H-411)

Fungsi : Memisahkan produk NPK menjadi tiga bagian, *onsize*, *undersize* dan *oversize*



Aliran 16

Suhu Bahan Masuk = 45 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{16} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	422,221	20	1,339	11306,074
KCl	14249,970	20	0,795	226563,120
Clay	6333,320	20	0,937	118713,776
(NH ₄) ₂ SO ₄	25591,114	20	1,674	856585,757
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17061,188	20	1,381	471134,480
H ₂ O	0,015	20	4,184	1,245
Total				1684304,451

Aliran 33

Suhu Bahan Masuk = 45 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{33} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	22,222	20	1,339	595,053
KCl	749,998	20	0,795	11924,365
Clay	333,332	20	0,937	6248,090
(NH ₄) ₂ SO ₄	1346,901	20	1,674	45083,461
(NH ₄) ₂ HPO ₄	897,956	20	1,381	24796,528
H ₂ O	50,588	20	4,184	4233,200
Total				92880,698

Aliran 17

Suhu Bahan Keluar = 43,177 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{17} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	399,999	18	1,339	9734,894
KCl	13499,971	18	0,795	195078,202
Clay	5999,987	18	0,937	102216,416
(NH ₄) ₂ SO ₄	24244,213	18	1,674	737548,174
(NH ₄) ₂ HPO ₄	16163,230	18	1,381	405662,080
H ₂ O	910,583	18	4,184	69253,537
Total				1519493,303

Aliran 31

Suhu Bahan Keluar = 43,177 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{31} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	22,222	18	1,339	540,827
KCl	749,998	18	0,795	10837,678
Clay	333,333	18	0,937	5678,690
(NH ₄) ₂ SO ₄	1346,901	18	1,674	40974,899
(NH ₄) ₂ HPO ₄	897,957	18	1,381	22536,782
H ₂ O	50,588	18	4,184	3847,419
Total				84416,295

Aliran 32

Suhu Bahan Keluar = 43,177 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{32} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	22,222	18	1,339	540,827
KCl	749,998	18	0,795	10837,678
Clay	333,333	18	0,937	5678,690
(NH ₄) ₂ SO ₄	1346,901	18	1,674	40974,899
(NH ₄) ₂ HPO ₄	897,957	18	1,381	22536,782
H ₂ O	50,588	18	4,184	3847,419
Total				84416,295

$$H \text{ masuk} = H \text{ keluar}$$

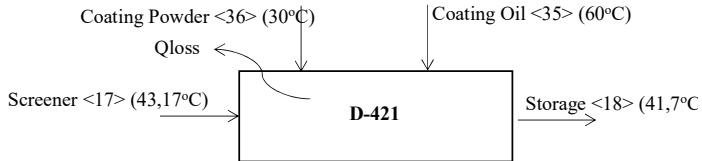
$$\Delta H_{16} + \Delta H_{33} = \Delta H_{17} + \Delta H_{31} + \Delta H_{32} + Q_{\text{loss}}$$

- Asumsi Q_{loss} 5% dari ΔH Masuk

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{16}	1684304,451	ΔH_{17}	1519493,303
ΔH_{33}	92880,698	ΔH_{31}	84416,295
		ΔH_{32}	84416,295
		Q_{loss}	88859,257
Total	1777185,150	Total	1777185,150

8. Coater (D-421)

Fungsi : Melapisi produk NPK dengan coating oil dan coating powder, sehingga tidak terjadi caking pada saat penyimpanan dan transportasi



Aliran 17

$$\text{Suhu Bahan Masuk} = 43,177 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu Referensi} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^\circ\text{C}$)	C_p (kJ/kg $^\circ\text{C}$)	ΔH_{17} (kJ)
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	399,999	18	1,339	9734,894
KCl	13499,971	18	0,795	195078,202
Clay	5999,987	18	0,937	102216,416
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	24244,213	18	1,674	737548,174
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	16163,230	18	1,381	405662,080
H_2O	910,583	18	4,184	69253,537
Total				1519493,303

Aliran 36

$$\text{Suhu Bahan Masuk} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu Referensi} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^\circ\text{C}$)	C_p (kJ/kg $^\circ\text{C}$)	ΔH_{36} (kJ)
Coating Powder	234,000	5	274,052	320640,840
Total				320640,840

Aliran 35

Suhu Bahan Masuk = 60 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{35} (kJ)
Coating Oil	117,000	35	368,192	1507746,240
Total				1507746,240

Aliran 18

Suhu Bahan Keluar = 41,669 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{18} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	399,999	17	1,339	8927,243
KCl	13499,971	17	0,795	178893,633
Clay	5999,987	17	0,937	93736,080
(NH ₄) ₂ SO ₄	24244,213	17	1,674	676357,845
(NH ₄) ₂ HPO ₄	16163,230	17	1,381	372006,521
H ₂ O	910,583	17	4,184	63507,951
Coating Powder	234,000	17	274,05	1068970,223
Coating Oil	117,000	17	368	718086,868
Total				3180486,364

H masuk = H keluar

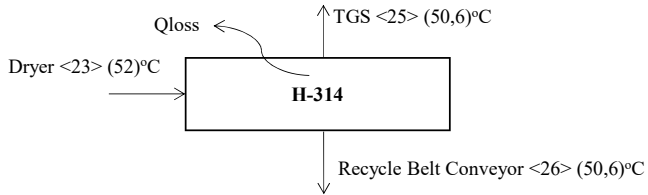
$$\Delta H_{36} + \Delta H_{17} + \Delta H_{35} = \Delta H_{18} + Q_{\text{loss}}$$

- Asumsi Q_{loss} , 5% dari ΔH Masuk

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{17}	1519493,303	ΔH_{18}	3180486,364
ΔH_{35}	1507746,240	Q_{loss}	167394,019
ΔH_{36}	320640,840		
Total	3347880,383	Total	3347880,383

9. Dryer Cyclone (H-314)

Fungsi : Mereduksi debu yang terikut di dalam udara dari rotary dryer



Aliran 23

Suhu Bahan Masuk = 52 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{23} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	0,423	27	1,339	15,294
KCl	14,279	27	0,795	306,473
Clay	6,346	27	0,937	160,585
(NH ₄) ₂ SO ₄	25,642	27	1,674	1158,707
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17,095	27	1,381	637,306
H ₂ O	18222,947	27	2,092	1029304,955
Udara Kering	284831,56	27	1,004	7722444,395
Total				8754027,714

Aliran 25

Suhu Bahan Keluar = 50,605 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{25} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	0,000	26	1,339	0,015
KCl	0,014	26	0,795	0,291
Clay	0,006	26	0,937	0,152
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,026	26	1,674	1,099
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,017	26	1,381	0,604
H ₂ O	17949,603	26	2,092	961476,345
Udara Kering	284831,56	26	1,004	7323405,805
Total				8284884,311

Aliran 26

Suhu Bahan Keluar = 50,605 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{26} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	0,423	26	1,339	14,489
KCl	14,264	26	0,795	290,346
Clay	6,340	26	0,937	152,134
(NH ₄) ₂ SO ₄	25,617	26	1,674	1097,735
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17,078	26	1,381	603,770
H ₂ O	273,344	26	4,184	29283,544
Total				31442,018

H masuk = H keluar

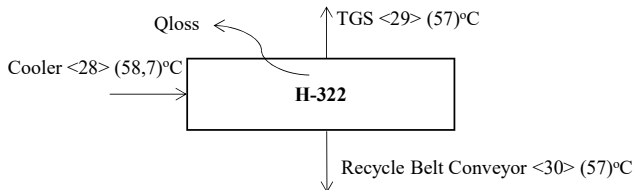
$$\Delta H_{23} = \Delta H_{25} + \Delta H_{26} + Q_{\text{loss}}$$

- Asumsi Q_{loss} 5% dari ΔH Masuk

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{23}	8754027,714	ΔH_{25}	8284884,311
		ΔH_{26}	31442,018
		Q_{loss}	437701,386
Total	8754027,714	Total	8754027,714

10. Cooler Cyclone (H-322)

Fungsi : Mereduksi debu yang terikut di dalam udara dari rotary dryer



Aliran 28

Suhu Bahan Masuk = 58,71 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{28} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	0,423	34	1,339	19,075
KCl	14,264	34	0,795	382,254
Clay	6,340	34	0,937	200,292
(NH ₄) ₂ SO ₄	25,617	34	1,674	1445,221
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17,078	34	1,381	794,892
H ₂ O	1770,851	34	2,092	124882,737
Udara Kering	92423,14	34	1,004	3128544,888
Total				3256269,360

Aliran 29

Suhu Bahan Keluar = 57,043 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{29} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	0,000	32	1,339	0,018
KCl	0,014	32	0,795	0,363
Clay	0,006	32	0,937	0,190
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,026	32	1,674	1,374
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,017	32	1,381	0,756
H ₂ O	1744,288	32	2,092	116924,794
Udara Kering	92423,14	32	1,004	2973790,459
Total				3090717,954

Aliran 30

Suhu Bahan Keluar = 57,043 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{30} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	0,422	32	1,339	18,114
KCl	14,250	32	0,795	362,983
Clay	6,333	32	0,937	190,194
(NH ₄) ₂ SO ₄	25,591	32	1,674	1372,359
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17,061	32	1,381	754,817
H ₂ O	0,294	32	4,184	39,472
Total				2737,938

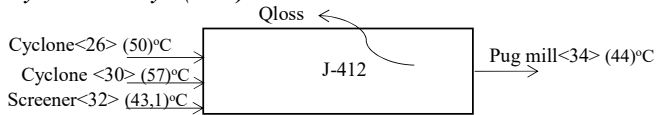
$$H \text{ masuk} = H \text{ keluar}$$

$$\Delta H_{28} = \Delta H_{29} + \Delta H_{30} + Q_{\text{loss}}$$

- Asumsi Q_{loss} 5% dari ΔH Masuk

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{28}	3256269,360	ΔH_{29}	3090717,954
		ΔH_{30}	2737,938
		Q_{loss}	162813,468
Total	3256269,360	Total	3256269,360

11 Recycle Belt Conveyor (J-412)



Aliran 30

$$\text{Suhu Bahan Masuk} = 57,043 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu Referensi} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^\circ\text{C}$)	C_p (kJ/kg $^\circ\text{C}$)	ΔH_{30} (kJ)
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	0,422	32	1,339	18,114
KCl	14,250	32	0,795	362,983
Clay	6,333	32	0,937	190,194
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	25,591	32	1,674	1372,359
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	0,189	32	1,381	8,366
H_2O	26,563	32	4,184	3561,161
Total				5513,177

Aliran 26

$$\text{Suhu Bahan Masuk} = 50,605 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu Referensi} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^\circ\text{C}$)	C_p (kJ/kg $^\circ\text{C}$)	ΔH_{26} (kJ)
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	0,423	26	1,339	14,489
KCl	14,264	26	0,795	290,346
Clay	6,340	26	0,937	152,134
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	25,617	26	1,674	1097,735
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	17,078	26	1,381	603,770
H_2O	273,344	26	4,184	29283,544
Total				31442,018

Aliran 32

Suhu Bahan Masuk = 43,177 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{32} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	22,222	18	1,339	540,827
KCl	749,998	18	0,795	10837,678
Clay	333,333	18	0,937	5678,690
(NH ₄) ₂ SO ₄	1346,901	18	1,674	40974,899
(NH ₄) ₂ HPO ₄	897,957	18	1,381	22536,782
H ₂ O	50,588	18	4,184	3847,419
Total				84416,295

Aliran 34

Suhu Bahan Keluar = 44,004 °C

Suhu Referensi = 25 °C

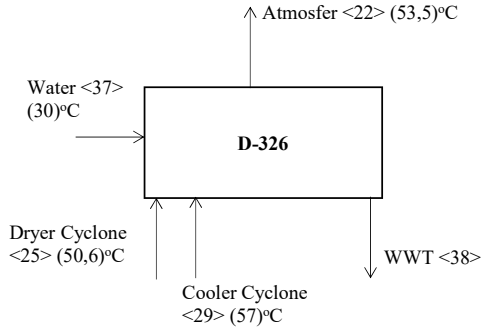
Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{32} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	23,067	19	1,339	586,913
KCl	778,513	19	0,795	11761,190
Clay	346,006	19	0,937	6162,589
(NH ₄) ₂ SO ₄	1398,109	19	1,674	44466,498
(NH ₄) ₂ HPO ₄	932,097	19	1,381	24457,212
H ₂ O	350,495	19	4,184	27868,512
Total				115302,915

H masuk = H keluar

$$\Delta H_{26} + \Delta H_{30} + \Delta H_{32} = \Delta H_{34} + Q_{\text{loss}}$$

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{26}	31442,018	ΔH_{34}	115302,915
ΔH_{30}	5513,177	Q_{loss}	6068,574
ΔH_{32}	84416,295		
Total	121371,489	Total	121371,489

12 Tail Gas Scrubber (D-326)



Aliran 25

Suhu Bahan Masuk = 50,60 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{25} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	0,000	26	1,339	0,015
KCl	0,014	26	0,795	0,291
Clay	0,006	26	0,937	0,152
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,026	26	1,674	1,099
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,017	26	1,381	0,604
H ₂ O	17949,603	26	2,092	961476,345
Udara Kering	284831,560	26	1,004	7323405,805
Total				8284884,311

Aliran 29

Suhu Bahan Masuk = 57,043 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	C_p (kJ/kg °C)	ΔH_{29} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	0,000	32	1,339	0,018
KCl	0,014	32	0,795	0,363
Clay	0,006	32	0,937	0,190
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,026	32	1,674	1,374
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,017	32	1,381	0,756
H ₂ O	1744,288	32	2,092	116924,794
Udara Kering	92423,140	32	1,004	2973790,459
Total				3090717,954

Aliran 37

Suhu Bahan Masuk = 30 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	Cp (kJ/kg °C)	ΔH_{37} (kJ)
H ₂ O	801,936	5	1,000	4009,680
Total				738699,320

Aliran 22

Suhu Bahan Keluar = 53,587 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	Cp (kJ/kg °C)	ΔH_{22} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	0,000	29	1,339	0,000
KCl	0,000	29	0,795	0,006
Clay	0,000	29	0,937	0,003
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,001	29	1,674	0,025
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,000	29	1,381	0,013
H ₂ O	801,936	29	2,092	47959,588
Udara Kering	377254,700	29	1,004	10829579,528
Total				10877539,164

Aliran 38

Suhu Bahan Keluar = 53,587 °C

Suhu Referensi = 25 °C

Komponen	Massa (kg)	ΔT (°C)	Cp (kJ/kg °C)	ΔH_{38} (kJ)
CO(NH ₂) ₂	0,001	32	1,339	0,036
KCl	0,028	32	0,795	0,720
Clay	0,013	32	0,937	0,377
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,051	32	1,674	2,721
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,034	32	1,381	1,497
H ₂ O	19693,891	32	1,000	631041,990
Total				631047,341

$$H \text{ masuk} = H \text{ keluar}$$

$$\Delta H_{25} \quad \Delta H_{29} \quad \Delta H_{37} = \Delta H_{22} + \Delta H_{38} + Q_{\text{loss}}$$

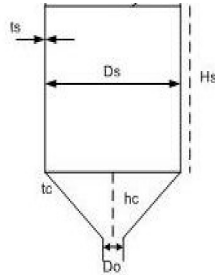
- Asumsi Q_{loss} 5% dari ΔH Masuk

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{25}	8284884,311	ΔH_{22}	10877539,164
ΔH_{29}	3090717,954	ΔH_{38}	631047,341
ΔH_{37}	738699,320	Q_{loss}	605715,079
Total	12114301,585	Total	12114301,585

APPENDIKS C SPESIFIKASI PERALATAN

1. Urea Bin (F-122)

Digunakan tangki penyimpanan silinder vertikal dengan tutup atas berbentuk datar dan bawah berbentuk *conical*



Diketahui:

Tekanan Operasi	: 1 atm	= 14,7 psia
Suhu Operasi	: 30 °C	= 303,15 K = 86 °F
Kapasitas	: 402,01 kg/jam	= 886,271 lb/jam
% Urea	: 0,995	
ρ Urea	: 1320 kg/m ³	= 82,368 lb/ft ³
Volume Granul	: 10,7599 ft ³ /jam	= 258,238 ft ³ /hari = 1032,95 ft ³ /hari

Asumsi:

- waktu penyimpanan 4 hari
- Tangki terisi 80% feed
- Tinggi silinder bejana adalah 1,5 kali diameter bejana
- $\alpha = 120^\circ$

o Menghitung Volume Tangki

$$\text{Volume tangki} = 1291,18787 \text{ ft}^3$$

o Menghitung Diameter Tangki

$$\text{Volume tangki} = (\pi/4 \times D_i^2 \times 1,5 \times D_i) + (\pi/24 \times D_i^3 / \text{tg}(0,5 \times \alpha))$$

$$1291,18787 = (3,14/4 \times D_i^2 \times 1,5 \times D_i) + (3,14/24 \times D_i^3 / \text{tg}(0,5 \times \alpha))$$

$$1291,18787 = (1,1775 \times D_i^3) + (0,0756 \times D_i^3)$$

$$1291,18787 = 1,25 D_i^3$$

$$D_i^3 = 1032,95 \text{ ft}^3$$

$$D_i = 10,10865 \text{ ft}$$

$$= 121,3038 \text{ in}$$

o Menghitung Tinggi Silinder:

$$\text{Tinggi silinder} = 1,5 \times D_i$$

$$\text{Tinggi silinder} = 15,16297 \text{ ft}$$

o Menghitung Tinggi Urea

$$\text{Volume granul} = (\pi/4 \times D_i^2 \times H_{\text{granul}}) + (\pi/24 \times D_i^3 / \text{tg} (0,5 \times 120))$$

$$1032,9503 = (3,14/4 \times D_i^2 \times H_{\text{granul}}) + (3,14/24 \times D_i^3 / \text{tg} (0,5 \times 120))$$

$$1032,9503 = 80,21507 \times H_{\text{granul}} + 78,0279$$

$$954,9224 = 80,21507 \times H_{\text{granul}}$$

$$H_{\text{granul}} = 11,90453 \text{ ft} = 142,854 \text{ in}$$

o Menghitung Tekanan Desain Tangki

$$g = 32174 \text{ ft/s}^2$$

$$g_c = 32174 \text{ lbm.ft/lbfs}^2$$

$$P_{\text{Operasi}} = 14,7 \text{ psia}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{Total}} &= P_{\text{hidrostatik}} + P_{\text{operasi}} \\ &= (\rho \times g/g_c \times H_{\text{granul}}) / 144 + P_{\text{operasi}} \\ &= 6,809389 + 14,7 \\ &= 21,50939 \text{ psi} \end{aligned}$$

Digunakan P desain dengan faktor keamanan 20%

$$P_{\text{Desain}} = 1,2 \times P_{\text{Total}}$$

$$= 25,81127 \text{ psi} = 11,1113 \text{ psig}$$

Bahan yang digunakan adalah High Alloy Steel SA 240 Grade M

Tipe pengelasan Double welded butt joint

$$f_{\text{allowed pada suhu } 86^\circ\text{F}} = 18750 \text{ psi}$$

$$\text{faktor korosi (C)} = 0,0625 \text{ in}$$

$$\text{faktor pengelasan (E)} = 0,8 \text{ in}$$

o Menentukan Tebal Silinder

$$\begin{aligned} \text{Tebal silinde} &= \frac{P_{\text{desain}} \times D_i}{2(f \times E - (0,6 \times P_{\text{desain}}))} + C \\ &= \frac{11,11127 \times 121,304}{2(18750 \times 0,8 - (0,6 \times 8,08378))} + 0,0625 \\ &= 0,107438 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\text{Standarisasi} = 0,1875 \text{ in} \sim 3/16 \text{ inch}$$

o Menentukan Diameter Luar Silinder

$$D_o = D_i + (2 \times T_s)$$

$$= 121,6788 \text{ in}$$

$$\text{Standarisasi} = 126 \text{ in} = 3,2004 \text{ m}$$

Sehingga,

$$D_i = 125,625 \text{ in}$$

$$H = 188,4375 \text{ in}$$

o Menghitung Tebal Tutup Bawah

$$\begin{aligned} \text{Tebal tutup} &= \frac{P_{\text{desain}} \times D_i}{2 (f \times E - (0,6 \times P_{\text{desain}})) \cos(\alpha/2)} + C \\ &= \frac{11,11127 \times 125,625}{2 (18750 \times 0,8 - (0,6 \times 8,0838)) \cos(120/2)} + 0,0625 \\ &= 0,109034 \text{ in} \\ \text{Standarisasi} &= 0,1875 \text{ in} \sim 3/16 \text{ inch} \end{aligned}$$

o Menghitung Tinggi Tutup Bawah

$$\begin{aligned} \text{Tinggi tutup bawah} &= \frac{D_o/2}{\tan(\alpha/2)} \\ &= \frac{63}{1,73} \\ &= 36,4162 \text{ in} = 3,03 \text{ ft} = 0,925 \text{ m} \end{aligned}$$

o Menghitung Tinggi Total Tangki

$$\begin{aligned} H_{\text{Total}} &= H_{\text{silinder}} + \text{Tinggi Tutup Bawah} \\ &= 188,4375 + 36,4162 \\ &= 224,8537 \text{ in} \\ &= 18,73781 \text{ ft} \\ &= 5,711284 \text{ m} \end{aligned}$$

SPESIFIKASI	
Nama Alat	= Urea Bin
Fungsi	= Menampung bahan baku padat berupa Urea
Kapasitas	= 37 m ³
Diameter	= 126 in
Tinggi Total Tangki	= 5,71 m
Tebal Tangki	= 0,188 in
Tebal Tutup Bawah	= 0,188 in
Bahan Konstruksi	= High Alloy Steel SA 240 Grade M
Jumlah	= 1 buah

2. Clay Bin (F-121)

SPESIFIKASI	
Nama Alat	= Clay Bin
Fungsi	= Menampung bahan baku padat berupa Clay
Kapasitas	= 234 m ³
Diameter	= 228 in
Tinggi Total Tangki	= 10,34 m
Tebal Tangki	= 0,25 in
Tebal Tutup Bawah	= 0,25 in
Bahan Konstruksi	= High Alloy Steel SA 240 Grade M
Jumlah	= 2 buah

3. KCI Bin (F-123)

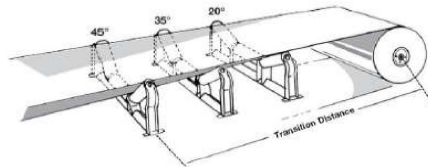
SPESIFIKASI	
Nama Alat	= KCI Bin
Fungsi	= Menampung bahan baku padat berupa KCI
Kapasitas	= 207 m ³
Diameter	= 228 in
Tinggi Total Tangki	= 10,34 m
Tebal Tangki	= 0,25 in
Tebal Tutup Bawah	= 0,3125 in
Bahan Konstruksi	= High Alloy Steel SA 240 Grade M
Jumlah	= 2 buah

4. Coating Powder Bin (F-422)

SPESIFIKASI	
Nama Alat	= Coating Powder Bin
Fungsi	= Menampung coating powder
Kapasitas	= 3 m ³
Diameter	= 60 in
Tinggi Total Tangki	= 2,71 m
Tebal Tangki	= 0,25 in
Tebal Tutup Bawah	= 0,25 in
Bahan Konstruksi	= High Alloy Steel SA 240 Grade M
Jumlah	= 1 buah

5. Belt Conveyor (J-124)

Rate Massa	= 24684,84 kg/jam	= 24,6848 ton/jam
Massa Jenis	= 1879,56 kg/m ³	= 117,285 lb/ft ³
Panjang	= 60 ft	



o Perhitungan

Berdasarkan Tabel 21-7 Perry's edisi 7, data tersedia untuk massa jenis 100 lb/ft³ sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} &= (100 / 117,285) \times 24684,8 \\ &= 21046,97 \text{ kg/jam} \\ &= 21,04697 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

Dipilih ukuran belt 14 inch dengan kecepatan 100 ft/min
 Dari tabel didapatkan, untuk kapasitas 32 ton/jam, HP = 0,34 hp/10ft
 Kecepatan belt = $21,0470 / 32 \times 100$
 = 65,7718 ft/min
 Daya yang dibutuhkan untuk panjang conveyor 60 ft
 HP = $60 \times 0,34 / 10$
 = 2,04 HP
 Asumsi efisiensi motor 60%, sehingga daya yang dibutuhkan
 HP = $3,4 / 0,6$
 = 3,4 hp
 Maka digunakan motor berdaya 4 hp

SPESIFIKASI	
Nama alat	= Belt Conveyor
Fungsi	= Mengalirkan bahan baku padat menuju bucket elevator
Jenis	= Through Belt Conveyor
Kapasitas	= 21,05 ton/jam
Panjang	= 18,3 m
Lebar	= 0,36 m
Luas penampang	= 0,01 m ²
Belt ply	= 4
Kecepatan belt	= 0,33 m/s
Pemasangan	= Horizontal
Jumlah	= 1 buah
Daya	= 4 hp
Bahan konstruksi	= Carbon steel

6. Belt Conveyor (J-324)

SPESIFIKASI	
Nama alat	= Belt Conveyor
Fungsi	= Mengalirkan NPK padat menuju bucket elevator
Jenis	= Through Belt Conveyor
Kapasitas	= 60,92 ton/jam
Panjang	= 3,05 m
Lebar	= 0,36 m
Luas penampang	= 0,01 m ²
Belt ply	= 4
Kecepatan belt	= 0,97 m/s
Pemasangan	= Horizontal
Jumlah	= 1 buah
Daya	= 2 hp
Bahan konstruksi	= Carbon steel

7. Belt Conveyor (J-412)

SPESIFIKASI	
Nama alat	= Belt Conveyor
Fungsi	= Mengalirkan NPK padat menuju coater
Jenis	= Through Belt Conveyor
Kapasitas	= 55,73 ton/jam
Panjang	= 3,05 m
Lebar	= 0,36 m
Luas penampang	= 0,01 m ²
Belt ply	= 4
Kecepatan belt	= 0,89 m/s
Pemasangan	= Horizontal
Jumlah	= 1 buah
Daya	= 2 hp
Bahan konstruksi	= Carbon steel

8. Recycle Belt Conveyor (J-413)

SPESIFIKASI	
Nama alat	= Recycle Belt Conveyor
Fungsi	= Mengalirkan bahan recycle menuju belt conveyor
Jenis	= Through Belt Conveyor
Kapasitas	= 3,48 ton/jam
Panjang	= 107 m
Lebar	= 0,36 m
Luas penampang	= 0,01 m ²
Belt ply	= 4
Kecepatan belt	= 0,06 m/s
Pemasangan	= Horizontal
Jumlah	= 1 buah
Daya	= 20 hp
Bahan konstruksi	= Carbon steel

9. Belt Conveyor (J-426)

SPESIFIKASI	
Nama alat	= Belt Conveyor
Fungsi	= Mengalirkan NPK padat menuju NPK storage
Jenis	= Through Belt Conveyor
Kapasitas	= 56,05 ton/jam
Panjang	= 3,05 m
Lebar	= 0,36 m
Luas penampang	= 0,01 m ²
Belt ply	= 4

Kecepatan belt	=	0,89 m/s
Pemasangan	=	Horizontal
Jumlah	=	1 buah
Daya	=	2 hp
Bahan konstruksi	=	Carbon steel

10. Pug Mill (C-222)

Fungsi : Mencampur bahan baku padat agar homogen sebelum masuk ke granulator

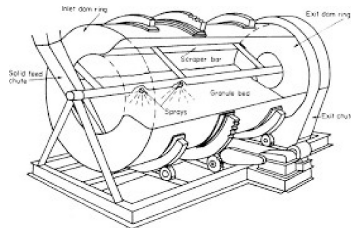
Kapasitas produk masuk kedalam pugmill = 24,68 ton/jam

material density = 105,99 lb/ft³

(Berdasarkan perry's tabel 20-45 "characteristic of pug mixer for fertilizer granulation") maka spesifikasi dari pug mill

SPESIFIKASI	
Nama alat	= Pug Mill
Fungsi :	= Mencampur bahan baku padat agar homogen sebelum masuk ke granulator
Type	= Ribbon
Kecepatan	= 56 r/min
ukuran (panjang x lebar)	= 8 x 2 ft = 2,43 x 0,61 m
ketebalan plate	= 0,25 in
diameter dari shaft	= 3 in
HP	= 30 hp

11. Granulator (C-221)



Fungsi : Mencampur antara bahan padat dan bahan cair, sekaligus membentuk butiran produk pupuk NPK

Kapasitas aliran bahan baku yang masuk granulator : 77560,68 kg/jam

77,56 ton/jam

(Berdasarkan tabel 20-36 Perry's ,edisi 7 ."size enlargement methods and application")

methods : drum granulator

product size : 0,5-20 mm

granule density : moderate

scale of operations : 0,5-800 ton/jam

Sesuai dengan spesifikasi produk yang diinginkan dan kapasitas produksi

N : ± 15%

P : ± 15%

K : ± 15%

kapasitas produksi per tahun : 470000 ton/tahun

kapasitas produksi per jam : 59343,434 kg/jam

kandungan H₂O : 1,5% max

kapasitas produksi per jam : 58,453283 ton/jam

ukuran produk : 2-4 mm atau 4-10 mesh

(Berdasarkan tabel 20-43 Perry's, ed 7. "Characteristic of large-scale granulation drums")

Diameter : 10 ft = 3,04 m

Length : 20 ft = 6,08 m

Power : 150 hp = 111,90 kW

Speed : 7-12 rpm

Memperkirakan critical speed berdasarkan persamaan 20-67, hal 20-74 Perry Chemical Handbook

Sudut Inklinali (Φ) = 80°-90°

Asumsi Φ = 80°

$$\begin{aligned}
 N_c \text{ (critical speed)} &= \frac{(g \sin \Phi)^{1/2}}{(2 \times \pi^2 \times D)^{1/2}} \\
 &= \frac{(32.174 \times \sin 80)^{1/2}}{(2 \times 3.14^2 \times 10)^{1/2}} \\
 &= 0,401 \text{ ft/s}^2
 \end{aligned}$$

Maka Spesifikasi granulator adalah sebagai berikut

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Mencampur antara bahan padat dan bahan cair, membentuk granul NPK
Tipe	= <i>Drum Granulator</i>
Bahan Konstruksi	= <i>High Alloy Steel SA 240 Grade M</i>
Rate Bahan	= 58,45 ton/jam
Diameter	= 3,04 m
Panjang drum	= 6,08 m
Power	= 150 hp
Speed	= 7-12 rpm
Jumlah	= 1 buah

12. Bucket Elevator (J-125)

- Rate massa = 24684,84 kg/jam = 24,685 ton/jam
 Massa jenis = 1698,54 kg/m³ = 105,989 lb/ft³
 Tinggi = 46 ft
- o Perhitungan Berdasarkan tabel 21-9 Perry ed. 7
 - Dipilih kapasitas 35 ton/jam dengan kecepatan bucket 150 ft/min
 - Ukuran bucket = 8" x 5,5" x 7,75"
 - Jarak antar bucket = 8 inch
 - Kecepatan bucket = $22.828 / 35 * 150$
= 105,79 ft/min
 - Daya motor = 1,8 hp pada head shaft dan 0,06 hp/ft
 - Daya yang dibutuhkan = $2 + (0,06 x 46)$
= 4,76 HP
 - Efisiensi motor = 80%
 - Daya motor yang digunakan = $4,76 / 0,8$
= 5,95 HP
 - Maka digunakan motor berdaya = 6 HP



SPESIFIKASI	
Fungsi	= Mengalirkan bahan baku padat dan recycle ke dalam pug mill
Jenis	= Continuous Bucket Elevator
Kapasitas	= 24,68 ton/jam
Tinggi	= 14,03 m
Ukuran bucket	= 8" x 5,5" x 7,75"
Jarak antar bucket	= 0,203 m
Kecepatan bucket	= 0,54 m/s
Pemasangan	= Vertikal
Daya	= 6 hp
Bahan konstruksi	= Carbon steel
Jumlah	= 1 buah

13. Bucket Elevator (J-325)

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Mengalirkan NPK padat dari cooler ke dalam screener
Jenis	= Continuous Bucket Elevator
Kapasitas	= 64,62 ton/jam
Tinggi	= 14,03 m
Ukuran bucket	= 12" x 7" x 11,75"
Jarak antar bucket	= 0,3 m
Kecepatan bucket	= 0,7 m/s
Pemasangan	= Vertikal
Daya	= 12 hp
Bahan konstruksi	= Carbon steel
Jumlah	= 1 buah

14. Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (F-113)

Digunakan tangki penyimpanan berbentuk silinder dengan penutup atas dan bawah berbentuk standar dishhead

$$\begin{aligned} \text{Laju alir bahan} &= 18366,87 \text{ kg/jam} = 40491,6 \text{ lb/jam} \\ &= 971798,266 \text{ lb/hari} \\ \rho \text{ H}_2\text{SO}_4 &: 1830 \text{ kg/m}^3 = 114,192 \text{ lb/ft}^3 \\ \text{Volume H}_2\text{SO}_4 &: 354,592 \text{ ft}^3/\text{jam} = 8510,21 \text{ ft}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Asumsi:

- Waktu penyimpanan 1 hari
- Tangki terisi 80% feed
- Tinggi silinder bejana adalah 1,5 kali diameter bejana
- $\alpha = 120^\circ$

o Menghitung Volume Tangki

$$\text{Volume tangki} = 10637,7665 \text{ ft}^3$$

o Menghitung Diameter Tangki

$$\begin{aligned} \text{Volume tangki} &= (\pi/4 \times \text{Di}^2 \times 1,5 \times \text{Di}) + 2 \times (0,0843 \times \text{Di}^3) \\ 10637,76651 &= (3,14/4 \times \text{Di}^2 \times 1,5 \times \text{Di}) + 2 \times (0,0843 \times \text{Di}^3) \\ 10637,76651 &= (1,1775 \times \text{Di}^3) + (0,1686 \times \text{Di}^3) \\ 10637,76651 &= 1,346 \text{ Di}^3 \\ \text{Di}^3 &= 7902,657 \text{ ft}^3 \\ \text{Di} &= 19,91855 \text{ ft} \\ &= 239,0226 \text{ in} \end{aligned}$$

o Menghitung Tinggi Silinder:

$$\begin{aligned} \text{Tinggi silinder} &= 1,5 \times \text{Di} \\ \text{Tinggi silinder} &= 29,87782 \text{ ft} \end{aligned}$$

o Menghitung Tinggi Liquid

$$\begin{aligned} \text{Volume liquid} &= (\pi/4 \times \text{Di}^2 \times \text{Hliquid}) \\ 8510,2132 &= (3,14/4 \times \text{Di}^2 \times \text{Hliquid}) \\ 8510,2132 &= 311,4477 \times \text{H liquid} \\ \text{H liquid} &= 27,3247 \text{ ft} = 327,896 \text{ in} \end{aligned}$$

o Menghitung Tekanan Desain Tangki

$$\begin{aligned} g &= 32174 \text{ ft/s}^2 \\ gc &= 32174 \text{ lbm.ft/lbfs}^2 \\ \text{P Operasi} &= 2,3 \text{ atm} = 33,81 \text{ psia} \\ \text{P Total} &= \text{P hidrostatik} + \text{P operasi} \\ &= (\rho \times g/gc \times \text{H liquid}) / 144 + \text{P operasi} \\ &= 21,66849 + 33,8 \\ &= 55,47849 \text{ psi} \end{aligned}$$

Digunakan P desain dengan faktor keamanan 20%

$$\begin{aligned} P \text{ Desain} &= 1,2 \times P \text{ Total} \\ &= 66,57418 \text{ psi} = 51,8742 \text{ psig} \end{aligned}$$

Digunakan High Alloy SA 240 grade M Tipe 316

Tipe pengelasan Double welded butt joint

$$\begin{aligned} f \text{ allowed pada suhu } 86 \text{ }^\circ\text{F} &= 18750 \text{ psi} \\ \text{faktor korosi (C)} &= 0,0625 \text{ in} \\ \text{faktor pengelasan(E)} &= 0,8 \text{ in} \end{aligned}$$

o Menentukan Tebal Silinder

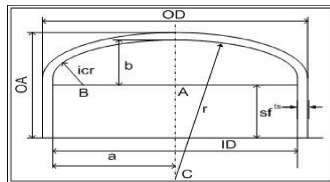
$$\begin{aligned} \text{Tebal silinder} &= \frac{P \text{ desain} \times D_i}{2 (f \times E - (0,6 \times P \text{ desain}))} + C \\ &= \frac{51,87418 \times 19,91855}{2 (18750 \times 0,8 - (0,6 \times 52,4185))} + 0,0625 \\ &= 0,096978 \text{ in} \\ \text{Standarisasi} &= 0,1875 \text{ in} \sim 3/16 \text{ inch} \end{aligned}$$

o Menentukan Diameter Luar Silinder

$$\begin{aligned} D_o &= D_i + (2 \times T_s) \\ &= 239,3976 \text{ in} \\ \text{Standarisasi} &= 240 \text{ in} = 6,096 \text{ m} \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} D_i &= 239,625 \text{ in} \\ H &= 360 \text{ in} \end{aligned}$$



o Menghitung Tebal Tutup Atas dan Bawah

$$\begin{aligned} \text{Tebal tutup} &= \frac{0,885 \times P \times D_o}{f \times E - 0,1P} + C \\ &= \frac{0,885 \times 51,8742 \times 240}{18750 \times 0,8 - 0,1 \times 51,8742} + 0,0625 \\ &= 0,734793 + 0,0625 \end{aligned}$$

$$t_{ha} = t_{hb} = 0,797293 \text{ in}$$

$$\text{Standarisasi} = 0,875 \sim 7/8 \text{ inch}$$

Berdasarkan Brownel and Young hal 89

$$\begin{aligned} sf &= 4 \text{ in} \\ icsr &= 14,44 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 r &= 180 \text{ in} \\
 BC &= r - icr \\
 &= 180 - 14,44 \\
 &= 165,5625 \text{ in} \\
 AB &= 0,5 \times Do - icr \\
 &= 105,5625 \\
 b &= r - (BC^2 - AB^2)^{0,5} \\
 &= 52,45589 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{tinggi tutup atas} &= b + sf + tha = 57,3309 \text{ in} \\
 \text{tinggi tutup bawah} &= b + sf + thb = 57,3309 \text{ in} \\
 \text{tinggi bejana silinder} &= 360 \text{ in} \\
 \text{tinggi bejana total} &= 474,662 \text{ in} = 39,5551 \text{ ft} \\
 &\text{(Berdasarkan Appendiks F Brownel and Young)} \\
 \text{Manhole} &= 20 \text{ in} \\
 \text{Cover plate thickness} &= 0,50 \text{ in} \\
 \text{Bolthing flange thickness} &= 0,375 \text{ in}
 \end{aligned}$$

SPESIFIKASI	
Nama	= Tangki Penyimpanan Asam Sulfat
Fungsi	= Menyimpan H ₂ SO ₄ 98%
Kapasitas	= 301 m ³
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah benbertuk standard dishead
Diameter luar	= 240 in
Tebal tangki	= 0,1875 in
Tebal tutup atas	= 0,875 in
Tebal tutup bawah	= 0,875 in
Tinggi tutup atas	= 1,46 m
Tinggi tutup bawah	= 1,46 m
Tinggi tangki	= 12,06 m
Jumlah	= 2 buah
Bahan konstruksi	= High alloy steel SA 240 grade M Tipe 316

15. Tangki Penyimpanan Asam Fosfat (F-112)

SPESIFIKASI	
Nama	= Tangki Penyimpanan Asam Fosfat
Fungsi	= Menyimpan H_3PO_4
Kapasitas	= 189 m ³
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah benbertuk standard dishead
Diameter luar	= 216 in
Tebal tangki	= 0,1875 in
Tebal tutup atas	= 0,75 in
Tebal tutup bawah	= 0,75 in
Tinggi tutup atas	= 1,25 m
Tinggi tutup bawah	= 1,25 m
Tinggi tangki	= 10,73 m
Jumlah	= 2 buah
Bahan konstruksi	= High alloy steel SA 240 grade M Tipe 316

16. Tangki Penyimpanan Amonia (F-111)

Fungsi : Untuk menyimpan bahan baku berupa gas ammonia

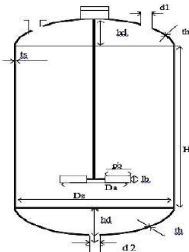
SPESIFIKASI	
Nama	= Tangki Penyimpanan Amonia
Fungsi	= Menyimpan NH_3
Kapasitas	= 246,67 m ³
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah benbertuk standard dishead
Diameter luar	= 228 in
Tebal tangki	= 0,1875 in
Tebal tutup atas	= 1,25 in
Tebal tutup bawah	= 1,25 in
Tinggi tutup atas	= 1,35 m
Tinggi tutup bawah	= 1,35 m
Tinggi tangki	= 11,39 m
Jumlah	= 2 buah
Bahan konstruksi	= High alloy steel SA 240 grade M Tipe 316

17. Coating Oil Tank (F-423)

SPESIFIKASI	
Nama Alat	= Coating Oil Tank
Fungsi	= Menampung coating oil
Kapasitas	= 3 m ³
Diameter	= 60 in
Tinggi Total Tangki	= 3,03 m
Tebal Tangki	= 0,1875 in

Tebal Tutup Bawah =	0,1875 in
Tebal Tutup Atas =	0,1875 in
Bahan Konstruksi =	High Alloy Steel SA 240 Grade M
Jumlah =	1 buah

18. Reaktor Neutralizer (R-211)



- Keterangan...
- Ds : Diam eter shell
 - Hs : Tinggi shell
 - hd : Tinggi dish
 - bl : Tebal dish
 - d1 : Diam eter inlet air
 - d2 : Diam eter outlet
 - Ds : Diam eter in pelet
 - lkl : panjang blade
 - lb : lebar blade

Fungsi = Mereaksikan NH_3 dengan H_2SO_4 dan H_3PO_4 menjadi $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

Tipe = Berbentuk silinder vertikal berpengaduk dengan tutup atas dan bawah *standard dished head*

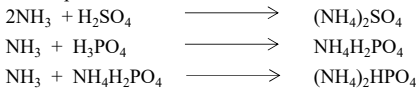
o Kondisi Operasi

- T = 120 °C
- = 248 °F
- P = 1 atm
- = 14,7 psi

o Penentuan volume reaktor

Reaktor yang digunakan adalah *mixed flow*

Reaksi pada Neutralizer :



Komposisi Feed Reaktor :

Komponen	m (kg/jam)	x	ρ (kg/m ³)	x. ρ (kg/m ³)	μ (cp)	x. μ (cp)
H ₂ SO ₄	15300	0,308	1830	564,129	1,900	0,586
NH ₃	9969,925	0,201	629,25	126,401	0,014	0,003
H ₃ PO ₄	12000	0,242	1880	454,543	7,350	1,777
H ₂ O	12362,345	0,249	1000	249,079	0,800	0,199
Total	49632,270	1		1394,152		2,565

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\text{rate massa}}{\text{massa jenis campuran}} \\
 &= \frac{49632,270}{1394,152} \\
 &= 35,600 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 1257,226 \text{ ft}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

o Perancangan tangki reaktor

Volume bahan = 80% volume tangki

Menggunakan bahan *High-alloy Steel SA 240 Grade M type 316*

Jenis pengelasan *Double Welded Butt Joint*

$$E = 0,8$$

$$C = \frac{1}{8} \text{ in}$$

$$= 0,01038 \text{ ft}$$

$$f = 17900$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tangki} &= \frac{1257,226}{80\%} \\
 &= 1571,532 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

o Diameter tangki

$$L/D = 2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume silinder (Vs)} &= \frac{\pi}{4} D^2 \times L \\
 &= \frac{\pi}{4} D^2 \times 2 D \\
 &= 1,570 D^3
 \end{aligned}$$

$$\text{V dished head (Vd)} = 0,0847 D^3$$

$$\text{V total (Vt)} = V_s + 2V_d$$

$$1571,532 = 1,570 D^3 + 2 \times 0,0847 D^3$$

$$1571,532 = 1,739 D^3$$

$$D^3 = \frac{1571,532}{1,739}$$

$$D^3 = 903,491$$

$$D = 9,667 \text{ ft}$$

$$= 116,008 \text{ in}$$

$$L = 2 \times 9,667$$

$$= 19,335 \text{ ft}$$

$$= 232,017 \text{ in}$$

$$\text{Volume liquid} = \frac{\pi}{4} D^2 \times H_{\text{liquid}}$$

$$1257,226 = \frac{\pi}{4} \times 9,667^2 \times H_{\text{liquid}}$$

$$H_{\text{liquid}} = 17,137 \text{ ft}$$

$$= 205,641 \text{ in}$$

o Menghitung tebal dinding

$$P_{\text{des}} = 1,2 \times P$$

$$= 1,2 \times 14,7$$

$$= 17,64 \text{ psi}$$

$$t_s = \frac{P_{\text{des}} \times D}{2 (fE - 0,6P_{\text{des}})} + C$$

$$= \frac{17,64 \times 116,008}{2 (17900 \times 0,8 - 0,6 \times 17,64)} + 0,125$$

$$= 0,197 \text{ in}$$

$$\approx \frac{4}{16} \text{ in} = 0,25 \text{ in} \approx 0,0208 \text{ ft}$$

$$D_o = D + 2 t_s$$

$$= 9,667 + 2 \times 0,25$$

$$= 10,167 \text{ ft}$$

$$= 122,004 \text{ in}$$

$$\approx 120 \text{ in} = 10 \text{ ft}$$

o Menghitung dimensi tutup atas

Berdasarkan tabel 5.7 Brownell diperoleh :

$$i_{cr} = 7,25 \text{ in} \quad 0,604 \text{ ft}$$

$$r = 114 \text{ in} \quad 9,500 \text{ ft}$$

$$t_h = \frac{0,885 P_{\text{des}} r}{fE - 0,1 P_{\text{des}}}$$

$$= \frac{0,885 \times 17,64 \times 114}{(17900 \times 0,8 - 0,1 \times 17,64)}$$

$$= 0,140 \text{ in}$$

$$\approx \frac{3}{16} \text{ in} = 0,1875 \text{ ft}$$

Berdasarkan halaman 87 Brownell diperoleh :

$$a = \frac{D}{2}$$

$$= \frac{116,008}{2}$$

$$= 58,004 \text{ in}$$

$$BC = r - i_{cr}$$

$$\begin{aligned}
&= 114 - 7,25 \\
&= 106,750 \text{ in} \\
AB &= a - icr \\
&= 58,004 - 7,25 \\
&= 50,754 \text{ in} \\
AC &= (BC^2 - AB^2)^{0,5} \\
&= (106,75^2 - 50,754^2)^{0,5} \\
&= 93,913 \text{ in} \\
b &= r - AC \\
&= 114,000 - 93,913 \\
&= 20,087 \text{ in}
\end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 5.6 Brownell diperoleh :

$$\begin{aligned}
sf &= 2 \text{ in} \\
Hh &= th + b + sf \\
&= 0,188 + 20,087 + 2 \\
&= 22,275 \text{ in} \\
&= 1,856 \text{ ft} \\
&= 0,566 \text{ m}
\end{aligned}$$

o Menghitung dimensi tutup bawah
tinggi bahan di tutup bawah (hb)

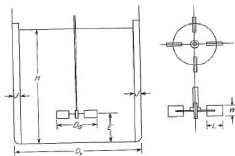
$$\begin{aligned}
hb &= b + sf \\
&= 20,087 + 2 \\
&= 22,087 \text{ in} \\
&= 1,841 \text{ ft} \\
&= 0,561 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
tb &= \frac{0,885 P_{des} r}{fE - 0,1 P_{des}} \\
&= \frac{0,885 \times 17,64 \times 114}{(17900 \times 0,8 - 0,1 \times 17,64)} \\
&= 0,140 \text{ in} \\
&\approx \frac{3}{16} \text{ in} = 0,0156 \text{ ft}
\end{aligned}$$

o Menghitung dimensi pengaduk

Jenis pengaduk = *six-blade turbine*

Jumlah baffle = 4 buah



Menurut McCabe halaman 243, dimensi standar turbin, yaitu :

$$\begin{aligned}
 Da &= 0,333 \text{ Dt} \\
 &= 0,333 \times 116,008 \\
 &= 38,669 \text{ in} = 3,222 \text{ ft} = 0,982 \text{ m} \\
 E &= 0,333 \text{ Dt} \\
 &= 0,333 \times 116,008 \\
 &= 38,669 \text{ in} = 3,222 \text{ ft} = 0,982 \text{ m} \\
 W &= 0,2 \text{ Da} \\
 &= 0,2 \times 38,669 \\
 &= 7,734 \text{ in} = 0,644 \text{ ft} = 0,196 \text{ m} \\
 L &= 0,25 \text{ Da} \\
 &= 0,25 \times 38,669 \\
 &= 9,667 \text{ in} = 0,806 \text{ ft} = 0,246 \text{ m} \\
 J &= 0,083 \text{ Dt} \\
 &= 0,083 \times 116,008 \\
 &= 9,667 \text{ in} = 0,806 \text{ ft} = 0,246 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 Dt &= \text{Diameter tangki} \\
 Da &= \text{Diameter impeller} \\
 E &= \text{Tinggi dari dasar tangki ke turbin} \\
 L &= \text{Panjang blade turbin} \\
 W &= \text{Lebar blade turbin} \\
 J &= \text{Lebar baffle}
 \end{aligned}$$

o Menghitung power pengaduk

Kecepatan pengadukan (N) = 20 - 150 rpm

$$\begin{aligned}
 N &= 60 \text{ rpm} \\
 &= 1 \text{ rps}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{Re} &= \frac{Da^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} \\
 &= \frac{0,982^2 \times 1 \times 1394,152}{0,003} \\
 &= 524406,385
 \end{aligned}$$

karena $N_{Re} > 1000$, maka alirannya adalah turbulen, kemudian dari fig. 3.4-5

Geankoplis, didapat nilai $N_p = 2$

$$\begin{aligned}
 P &= N_p \cdot N^3 \cdot Da^5 \cdot \rho \quad (\text{Geankoplis, pers. 3.4-2}) \\
 &= 2 \times 1^3 \times 0,982^5 \times 1394,152 \\
 &= 2548,874 \text{ W} \\
 &= 3,418 \text{ hp}
 \end{aligned}$$

Daya motor (hp) = 10% Daya input

Gland losses = 10% Daya input

(Kehilangan tenaga akibat motor pada belt dan gear)

Total daya input (Pi) :

$$Pi = 3,418 + Pi (0,1 + 0,1)$$

$$0,8 \text{ Pi} = 3,418$$

$$\text{Pi} = 4,273 \text{ hp} = 5 \text{ hp}$$

o Menghitung jaket

Laju perpindahan panas yang harus digunakan (Q_c) menggunakan air pendingin didap sebesar :

$$Q_c = -84227925,345 \text{ kkal/jam}$$

$$= -334047951,919 \text{ Btu/jam}$$

Untuk jaket yang dialiri air pendingin dan larutan pada reaktor, maka didapatkan nilai koefisien perpindahan panas (U) sebesar 60-110 Btu/h. °F.ft²

$$\text{maka ditentukan } U = \frac{110 \text{ Btu/h.}^\circ\text{F.ft}^2}{537,020 \text{ kcal/h.}^\circ\text{C.m}^2}$$

dengan suhu inlet = 30 °C dan suhu outlet = 65 °C

$$T_j = 47,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Mencari luas penampang jaket :

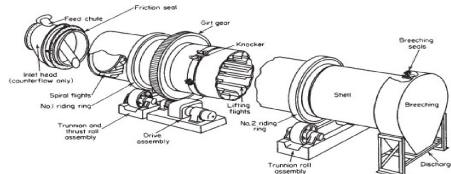
$$Q_j = U \times A_j \times T_j$$

$$-84227925,345 = 537,020 \times A_j \times 47,5$$

$$A_j = -3301,962 \text{ m}^2$$

SPESIFIKASI	
Nama	= Reaktor Neutralizer
Fungsi	= Mereaksikan NH ₃ dengan H ₂ SO ₄ dan H ₃ PO ₄ menjadi (NH ₄) ₂ SO ₄ dan (NH ₄) ₂ HPO ₄
Kapasitas	= 1571,53 ft ³
Bentuk	= Silinder dengan tutup atas dan bawah benbertuk standard dishead
Diameter luar	= 120 in
Tebal tangki	= 0,25 in
Tebal tutup atas	= 0,188 in
Tebal tutup bawah	= 0,188 in
Tinggi tutup atas	= 0,57 m
Tinggi tutup bawah	= 0,56 m
Tinggi tangki	= 5,89 m
Jenis pengaduk	= <i>six blade turbine</i> dengan 4 baffle
D pengaduk	= 39 in
rpm pengaduk	= 60 rpm
Power motor	= 5 hp
Jumlah	= 1 buah
Bahan konstruksi	= High alloy steel SA 240 grade M Tipe 316
Jaket	
T air masuk	= 30 °C
T air keluar	= 65 °C
Luas penampang	= 3302 m ²

19. Rotary Dryer (B-311)



Fungsi = Mengeringkan produk NPK dari granulator hingga 1,5% kadar air
 Tipe = *Direct heat Rotary Dryer (counter-current)*

Jumlah NPK masuk dryer	=	77512,009 kg/jam
	=	170913,98 lb/jam
Jumlah NPK keluar Dryer	=	64682,71 kg/jam
	=	142625,37 lb/jam
Jumlah H ₂ O yang diuapkan	=	18222,947 kg/jam
	=	40181,599 lb/jam
Kebutuhan Udara Pengering	=	290288,99 kg/jam
	=	640087,23 lb/jam
Suhu Udara Masuk	=	120 °C
	=	393 K
Suhu Udara Keluar	=	54 °C
	=	327 K
Suhu Produk Masuk Dryer	=	50 °C
	=	323 K
Suhu Produk Keluar Dryer	=	85 °C
	=	358 K

o Menghitung dimensi *rotary dryer*

Berdasarkan Perry edisi 7 halaman 12-55

- Kecepatan massa superficial udara (G) = 0,5-5 kg/sm²
 ditetapkan = 3 kg/sm²
 = 2212,01 lb/jamft²

$$\begin{aligned} \text{Area of Dryer} &= \frac{\text{Massa udara}}{G} \\ &= \frac{640087,229}{2212,013} \\ &= 289,3687 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Area of Dryer} &= \frac{\pi \times D^2}{4} \\ 289,369 &= \frac{3,14 \times D^2}{4} \end{aligned}$$

$$D = 19,19954 \text{ ft}$$

$$= 5,837 \text{ m}$$

o Menghitung ΔT LMTD

$$\Delta T \text{ LMTD} = \frac{(T1-t1)-(T2-t2)}{\ln \frac{(T1-t1)}{(T2-t2)}}$$

$$= 20,13607 \text{ C} = 68,244924 \text{ F}$$

o Menghitung koefisien volumetrik heat transfer

$$U_a = \frac{240 \times G^{0,67}}{D} \quad (\text{Ulrich 4-10})$$

Keterangan

$$U_a = \text{Koefisien volumetric heat transfer, (J/m}^3 \cdot \text{s.K)}$$

$$G = \text{Gas mass velocity (kg/m}^2 \cdot \text{s)}$$

$$D = \text{Diameter Dryer (m)}$$

$$U_a = \frac{240 \times 2,088}{5,8367}$$

$$= 85,846 \text{ J/m}^3 \cdot \text{s.K}$$

o Menentukan Panjang *Rotary Dryer*

$$\text{syarat NT untuk rotary dryer} = 1,5 - 2,5 \quad (\text{Perry's 7th ed, hal 12-54})$$

$$\text{NTU} = 2$$

$$H = 0,019 \text{ kgH}_2\text{O/kg udara}$$

$$L = \text{NTU} \times \frac{G \times c_s}{U_a} \quad (\text{Badger, Pers. 10-18, hal 506})$$

$$c_s = 1,005 + 1,88 \text{ H kJ/kg. K} \quad (\text{Geankoplis, hal. 567})$$

$$= 1,005 + 1,88 \times 0,019$$

$$= 1,040 \text{ kJ/kg. K}$$

$$= 1040,344 \text{ J/kg. K}$$

$$L = 2 \times \frac{3 \times 1040,344}{85,846}$$

$$= 72,713 \text{ m}$$

$$= 238,498 \text{ ft}$$

o Perhitungan *time of passes* (θ)

$$\theta = \frac{0,23 \text{ L}}{\text{SN}^{0,9} \text{ D}} + \frac{\text{BLG}}{\text{F}} \quad (\text{Perry's 7th ed, pers. 12-55})$$

$$B = 5 (\text{Dp})^{-0,5} \quad (\text{Perry's 7th ed, pers. 12-54})$$

Keterangan :

$$\theta = \text{time of passes, (menit)}$$

$$L = \text{panjang, (ft)}$$

$$S = \text{slope drum} = 0 - 8 \text{ cm/m} \quad (\text{Perry's 7th ed, hal. 12-56})$$

N = speed, (rpm)
peripheral speed = 0,25 - 0,5 m/s (Perry's 7th ed, hal. 12-56)
 D = diameter, (ft)
 B = konstanta material
 G = rate massa udara, (lb/h. ft²)
 F = feed rate to dryer, (lb dry material/h. ft²)
 D_p = Ukuran partikel, (μm)

Asumsi :

S = 4 cm/m
 = 0,04 ft/ft
 G = 2212,013 lb/jamft²
 D_p = 8 mesh
 = 2,38 mm
 = 2380 μm
Peripheral speeds = 0,25 m/s
 = 15 m/menit
 N = 2,389 rpm

 B = $5 \times (2380)^{-0,5}$
 = 0,1025

Feed kering = 63785,320 kg/jam
 = 140646,6306 lb/jam

Area dryer = 289,369 ft²

Cross section area dryer = 10% x Area dryer
 = 10% x 289,369
 = 28,937 ft²

F = $\frac{\text{Feed Kering}}{\text{Cross section area dryer}}$
 = $\frac{140646,6306}{28,937}$
 = 4860,465 lb/jam.ft²

θ = $\frac{0,23 L}{SN^{0,9} D} + \frac{BLG}{F}$
 = $\frac{0,23 \times 238,498}{0,040^{0,9} \times 19,200} + 0,6 \frac{0,102 \times 238,498 \times 2212,013}{4860,465}$
 = 58,443 menit

o Perhitungan sudut kemiringan

$$\begin{aligned}
 S &= 4 \text{ cm/m} \\
 S &= 0,04 \text{ m} \\
 \text{Slope aktual} &= 4 \text{ cm/m} \times 0,040 \text{ m} \\
 \tan(\alpha) &= 0,040 \\
 \alpha &= 2^\circ
 \end{aligned}$$

o Perhitungan flight

$$\begin{aligned}
 \text{Ketentuan} & \\
 \text{Tinggi } flight &= 1/12 D - 1/8 D \quad (\text{Perry's 7th ed, hal. 12-56}) \\
 \text{Jumlah } flight \text{ per circle} &= 2,4 D - 3 D \quad (\text{Perry's 7th ed, hal. 12-54})
 \end{aligned}$$

Asumsi :

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi } flight &= 0,1 D \\
 &= 0,1 \times 5,837 \\
 &= 0,58367 \text{ m} \\
 \text{Jumlah } flight \text{ per circle} &= 2,5 D \\
 &= 2,5 \times 5,837 \\
 &= 14,5917 \\
 &\approx 10 \text{ buah} \\
 \text{Panjang } flight &= 7 \text{ m} \\
 \text{Total circle} &= \frac{L \text{ rotary dryer}}{\text{panjang } flight} \\
 &= \frac{72,713}{7} \\
 &= 10,39 \text{ buah} \\
 &\approx 10 \text{ buah} \\
 \text{Total } flight &= \text{Total circle} \times \text{Jumlah } flight \text{ per circle} \\
 &= 10 \times 10 \\
 &= 100 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

o Perhitungan tebal shell

Bahan untuk shell dari carbon steel SA 283 grade C

$$allowable \text{ stress} = 12650 \text{ psi}$$

$$double \text{ welded butt joint} : 80\%$$

$$\begin{aligned}
 C &= 0,125 \\
 Di &= 19,200 \text{ ft} \\
 &= 5,837 \text{ m} \\
 L &= 238,498 \text{ ft} \\
 &= 72,713 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tekanan Operasi} &= 14,7 \text{ psi} \\
 \text{Tekanan Desain} &= 1,2 \times 14,7 \\
 &= 17,6 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ts &= \frac{P \times Di}{2 (f.e - 0,6P)} + C \\
 &= \frac{17,6 \times 19,200}{2 (12650 \times 0,8 - 0,6 \times 17,6)} + 0,125 \\
 &= 0,142 \text{ in} \\
 &\approx \frac{3}{16} \text{ in} = 0,0156 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Do &= Di + 2ts \\
 &= 19,200 + 2 \times 0,0156 \\
 &= 19,231 \text{ ft} = 230,769 \text{ in} \\
 \text{standarisasi Do} &= 168 \text{ in}
 \end{aligned}$$

a. Berat *Shell*

$$We = \frac{\pi}{4} \times (Do^2 - Di^2) \times L \times \rho$$

$$-\rho_{steel} = 494,2 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned}
 We &= \frac{\pi}{4} \times (19,231^2 - 19,200^2) \times 238,498 \times 494,2 \\
 &= 111072,577 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

b. Berat bahan

$$\text{Rate massa} = 170913,9804 \text{ lb}$$

$$\text{c. Berat total} = 281986,557 \text{ lb}$$

o Perhitungan daya motor

$$P = \frac{N (4,75 dw + 0,1925 DW + 0,33 W)}{100000} \text{ (Perry's 7th ed, pers. 12-60)}$$

Keterangan :

$$P = \text{Daya motor, (hp)}$$

$$N = \text{kecepatan putar} = 2,389 \text{ rpm}$$

$$d = \text{diameter shell} = 19,200 \text{ ft}$$

$$w = \text{berat bahan} = 170913,980 \text{ lb}$$

$$D = d + 2 = 21,200 \text{ ft}$$

$$W = \text{berat total} = 281986,557 \text{ lb}$$

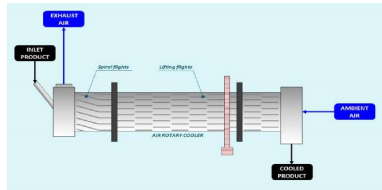
$$P = 402,010 \text{ hp}$$

efisiensi motor = 90%

$$P \text{ aktual} = \frac{402,010}{0,90} = 446,677 \text{ hp} = 448 \text{ hp}$$

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Mengeringkan produk hingga kadar air sebesar 1,5%
Jenis	= <i>Direct heat Rotary Dryer (counter-current)</i>
Kapasitas maksimum	= 77512 kg/jam
Diameter	= 5,84 m
Panjang	= 72,71 m
Tebal <i>Shell</i>	= 0,187 in
Kecepatan putaran	= 2,39 rpm
Sudut <i>Rotary</i>	= 2 °
<i>Time of passes</i>	= 58,4 menit
Jumlah <i>flight</i>	= 100 buah
Power	= 448 hp
Jumlah	= 1 buah

20. Rotary Cooler (B-321)



Fungsi = Menurunkan suhu produk pupuk NPK sebelum ke proses screening
Tipe = *Rotary Cooler*

Jumlah NPK masuk Cooler = 64682,71 kg/jam
= 142625,37 lb/jam
Jumlah NPK keluar Cooler = 64618,98 kg/jam
= 142484,86 lb/jam
Kebutuhan Udara Pendingir = 92423,14 kg/jam
= 203793,02 lb/jam
Suhu Udara Masuk = 30 °C
= 303 K
Suhu Udara Keluar = 58,7 °C
= 332 K
Suhu Produk Masuk Cooler = 85 °C
= 358 K
Suhu Produk Keluar Cooler = 45 °C
= 318 K

o Menghitung dimensi *rotary cooler*

Berdasarkan perry edisi 7 halaman 12-55

- Kecepatan massa superficial udara (G) = 0,5-5 kg/sm²
ditetapkan = 3 kg/sm²
= 2212,01 lb/jamft²

$$\begin{aligned}
 \text{Area of Cooler} &= \frac{\text{Massa udara}}{G} \\
 &= \frac{203793,024}{2212,013} \\
 &= 92,13013 \text{ ft}^2 \\
 \text{Area of Cooler} &= \frac{\pi \times D^2}{4} \\
 92,1301 &= \frac{3,14 \times D^2}{4} \\
 D &= 10,83343 \text{ ft} \\
 &= 3,293 \text{ m}
 \end{aligned}$$

o Menghitung ΔT LMTD

$$\begin{aligned}
 \Delta T \text{ LMTD} &= \frac{(T1-t1)-(T2-t2)}{\ln \frac{(T1-t1)}{(T2-t2)}} \\
 &= 0,441 \text{ C} = 32,794 \text{ F}
 \end{aligned}$$

o Menghitung koefisien volumetrik heat transfer

$$U_a = \frac{240 \times G^{0,67}}{D} \quad (\text{Ulrich 4-10})$$

Keterangan

$$\begin{aligned}
 U_a &= \text{Koefisien volumetric heat transfer, (J/m}^3 \cdot \text{s.K)} \\
 G &= \text{Gas mass velocity (kg/m}^2 \cdot \text{s)} \\
 D &= \text{Diameter Cooler (m)} \\
 U_a &= \frac{240 \times 2,088}{3,2934} \\
 &= 152,140 \text{ J/m}^3 \cdot \text{s.K}
 \end{aligned}$$

o Menentukan Panjang *Rotary Cooler*

syarat NT untuk rotary cooler = 1,5 - 2,5 (Perry's 7th ed, hal 12-54)

$$NTU = 2$$

$$H = 0,019 \text{ kgH}_2\text{O/kg udara}$$

$$L = NTU \times \frac{G \times c_s}{U_a} \quad (\text{Badger, Pers. 10-18, hal 506})$$

$$c_s = 1,005 + 1,88 \text{ H kJ/kg. K} \quad (\text{Geankoplis, hal. 567})$$

$$= 1,005 + 1,88 \times 0,019$$

$$= 1,040 \text{ kJ/kg. K}$$

$$= 1040,344 \text{ J/kg. K}$$

$$L = 2 \times \frac{3 \times 1040,344}{152,140}$$

$$= 41,028 \text{ m}$$

$$= 134,573 \text{ ft}$$

o Perhitungan *time of passes* (θ)

$$\theta = \frac{0,23 L}{SN^{0,9} D} - \frac{BLG}{F} \quad (\text{Perry's 7th ed, pers. 12-55})$$

$$B = 5 (Dp)^{-0,5} \quad (\text{Perry's 7th ed, pers. 12-54})$$

Keterangan :

θ = *time of passes*, (menit)

L = panjang, (ft)

S = *slope drum* = 0 - 8 cm/m (Perry's 7th ed, hal. 12-56)

N = *speed*, (rpm)

pheriper speed = 0,25 - 0,5 m/s (Perry's 7th ed, hal. 12-56)

D = diameter, (ft)

B = konstanta material

G = rate massa udara, (lb/h. ft²)

F = *feed rate to dryer*, (lb dry material/h. ft²)

Dp = Ukuran partikel, (μm)

Asumsi :

S = 4 cm/m

= 0,04 ft/ft

G = 2212,013 lb/jam.ft²

Dp = 8 mesh

= 2,38 mm

= 2380 μm

Peripheral speeds = 0,25 m/s

= 15 m/menit

N = 2,389 rpm

B = 5 x (2380)^{-0,5}

= 0,1025

Feed kering = 63721,535 kg/jam

= 140505,984 lb/jam

Area cooler = 92,130 ft²

Cross section area cooler = 10% x Area dryer

= 10% x 92,130

= 9,213 ft²

F = $\frac{\text{Feed Kering}}{\text{Cross section area cooler}}$

= $\frac{140505,984}{9,213}$

= 15250,818 lb/jam.ft²

$$\begin{aligned} \theta &= \frac{0,23 L}{SN^{0,9} D} - \frac{BLG}{F} \\ &= \frac{0,23 \times 134,573}{0,040^{0,9} \times 10,833} - 0,6 \frac{0,102 \times 134,573 \times 2212,013}{15250,818} \\ &= 50,568 \text{ menit} \end{aligned}$$

o Perhitungan sudut kemiringan

$$\begin{aligned} S &= 4 \text{ cm/m} \\ S &= 0,04 \text{ m} \\ \text{Slope aktual} &= 4 \text{ cm/m} \times 0,040 \text{ m} \\ \tan(\alpha) &= 0,040 \\ \alpha &= 2^\circ \end{aligned}$$

o Perhitungan flight

Ketentuan :

$$\text{Tinggi flight} = 1/12 D - 1/8 D \quad (\text{Perry's 7th ed, hal. 12-56})$$

$$\text{Jumlah flight per circle} = 2,4 D - 3 D \quad (\text{Perry's 7th ed, hal. 12-54})$$

Asumsi :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi flight} &= 0,1 D \\ &= 0,1 \times 3,293 \\ &= 0,32934 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah flight per circle} &= 2,5 D \\ &= 2,5 \times 3,293 \\ &= 8,23341 \\ &\approx 9 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang flight} = 7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Total circle} &= \frac{L_{\text{rotary cooler}}}{\text{panjang flight}} \\ &= \frac{41,028}{7} \end{aligned}$$

$$= 5,86 \text{ buah}$$

$$\approx 6 \text{ buah}$$

$$\text{Total flight} = \text{Total circle} \times \text{Jumlah flight per circle}$$

$$= 6 \times 9$$

$$= 54 \text{ buah}$$

o Perhitungan tebal shell

Bahan untuk shell dari carbon steel SA 283 grade C

$$\text{allowable stress} = 12650 \text{ psi}$$

$$\text{double welded butt joint} : 80\%$$

$$C = 0,125$$

$$Di = 10,833 \text{ ft}$$

$$= 3,293 \text{ m}$$

$$L = 134,573 \text{ ft}$$

$$= 41,028 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan Operasi} &= 14,7 \text{ psi} \\ \text{Tekanan Desain} &= 1,2 \times 14,7 \\ &= 17,6 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_s &= \frac{P \times D_i}{2 (f.e - 0,6P)} + C \\ &= \frac{17,6 \times 10,833}{2 (12650 \times 0,8 - 0,6 \times 17,6)} + 0,125 \\ &= 0,134 \text{ in} \\ &\approx \frac{3}{16} \text{ in} = 0,0156 \text{ ft} \\ D_o &= D_i + 2t_s \\ &= 10,833 + 2 \times 0,0156 \\ &= 10,865 \text{ ft} \end{aligned}$$

a. Berat *Shell*

$$\begin{aligned} W_e &= \frac{\pi}{4} \times (D_o^2 - D_i^2) \times L \times \rho \\ - \rho_{\text{steel}} &= 494,2 \text{ lb/ft}^3 \\ W_e &= \frac{\pi}{4} \times (10,865^2 - 10,833^2) \times 134,573 \times 494,2 \\ &= 35385,841 \text{ lb} \end{aligned}$$

b. Berat bahan

$$\text{Rate massa} = 142625,3749 \text{ lb}$$

$$\text{c. Berat total} = 178011,216 \text{ lb}$$

o Perhitungan daya motor

$$P = \frac{N (4,75 dw + 0,1925 DW + 0,33 W)}{100000} \text{ (Perry's 7th ed, pers. 12-60)}$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} P &= \text{Daya motor, (hp)} \\ N &= \text{kecepatan putar} = 2,389 \text{ rpm} \\ d &= \text{diameter shell} = 10,833 \text{ ft} \\ w &= \text{berat bahan} = 142625,375 \text{ lb} \\ D &= d + 2 = 12,833 \text{ ft} \\ W &= \text{berat total} = 178011,216 \text{ lb} \end{aligned}$$

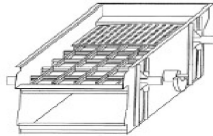
$$P = 187,210 \text{ hp}$$

efisiensi motor = 90%

$$P_{\text{aktual}} = \frac{187,210}{0,90} = 208,011 \text{ hp} = 208 \text{ hp}$$

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Menurunkan suhu produk pupuk NPK sebelum ke proses screening
Jenis	= <i>Rotary Cooler</i>
Kapasitas maksimum	= 64682,71 kg/jam
Diameter	= 3,29 m
Panjang	= 41,03 m
Tebal <i>Shell</i>	= 0,187 in
Kecepatan putaran	= 2,39 rpm
Sudut <i>Rotary</i>	= 2,29 °
<i>Time of passes</i>	= 50,57 menit
Jumlah <i>flight</i>	= 54 buah
Power	= 208 hp
Jumlah	= 1 buah

21. Screen (H-411)



Fungsi : Memisahkan produk NPK berdasarkan ukuran butiran

$$\begin{aligned} \text{Rate masuk} &= 68019,98 \text{ kg/jam} \\ &= 68,02 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Densitas} = 109,86 \text{ lb/ft}^3$$

Dipilih jenis square and slightly rectangular opening

Ukuran 4 mesh

$$\begin{aligned} \text{Sieve opening} &= 0,187 \text{ in (a)} \\ &= 4,76 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Wire diameter} &= 0,061 \text{ in (d)} \\ &= 1,54 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ukuran 10 mesh

$$\begin{aligned} \text{Sieve opening} &= 0,066 \text{ in (a)} \\ &= 1,68 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Wire diameter} &= 0,032 \text{ in (d)} \\ &= 0,81 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan

$$\text{Luas screen} = \frac{0,4 \times Ct}{Cu \times Foa \times Fs}$$

Ct = rate masuk

Cu = kapasitas screen, Fig 19-21 perry edisi 7

Fs = slotted area factor, diambil 1 (square and slightly rectangular opening) tabel 19-

Foa = open area factor Figure 19-22

Ukuran 4 mesh

$$\begin{aligned} Cu &= 109,86 / 100 \times 0,94 \\ &= 1,03 \text{ ton/h.ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Foa &= (a/(a+d))^2 \\ &= 0,57 \end{aligned}$$

$$\text{Luas screen} = 46,19 \text{ ft}^2$$

Ukuran 10 mesh

$$\begin{aligned} Cu &= 109,86 / 100 \times 0,45 \\ &= 0,49 \text{ ton/h.ft}^2 \end{aligned}$$

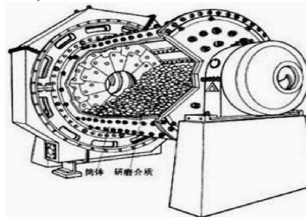
$$\begin{aligned} Foa &= (a/(a+d))^2 \\ &= 0,45 \end{aligned}$$

$$\text{Luas screen} = 120,98 \text{ ft}^2$$

Dalam hal ini luas ayakan yang mengontrol adalah ukuran 10 mesh, maka ditetapkan luas ayakan sebesar 120,98 ft²

SPESIFIKASI	
Jenis ayakan	= square and slightly rectangular opening
Kapasitas ayakan	= 68,02 ton/jam
Bukaan ayakan	= 4,76 mm dan = 1,68 mm
Diameter kawat	= 1,54 mm dan = 0,81 mm
Luas ayakan	= 11,25 m ²
Bahan konstruksi	= carbon steel
Jumlah	= 1 buah

22. Crusher (C-414)



Fungsi = Memperkecil ukuran produk NPK oversize

Jenis = Ball mill

$$\begin{aligned} \text{Feed masuk} &= 3401,00 \text{ kg/jam} \\ &= 3,40 \text{ ton/jam} \\ &= 81,62 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

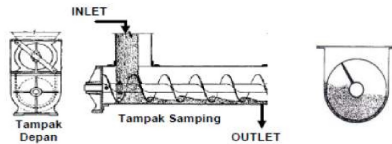
Dari tabel 20-16 perry edisi 7, maka spesifikasi ball mill adalah

$$\text{Kapasitas maksimum} = 82 \text{ ton/hari}$$

Ukuran	=	5 x 4 ft
Berat bola	=	5,25 ton
Daya	=	44-50 hp
Kecepatan putaran	=	27 rpm
Ukuran produk	=	70% - 200 mesh

SPESIFIKASI		
Fungsi	=	Memperkecil ukuran produk NPK oversize
Jenis	=	Ball mill
Kapasitas maksimum	=	82 ton/hari
Ukuran	=	1,524 x 1,22 m
Berat bola	=	5,25 ton
Daya	=	44-50 hp
Kecepatan putaran	=	27 rpm
Ukuran produk	=	70% - 200 mesh
Bahan	=	Carbon Steel
Jumlah	=	1 buah

23. Screw Conveyor (J-424)



Fungsi : Memindahkan bahan dari tangki coating powder menuju coater drum
Tipe : plain spoutes or chutes

$$\begin{aligned} \text{mass rate} &= 234 \text{ kg/jam} = 515,736 \text{ lb/jam} \\ \rho \text{ bahan} &= 1720 \text{ kg/m}^3 = 107,328 \text{ lb/ft}^3 \\ \text{Volume rate} &= 4,81 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,08009 \text{ ft}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

Untuk ρ bahan = $107,328 \text{ lb/ft}^3$, Bahan termasuk kelas D
(Badger & Banchemo, tabel 16-6, hlm 711)

$$F = 3,5$$

o Menghitung Power

$$\text{hp} = \frac{C L W F}{33000}$$

C = Kapasitas (ft^3/min)

L = Panjang conveyor (Ft)

W = Berat dari material (lb/ft^3)

F = Faktor bahan

$$\text{Asumsi panjang conveyor} = 20 \text{ ft}$$

$$\text{hp} = \frac{0,08009 \times 20 \times 107,328 \times 3,5}{33000}$$

$$\text{hp} = 0,0182 \text{ HP}$$

karena lebih kecil dari 2 maka dikalikan dengan 2

$$\begin{aligned} \text{power motor} &= 0,036 \text{ HP} \\ &\approx 1 \text{ hp} \end{aligned}$$

(Badger & Banchemo, hlm 711)

dari figure 16-20 dengan volume rate = 4,81 ft³/jam

diameter screw conveyor : 6 in

kecepatan : 13 rpm

SPESIFIKASI

Nama	=	Screw Conveyor
Fungsi	=	Memindahkan bahan dari tangki coating powder menuju coater
Kapasitas	=	0,14 m ³ /jam
Diameter	=	6 in
Panjang	=	6,1 m
Kecepatan	=	13 rpm
Power motor	=	1 hp

24. NPK Storage (F-427)

Fungsi : Menyimpan produk akhir dari pupuk NPK

Tipe : Bangunan berbentuk persegi dengan tutup prisma segi empat

$$\text{Kapasitas} = 61568,98 \text{ kg/jam} = 1477655,61 \text{ kg/hari}$$

$$\rho \text{ NPK} = 865 \text{ kg/m}^3 = 53,976 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Volume NPK} = 1708,272377 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Asumsi:

- Storage terisi 70% NPK
- panjang Storage adalah 1,5x lebar nya
- Tinggi Storage adalah 2x lebarnya

o Menghitung Volume Storage

$$\text{Volume storage} = 2440,389 \text{ m}^3$$

o Menghitung Dimensi Storage

$$\text{Volume storage} = \text{Volume balok}$$

$$2440,38911 = p \times l \times t$$

$$2440,38911 = 1.5l \times l \times 2l$$

$$2440,38911 = 3 l^3$$

$$813,463037 = l^3$$

$$l = 9,33496 \text{ m}$$

maka

panjang = 14,00244 m

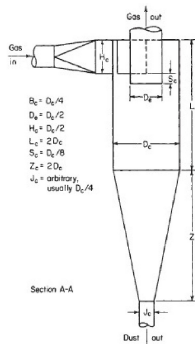
lebar = 9,334963 m

tinggi = 18,66993 m

SPESIFIKASI	
Panjang gudang :	14 m
Lebar gudang :	9,33 m
Tinggi gudang :	18,67 m
Volume NPK :	1708 m ³
Konstruksi :	Pondasi dasar beton

25. Dryer Cyclone (H-314)

Fungsi : Memisahkan debu dan udara yang keluar dari dryer



Flowrate masuk = 303118,292 kg/jam = 668072,716 lb/jam

Komponen	xi	ρ (kg/m ³)	xi . ρ
CO(NH ₂) ₂	0,000	1320	0,0018423
KCl	0,000	1980	0,0932687
Clay	0,000	1746	0,0365538
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,000	1770	0,1497336
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,000	1620	0,0913653
H ₂ O	0,060	997	59,937915
Udara	0,940	1,145	1,0759236
Total	1		61,386602

ρ padatan = 60,31068 kg/m³ = 3,73926 lb/ft³

ρ udara = 1,075924 kg/m³ = 0,06671 lb/ft³

viskositas campuran udara dan air

Komponen	xi	μi (cP)	xi. μi
H ₂ O	0,060118	0,8	0,0480946
Udara	0,939671	0,02	0,0187934
Total			0,066888

o Menentukan dimensi cyclone

$$\frac{D}{Nt V} = \frac{4 \pi (pp-pg) Dp^2}{9 \mu} \quad (\text{persamaan 18-15 Walas 1988})$$

$$V = \text{Kecepatan gas masuk cyclone, range 15-27 m/s}$$

$$= 20 \text{ m/s} = 65,6 \text{ ft/s}$$

$$Nt = [0,1709 - 0,00077 V + 1,924 (10^6) V^2] V$$

$$= 8,44$$

Berdasarkan figure 17-39 perry ed 7

$$Eo = 90\%$$

$$dpi/Dp = 5$$

$$dpi = 2 \text{ mm} = 0,0064 \text{ ft}$$

$$Dpth = 0,400 \text{ mm} = 0,00128 \text{ ft}$$

$$\frac{D}{Nt V} = \frac{4 \pi (pp-pg) Dp^2}{9 \mu}$$

$$8,44 \times \frac{D}{65,6} = \frac{4 \times 3,14 \times (3,74 - 0,07) \times (0,0064)^2}{9 \times 0,06689}$$

$$D = 1,737817 \text{ ft}$$

$$D = Dc = 0,529687 \text{ m}$$

Dimensi berdasarkan perry ed 7

$$Bc = \frac{Dc}{4}$$

$$Bc = 0,13242 \text{ m}$$

$$Dc = \frac{Dc}{2}$$

$$Dc = 0,26484 \text{ m}$$

$$Hc = \frac{Dc}{2}$$

$$Hc = 0,26484 \text{ m}$$

$$Lc = 2 \times Dc$$

$$= 1,05937 \text{ m}$$

$$Sc = Dc/8$$

$$= 0,06621 \text{ m}$$

$$Zc = 2 Dc$$

$$= 1,05937 \text{ m}$$

$$Jc = Dc/4$$

$$= 0,13242 \text{ m}$$

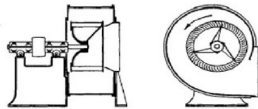
$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi total} &= L_c + Z_c \\
 &= 1,05937 + 1,05937 \\
 &= 2,11875 \text{ m}
 \end{aligned}$$

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Memisahkan debu dan udara yang keluar dari dryer
Jenis	= <i>van tongeran cyclone</i>
Kapasitas	= 303118,29 kg/jam
Tinggi	= 2,12 m
Diameter	= 0,53 m
Diameter inlet	= BC = 0,13 m; HC = 0,26 m
Bahan konstruksi	= Baja karbon
Jumlah	= 1 buah

26. Cooler Cyclone (H-322)

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Memisahkan debu dan udara yang keluar dari cooler
Jenis	= <i>van tongeran cyclone</i>
Kapasitas	= 94257,71 kg/jam
Tinggi	= 1,30 m
Diameter	= 0,32 m
Diameter inlet	= BC = 0,08 m; HC = 0,16 m
Bahan konstruksi	= <i>High Alloy Steel SA 240 Grade M</i>
Jumlah	= 1 buah

27. Blower (G-316)



Fungsi : Menghisap udara sebelum dipanaskan dengan furnace

o Kondisi Operasi

Tekanan Masuk	=	1 atm	=	101,3 Kpa
Temperature	=	30 C	=	303 K
Rate Udara Masuk	=	377255 kg/jam		
Massa N ₂	=	0,79 x m udara	=	298031,21 kg/jam
Massa O ₂	=	0,21 x m udara	=	79223,49 kg/jam
Massa H ₂ O vapor	=	7228,28 kg/jam		
Massa Total	=	384482,98 kg/jam	=	106,80 kg/s
ρ Udara	=	1,1644 kg/m ³		
Laju Alir Volumetri	=	330198,37 m ³ /jam	=	194156,641 ft ³ /min

o Menghitung Daya Blower

Dengan persamaan 3.3-12 geankoplis, didapat :

$$\begin{aligned}(-Ws) &= (2,3026 R.T.\log(P2/P1))/(BM \text{ udara}) \\ &= 94,3094 \text{ kJ/kg} \\ &= 94309,4 \text{ J/kg}\end{aligned}$$

efisiensi motor = 0,8 (Ulrich tabel 4-9, hal 120)

$$\begin{aligned}\text{Brake (kW)} &= \frac{(-Ws).m}{1000 \eta} \\ &= 12,59 \text{ hp} \\ &= 6 \text{ hp}\end{aligned}$$

SPESIFIKASI

Fungsi = Menghisap udara sebelum dipanaskan dengan furnace
Tipe = Centrifugal fan dengan backward- curved
Jumlah = 1 buah
Kapasitas = 377255 kg/jam
Power = 6 hp

28. Dryer Cyclone Fan (G-315)

SPESIFIKASI

Fungsi = Menghisap udara dari rotary dryer cyclone ke scrubber
Tipe = Centrifugal fan dengan backward- curved
Jumlah = 1 buah
Kapasitas = 284832 kg/jam
Power = 3 hp

29. Cooler Cyclone Fan (G-323)

SPESIFIKASI

Fungsi : Menghisap udara dari cooler cyclone ke scrubber
Tipe : Centrifugal fan dengan backward- curved
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 92423 kg/jam
Power : 4 hp

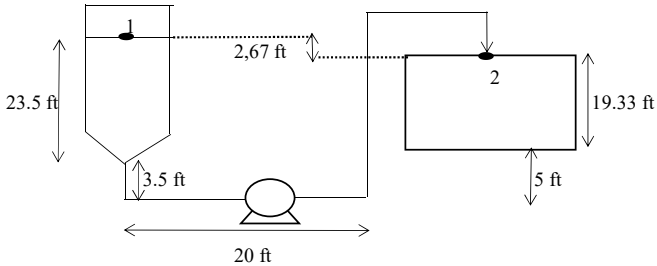
30. Furnace Fan (G-313)

SPESIFIKASI

Fungsi : Menghisap udara setelah dipanaskan dengan furnace
Tipe : Centrifugal fan dengan backward- curved
Jumlah : 1 buah
Kapasitas : 284832 kg/jam
Power : 3 hp

31. Pompa Asam Fosfat (L-115)

Fungsi = Memompa asam fosfat ke tangki neutralizer



Kondisi Operasi:

Suhu	=	60 C	
Flowrate	=	24000 kg/jan =	6,48 kg/s
μ H3PO4	=	0,009 kg/ms =	9 cp
P_1	=	1 atm	
P_2	=	1 atm	

o Menghitung laju alir volumetrik fluida

$$\rho \text{ H3PO4} = 117,312 \text{ lb/ft}^3 = 1879,16 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Debit (Q)} &= \frac{\text{Flowrate}}{\rho} \\ &= 12,77165 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0,00355 \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 0,125283 \text{ ft}^3/\text{s} \\ &= 56,23079 \text{ gal/min} \end{aligned}$$

o Menghitung Diameter Pompa

Asumsi aliran turbulen ($N_{re} > 2100$)

$$\begin{aligned} D_{i,opt} &= 3,9 \times qf^{0,45} \times \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \times 0,393 \times 1,86 \\ &= 2,84531 \text{ in} \end{aligned}$$

Keterangan

$D_{i,opt}$ = Inside Diameter Pipa Optimum (in)

qf = Laju Alir Massa (ft^3/s)

ρ = Massa Jenis (lb/ft^3)

(Berdasarkan Kern Hal 844)

Digunakan pipa dengan nominal size 3 in Schedule No 40

$$\text{OD} = 3,5 \text{ in} = 0,291 \text{ ft} = 0,089 \text{ m}$$

$$\text{ID} = 3,07 \text{ in} = 0,255 \text{ ft} = 0,078 \text{ m}$$

$$A_2 = 7,380 \text{ in}^2 = 0,004760 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} v_2 &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{0,00355}{0,00476} \\ &= 0,7453 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$v_1 = \frac{Q}{A_1} \gg 0 \quad \text{diabaikan karena } A_1 > A_2$$

Untuk menghitung kerja pompa digunakan persamaan kesetimbangan mekanis :
 $(1/2\alpha)(v_2^2 - v_1^2) + (g(z_2 - z_1)) + ((p_2 - p_1)/\rho) + \Sigma F + W_s = 0$,
 (Geankoplis, pers. 2.7-28 hal. 68)

Dimana :

v_1 = kecepatan alir fluida yang masuk ke pompa (*suction*)

v_2 = kecepatan alir fluida yang keluar ke pompa (*discharge*)

p_2 = tekanan pada point pertama

p_1 = tekanan pada point kedua

W_s = kerja pompa

ΣF = *friction loss*

o Menghitung Nre

$$\begin{aligned} Nre &= \frac{ID \times v \times \rho}{\mu} \quad (\text{Geankoplis, pers. 2.5-1 hal. 52}) \\ &= \frac{0,078 \text{ m} \times 0,7453 \text{ m/s} \times 1879,16 \text{ kg/m}^3}{0,009 \text{ kg/ms}} \end{aligned}$$

$$= 12126,62913 \quad (\text{Turbulen, sehingga asumsi adalah benar})$$

Karena aliran dalam pipa adalah turbulen maka $\alpha = 1$
 (Hal 64 Geankoplis ed 4)

o Menghitung Friction Loss Pada Pompa

Perhitungan friction loss tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :

(**Asumsi** : Tidak terjadi perubahan ukuran diameter pipa sepanjang ke coater)

1- Kontraksi pada masukan pipa dari tangki penampung Asam Fosfat (h_c)

Dengan persamaan untuk kontraksi dari permukaan A_1 ke A_2 (pipa)

$$\begin{aligned} K_c &= 0,55 (1 - A_2/A_1) \\ &= 0,55 \times (1 - 0) \\ K_c &= 0,55 \end{aligned}$$

$$h_c = K_c \frac{v_2^2}{2\alpha}$$

$$\begin{aligned} h_c &= 0,55 \frac{v_2^2}{2 \times 1} \\ &= 0,15275 \text{ J/kg} \end{aligned}$$

(Geankoplis, C.J., "Transport Process and Units Operations" 4rd Ed, 2.10-16)

2- Friksi pada pipa lurus (F_f)

Untuk material Commercial steel (ϵ) = 0,000046 m

Maka nilai ϵ/D = 0,00059

Pada N_{Re} = 12126,6

Didapatkan *fanning friction factor* (f) = 0,008

(Figure 2.10-3, Geankoplis, hal 94)

Friksi pada pipa lurus

Panjang pipa lurus (ΔL) = 47,8 ft = 14,6 m

Maka friksi total pada pipa lurus adalah :

$$F_f = 4f \frac{\Delta L \times v_2^2}{2D}$$

$$= 1,66266 \text{ J/kg}$$

3- Friksi pada elbow (h_f)

Menggunakan elbow 90° sebanyak 4 buah, dari tabel 2.10-2 geankoplis hal 100

K_f = 2,5 maka persamaan 2.10-17 menjadi :

$$h_f = K_f \frac{v^2}{2} \times 4$$

$$h_f = 2,77733 \text{ J/kg}$$

4- Ekspansi pada keluaran pipa (h_{ex})

Dengan persamaan Geankoplis 2.10-15 :

$$h_{ex} = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2\alpha}$$

$$h_{ex} = 0,27773 \text{ J/kg}$$

5- Total Frictional loss, ΣF

$$\Sigma F = h_c + F_f + h_f + h_{ex}$$

$$= 4,87047 \text{ J/kg}$$

o Menghitung daya pompa

Menggunakan persamaan kesetimbangan energi mekanis :

$$(1/2\alpha)(v_2^2 - v_1^2) + (g)(z_2 - z_1) + ((p_2 - p_1)/\rho) + \Sigma F + W_s = 0,$$

α (untuk aliran laminar) 1

a. Karena A_1 jauh lebih besar dari A_2 , maka v_1 dianggap 0, sehingga:

$$(v_1^2 - v_2^2) = 0,555$$

b. $z_1 = 2,67 \text{ ft}$

$z_2 = 0 \text{ ft}$ yaitu datum pada titik 2 sebagai referensi

$(z_1 - z_2) = 2,67 \text{ ft} = 0,814 \text{ m}$

c. $p_1 = p_2$

$$\frac{(p_2 - p_1)}{\rho} = 0$$

Substitusi ke persamaan *mechanical energy balance* sehingga persamaan menjadi

$$(1/2\alpha)(v_2^2_{av} - v_1^2_{av}) + (g x(z_2 - z_1)) + ((p_2 - p_1)/\rho) + \Sigma F + W_s = 0,$$

$$0,278 + 9,8 \times 0,814 + 0 + 4,87047 = -W_s$$

$$-W_s = 13,1237 \text{ J/kg}$$

Effisiensi pompa = 0,58 (Table 14-37 Peter & Timmerhaus hal 520)

$$W_p = \frac{-W_s}{\eta} = \frac{13,124}{0,58}$$

$$= 22,63 \text{ J/kg}$$

$$\text{Brake horsepower} = \frac{W_p \times m}{1000} = \frac{22,63 \times 6,48}{1000}$$

$$= 0,147 \text{ kW}$$

Effisiensi motor (η_c) = 0,81 (Figure 14-38, Peters & Timmer hal 521)

$$\text{Power pompa} = \frac{0,147}{0,81} = 0,18102 \text{ kW}$$

$$= 0,24274 \text{ hp}$$

$$= 0,5 \text{ hp}$$

SPESIFIKASI	
Nama Alat	: Pompa Asam Fosfat (L-115)
Fungsi	: Memompa asam fosfat menuju ke neutralizer
Tipe Alat	: Centrifugal Pump
Kapasitas Pompa:	: 12,77 m ³ /jam
Power Pompa	: 0,5 Hp
Ukuran pipa	:
D Nominal	: 3 in
ID	: 3,068 in
OD	: 3,5 in
Schedule No.:	: 40
Bahan	: Commercial Steel
Jumlah	: 1 unit

32. Pompa Amonia (L-114)

SPESIFIKASI	
Nama Alat	: Pompa Amonia (L-114)
Fungsi	: Memompa amonia menuju ke neutralizer
Tipe Alat	: Centrifugal Pump
Kapasitas Pompa:	: 8,32 m ³ /jam
Power Pompa	: 0,5 Hp
Ukuran pipa	:
D Nominal	: 2 in
ID	: 2,067 in
OD	: 2,38 in
Schedule No.:	: 40
Bahan	: Commercial Steel
Jumlah	: 1 unit

33. Pompa Asam Sulfat (L-116)

SPESIFIKASI	
Nama Alat	: Pompa Asam Sulfat (L-116)
Fungsi	: Memompa asam sulfat menuju ke neutralizer
Tipe Alat	: Centrifugal Pump
Kapasitas Pompa:	: 10,04 m ³ /jam
Power Pompa	: 0,5 Hp
Ukuran pipa	:
D Nominal	: 3 in
ID	: 2,9 in
OD	: 3,5 in
Schedule No.:	: 80
Bahan	: Commercial Steel
Jumlah	: 2 unit

34. Pompa Reaktor (L-212)

SPESIFIKASI	
Nama Alat	: Neutralizer pump
Fungsi	: Memompa slurry menuju ke granulator
Tipe Alat	: Centrifugal Pump
Kapasitas Pompa:	: 32,2 m ³ /jam
Power Pompa	: 2 Hp
Ukuran pipa	:
D Nominal	: 6 in
ID	: 5,761 in
OD	: 6,625 in
Schedule No.:	: 80
Bahan	: Commercial Steel
Jumlah	: 1 unit

35. Pompa Coating Oil (L-425)

SPESIFIKASI	
Nama Alat	: Pompa Coating Oil (L-425)
Fungsi	: Memompa coating oil menuju ke coater
Tipe Alat	: Centrifugal Pump
Kapasitas Pompa:	: 0,000039 m ³ /s
Power Pompa	: 0,5 Hp
Ukuran pipa	:
D Nominal	: 1/2 in
ID	: 0,546 in
OD	: 0,84 in
Schedule No.:	: 80
Bahan	: Commercial Steel
Jumlah	: 1 unit

36. Furnace (Q-312)

Fungsi : untuk menaikkan suhu udara yang digunakan untuk pemanas dalam rotary dryer

Kondisi operasi :

$$T_{in} = 30 \text{ } ^\circ\text{C} = 86 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$T_{out} = 120 \text{ } ^\circ\text{C} = 248 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$P = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psi}$$

o Menghitung beban panas *furnace*

Udara Masuk

$$\text{Suhu Udara Masuk} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu Referensi} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^\circ\text{C}$)	C_p (kJ/kg $^\circ\text{C}$)	ΔH_{in} (kJ)
Udara	284831,560	5	1,004	1430082,295
H ₂ O	5457,433	5	2,092	57084,750
Total				1487167,045

Udara Keluar

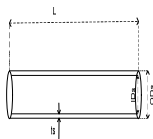
$$\text{Suhu Udara Keluar} = 120 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Suhu Referensi} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Komponen	Massa (kg)	ΔT ($^\circ\text{C}$)	C_p (kJ/kg $^\circ\text{C}$)	ΔH_{out} (kJ)
Udara	284831,560	95	1,004	27171563,613
H ₂ O	5457,433	95	2,092	1084610,248
Total				28256173,861

$$\begin{aligned} \text{Beban Panas} &= \Delta H_{out} - \Delta H_{in} \\ &= 28256173,86 - 1487167,05 \\ &= 26769006,815 \text{ kJ} \\ &= 28241302,190 \text{ btu} \end{aligned}$$

o Menghitung dimensi *furnace*



Ukuran tube yang digunakan :

$$\begin{aligned} \text{OD} &= 5 \text{ in} \\ &= 0,417 \text{ ft} \end{aligned}$$

Bahan yang digunakan adalah SA 283 *Grade C*

$$f_{yp} = 12650 \quad (\text{Brownell \& Young tabel 13.1})$$

$$\lambda = 2 \quad (\text{safety factor})$$

$$K^2 = \frac{\frac{f_{yp}}{\lambda \cdot \pi} + 1}{\frac{f_{yp}}{\lambda \cdot \pi} - 1} = \frac{\frac{12650}{2 \times 14,7} + 1}{\frac{12650}{2 \times 14,7} - 1} \quad (\text{Brownell \& Young persamaan 14.14c})$$

$$= 1,005$$

$$K = 1,002$$

$$K = \text{OD/ID}$$

$$\text{ID} = \frac{\text{OD}}{K}$$

$$= \frac{5}{1,002}$$

$$= 4,988 \text{ in}$$

$$= 0,416 \text{ ft}$$

tebal shell (ts)

$$\text{ts} = (\text{OD} - \text{ID}) \times 0,5$$

$$= (5 - 4,988) \times 0,5$$

$$= 0,0058 \text{ in}$$

$$\approx 0,1875 \text{ in}$$

$$\text{ID} = 4,625 \text{ in}$$

$$= 0,385 \text{ ft}$$

o Menghitung *furnace duty*

$$\text{OD} = 5 \text{ in}$$

$$= 0,417 \text{ ft}$$

$$\text{The surface / linear} = 1,308 \text{ ft}$$

$$\text{Panjang tube} = 35 \text{ ft}$$

$$\text{The surface / tube} = 45,792 \text{ ft}^2$$

$$Q = 26769006,815 \text{ kJ/jam}$$

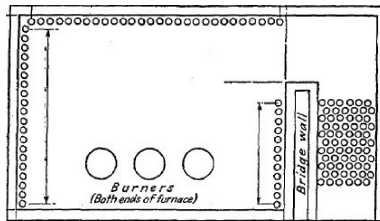
$$= 28241302,190 \text{ Btu/jam}$$

$$\text{Perhitungan awal digunakan flux rata-rata radiasi} = 10000 \text{ Btu/lb ft}^2$$

$$\text{Perkiraan Jumlah tube} = \frac{28241302,190}{10000 \times 45,792} = 61,673$$

$$\text{Menggunakan tube} \approx 62$$

Asumsi dimensi *furnace* yang digunakan adalah sebagai berikut :



Equivalent cold plane surface A_{cp} :

$$\begin{aligned} \text{Center to distance} &= 8,5 \text{ in} \\ &= 0,708 \text{ ft} \\ \text{Acp per tube} &= 0,708 \times 35,0 \\ &= 24,792 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Total α to single row, refractory beaked, dari Fig 19.11 (kern)

$$\begin{aligned} \frac{\text{Ratio of center to center}}{\text{OD}} &= \frac{8,5}{5} \\ &= 1,7 \\ \alpha &= 0,94 \\ \alpha \cdot A_{cp} \text{ per tube} &= 0,94 \times 24,792 \\ &= 23,304 \text{ ft}^2 \\ \alpha \cdot A_{cp} &= 23,3042 \times 62 \\ &= 1444,858 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Refractory Surface :

$$\begin{aligned} \text{End walls} &= 2 \times 19,8 \times 14,9 = 590,04 \text{ ft}^2 \\ \text{Side wall} &= 14,9 \times 35 = 520,63 \text{ ft}^2 \\ \text{Bridge wall} &= 9,2 \times 35 = 322,29 \text{ ft}^2 \\ \text{Floor and arch} &= 2 \times 19,8 \times 35 = 1388,33 \text{ ft}^2 \\ \text{AT} &= 2821,29 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AR} &= \text{AT} - \alpha \cdot A_{cp} \\ &= 2821,29 - 1444,858 \\ &= 1376,433 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\text{AR}}{\alpha \cdot A_{cp}} &= \frac{1376,433}{1444,858} \\ &= 0,953 \end{aligned}$$

Mean Bean Length

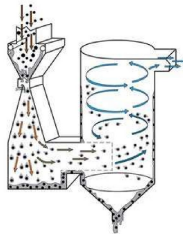
$$\begin{aligned} \text{Dimensi} &= 35 \times 19,8 \times 14,9 \\ \text{Ratio dimensi} &= 3 : 2 : 2 \text{ (pendekatan)} \\ L &= \frac{2}{3} \sqrt[3]{\text{Volume}} = 14,517 \text{ ft} \end{aligned}$$

SPESIFIKASI	
Nama	: Furnace
Fungsi	: Memanaskan udara sebelum digunakan di rotary dryer
Panjang tube	: 4,42 m
Jumlah tube	: 62 buah
Dimensi	
End walls	: 54,82 m ²
Side walls	: 48,37 m ²
Bridge walls	: 29,94 m ²
Floor and arch	: 128,98 m ²

37. Tail Gas Scrubber (D-326)

Fungsi : Memisahkan debu padatan yang terikat dari keluaran gas

Jenis : Venturi Scrubber



Densitas padatan

Komponen	Massa (kg)	xi	ρ (kg/m ³)	xi. ρ (kg/m ³)
CO(NH ₂) ₂	0,001	0,007	1320	8,755
KCl	0,029	0,224	1980	443,228
Clay	0,013	0,099	1746	173,710
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,051	0,402	985,31	396,105
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,034	0,268	950,55	254,761
Total	0,128	1		1276,559

$$\rho \text{ padatan} = 1276,559 \text{ kg/m}^3$$

$$= 79,693 \text{ lb/ft}^3$$

Densitas gas

Komponen	Massa (kg)	xi	ρ (kg/m ³)	xi. ρ (kg/m ³)
H ₂ O	19693,891	0,049613203	1000	49,613
Udara Kering	377254,700	0,950386797	1,16	1,102
Total	396948,591	1		50,71565195

$$\rho \text{ gas} = 50,716 \text{ kg/m}^3$$

$$= 3,166 \text{ lb/ft}^3$$

Air yang digunakan untuk scrubber

$$\begin{aligned}L &= 801,936 \text{ kg/jam} \\ &= 0,802 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 3,531 \text{ gal/min}\end{aligned}$$

Laju Alir Gas Masuk

$$\begin{aligned}G &= 396948,591 \text{ kg/jam} \\ &= 7826,944 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 4606,809 \text{ ft}^3/\text{menit}\end{aligned}$$

Rasio liquid/gas

$$\begin{aligned}R &= \frac{3,531}{4606,809} \\ &= 0,001 \text{ gpm/afcm}\end{aligned}$$

Data Operasi dan Desain

$$\begin{aligned}\text{Rata-rata ukuran partikel (dp)} &= 1,75 \text{ in} \\ \text{Johnstone scrubber coefficient (k)} &= 0,1 \\ \text{Required collection efficiency (E)} &= 100\% \\ \text{Cunningham correction factor } \phi &= 1 \\ \text{Viskositas gas} &= 0,015 \text{ cp}\end{aligned}$$

o Mencari parameter impaksi inersial, Ψ

$$\begin{aligned}E &= 1 - e^{-kR^{\phi\Psi}} \\ \Psi &= 195,2\end{aligned}$$

o Mencari diameter droplet

$$\begin{aligned}d_o &= \frac{16400}{v} + 1,45 R^{1,5} \\ &= \frac{16400}{v} + 3,1E-05\end{aligned}$$

$$\Psi = \frac{C \times \rho_p \times v \times d_p^2}{9 \times d_o \times \mu}$$

$$v = 1374 \text{ ft/s}$$

$$\begin{aligned}d_o &= \frac{16400}{1374} + 1,45 \times 0,001^{1,5} \\ &= 11,936 \text{ }\mu\text{m}\end{aligned}$$

SPESIFIKASI

Nama	: <i>Venturi Scrubber</i>
Fungsi	: Memisahkan debu yang terikat dari keluaran gas
Kapasitas	: 45,20 ft ³ /s
Diameter droplet	: 11,94 μ m
Bahan	: <i>cast iron</i>
Jumlah	: 1 buah

38. Granulator Scrubber (D-223)

Fungsi = Menyerap NH_3 yang keluar dari granulator dengan menggunakan air dan mereaksikan dengan H_2SO_4

Gas

Rate massa	=	547,171	kg/jam
		0,854	m^3/jam
	=	0,152	kg/s
		0,000	m^3/s
Tekanan	=	1 atm	
Suhu	=	65 °C	= 338,15 K

o Komponen yang akan diserap

Nama komponen	=	NH_3	
Rate massa	=	520,400	kg/jam
		0,827	m^3/jam
komponen	=	0,145	kg/s
	=	0,000	m^3/s
% komponen dalam gas	=	95%	
Berat molekul komponen	=	17	kg/kgmol

Scrubbing media

Scrubbing media = Air

Mencari kebutuhan air

Kelarutan NH_3 dalam air = 0,16 kg NH_3 /kg H_2O

Rate massa	=	3252,500	kg/jam
		3,253	m^3/jam
	=	0,903	kg/s
		0,001	m^3/s

Densitas = 1000 kg/m^3

Viskositas = 0,00000096 $\text{kg}/\text{m s}$

Packing

Tipe packing = Intalox saddles

Ukuran packing = 25 mm

Bahan packing = Plastik

Packing factor, Cf = 33

o Perhitungan diameter

Perhitungan diameter didasarkan pada kondisi gas

Berat molekul gas = 17,05 kg/kgmol

Jika rate gas dalam kg/jam

Gas masuk = 0,00848 kgmol/s

$$= 0,2353 \text{ m}^3/\text{s}$$

Jika rate gas dalam cuft/jam
 Gas masuk = 0,00001 kmol/s
 = 0,00015 kg/s

Selected volumetric rate = 0,2353 m³/s
 Selected molar rate = 0,00001 kmol/s
 Selected mass rate = 0,00015 kg/s

Sehingga densitas gas = 0,0006 kg/m³
 Komponen dipisahkan = 3,80361 kg/s
 Liquid menengalkan scrubber = 4,71 kg/s

$$\frac{L'}{G'} \left(\frac{\sigma_G}{\sigma_L} \right)^{0,5} = 25,422$$

$$\frac{Vf^2 \times C_f \times \mu_L^{0,1} \times J}{\rho_V \times (\rho_L - \rho_V) \times gc} = 0,17$$

$$Vf^2 = \frac{0,17 \times 0,00 \times (1000 - 0,00) \times 1}{33 \times 0,250 \times 1,502}$$

$$= 0,0085$$

$$Vf = 0,09$$

$$V'_{op} = 60\% \times 0,09$$

$$= 0,06 \text{ kg/m}^2$$

$$S = \frac{0,0001}{0,06} = 0,0026 \text{ m}^2$$

$$D = \frac{0,0026^{0,5}}{0,785} = 0,06 \text{ m} \approx 0,5 \text{ m}$$

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Menyerap NH ₃ dari granulator dengan menggunakan air dan mereaksikan dengan H ₂ SO ₄
Jenis	= <i>Packed scrubber</i>
Kapasitas	= 547,17 kg/jam
Tipe packing	= Intalox saddles
Bahan packing	= Plastik
Ukuran packing	= 25 mm
Diameter	= 0,5 m
Bahan konstruksi	= Baja karbon
Jumlah	= 1 buah

39. Coater (D-421)

- Fungsi = Melapisi produk dengan coating oil dan coating agent
 Laju alir NPK = 61217,984 kg/jam
 Volume NPK dalam silinder = 10% - 15%, ditetapkan 15%
 Waktu tinggal = 2,5 - 3,5 menit, ditetapkan 2,5 menit
 Panjang silinder = 2 x diameter
 Putaran silinder (rpm) = $(20 - 27)/D$, ditetapkan 25/D

Komponen	Massa (kg)	xi	ρ (kg/m ³)	xi. ρ (kg/m ³)
CO(NH ₂) ₂	399,999	0,007	1320	8,755
KCl	13499,971	0,224	1980	443,228
Clay	5999,987	0,099	1746	173,710
(NH ₄) ₂ SO ₄	24244,213	0,402	985,31	396,105
(NH ₄) ₂ HPO ₄	16163,230	0,268	950,55	254,761
H ₂ O	910,583	0,015	951,55	14,367
Total	60307,400	1		1276,559

Densitas NPK = 1276,56 kg/m³

o Dimensi *coater*

$$\text{Volume NPK dalam coater} = \frac{\text{rate massa}}{\text{densitas}} \times \text{waktu tinggal}$$

$$= 1,998 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume coater} = \frac{1,998}{15\%} = 13,32 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume coater} = \pi/4 \times D^2 \times L$$

$$13,32 = \pi/4 \times D^2 \times 2D$$

$$13,32 = \pi/2 \times D^3$$

$$8,48 = D^3$$

$$D = 2,04 \text{ m} = 6,73 \text{ ft}$$

$$L = 4,08 \text{ m} = 13,46 \text{ ft}$$

o Putaran *coater*

$$\text{Putaran silinder} = 25 / D$$

$$= 3,71 \text{ rpm} \approx 4 \text{ rpm}$$

o Daya *coater*

$$\text{Daya motor} = 0,5D^2 - D^2, \text{ ditetapkan } 0,5D^2 \quad (\text{Perry V, hal. 20-35})$$

$$= 22,65 \text{ HP}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 80\%$$

$$\text{Daya motor yang digunakan} = \frac{22,65}{80\%}$$

$$= 28 \text{ HP}$$

Maka dipilih daya motor 28 HP

SPESIFIKASI	
Fungsi	= Melapisi produk dengan coating oil dan coating
Jenis	= <i>Rotating drum</i>
Kapasitas	= 61218 kg/jam
Panjang	= 4,11 m
Diameter	= 2,05 m
Putaran	= 4 rpm
Daya	= 28 HP
Bahan konstruksi	= <i>Carbon Steel</i>
Jumlah	= 1 buah

40. Cone Mixer (C-224)

o Penentuan volume reaktor

Komposisi Feed Reaktor :

Komponen	m (kg/jam)	x	ρ (kg/m ³)	x. ρ (kg/m ³)	μ (cp)	x. μ (cp)
H ₂ SO ₄	1200	0,015	1830	28,303	1,900	0,029
NH ₃	438,075	0,006	629,25	3,554	0,014	0,000
CO(NH ₂) ₂	423	0,005	1320	7,200	7,350	0,040
KCl	14279	0,184	1980	364,508	7,350	1,353
Clay	6346	0,082	1746	142,858	7,350	0,601
(NH ₄) ₂ SO ₄	24027	0,310	985,31	305,228	7,350	2,277
(NH ₄) ₂ HPO ₄	17095	0,220	950,55	209,513	7,350	1,620
H ₂ O	13753,461	0,177	951,55	168,734	0,800	0,142
Total	77560,684	1		1229,897		6,063

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\text{rate massa}}{\text{massa jenis campuran}} \\
 &= \frac{77560,684}{1229,897} \\
 &= 63,063 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 2227,061 \text{ ft}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Asumsi:

- Tangki terisi 75% feed
- Tinggi silinder bejana adalah 1,5 kali diameter bejana
- $\alpha = 120^\circ$

o Menghitung Volume Tangki

$$\text{Volume tangki} = 2969,4141 \text{ ft}^3$$

o Menghitung Diameter Tangki

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tangki} &= (\pi/4 \times \text{Di}^2 \times 1,5 \times \text{Di}) + (\pi/24 \times \text{Di}^3 / \text{tg}(0,5 \times \alpha)) + (0,0847 \text{Di}^3) \\
 2969,414097 &= (3,14/4 \times \text{Di}^2 \times 1,5 \times \text{Di}) + (3,14/24 \times \text{Di}^3 / \text{tg}(0,5 \times \alpha)) + (0,0847 \times \text{Di}^3) \\
 2969,414097 &= (1,1775 \times \text{Di}^3) + (0,0756 \times \text{Di}^3) + (0,0847 \text{Di}^3) \\
 2969,414097 &= 1,335 \text{ Di}^3 \\
 \text{Di}^3 &= 2224,78 \text{ ft}^3 \\
 \text{Di} &= 13,05456 \text{ ft} \\
 &= 156,6548 \text{ in}
 \end{aligned}$$

o Menghitung Tinggi Silinder:

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi silinder} &= 1,5 \times \text{Di} \\
 \text{Tinggi silinder} &= 19,58185 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

o Menghitung Tinggi Clay

$$\begin{aligned} \text{Volume liquid} &= (\pi/4 \times \text{Di}^2 \times \text{Hgranul}) + (\pi/24 \times \text{Di}^3 / \text{tg}(0,5 \times 120)) + (0,0847\text{Di}^3) \\ 2227,0606 &= (3,14/4 \times \text{Di}^2 \times \text{Hgranul}) + (3,14/24 \times \text{Di}^3 / \text{tg}(0,5 \times 120)) + (0,0847 \times \text{Di}^3) \\ 2227,0606 &= 133,781 \times \text{Hgranul} + 168,057 + 188,439 \\ 1870,5643 &= 133,781 \times \text{Hgranul} \\ \text{H granul} &= 13,98229 \text{ ft} = 167,787 \text{ in} \end{aligned}$$

o Menghitung Tekanan Desain Tangki

$$\begin{aligned} g &= 32174 \text{ ft/s}^2 \\ g_c &= 32174 \text{ lbm.ft/lbfs}^2 \\ \text{P Operasi} &= 14,7 \text{ psia} \\ \text{P Total} &= \text{P hidrostatik} + \text{P operasi} \\ &= (\rho \times g/g_c \times \text{Hgranul}) / 144 + \text{P operasi} \\ &= 7,451937 + 14,7 \\ &= 22,15194 \text{ psi} \end{aligned}$$

Digunakan P desain dengan faktor keamanan 20%

$$\begin{aligned} \text{P Desain} &= 1,2 \times \text{P Total} \\ &= 26,58232 \text{ psi} = 11,8823 \text{ psig} \end{aligned}$$

Bahan yang digunakan adalah High Alloy Steel SA 240 Grade M

Tipe pengelasan Double welded butt joint

$$\begin{aligned} f \text{ allowed pada suhu } 122 \text{ }^\circ\text{F} &= 18750 \text{ psi} \\ \text{faktor korosi (C)} &= 0,0625 \text{ in} \\ \text{faktor pengelasan (E)} &= 0,8 \text{ in} \end{aligned}$$

o Menentukan Tebal Silinder

$$\begin{aligned} \text{Tebal silinde} &= \frac{\text{P desain} \times \text{Di}}{2(f \times E - (0,6 \times \text{Pdesain}))} + C \\ &= \frac{11,88232 \times 156,655}{2(18750 \times 0,8 - (0,6 \times 12,10039))} + 0,0625 \\ &= 0,124562 \text{ in} \\ \text{Standarisasi} &= 0,1875 \text{ in} \sim 3/16 \text{ inch} \end{aligned}$$

o Menentukan Diameter Luar Silinder

$$\begin{aligned} \text{Do} &= \text{Di} + (2 \times \text{Ts}) \\ &= 157,0298 \text{ in} \\ \text{Standarisasi} &= 156 \text{ in} = 3,9624 \text{ m} \\ \text{Sehingga,} \\ \text{Di} &= 155,625 \text{ in} \\ \text{H} &= 233,4375 \text{ in} \end{aligned}$$

o Menghitung Tebal Tutup Bawah

$$\begin{aligned} \text{Tebal tutup} &= \frac{\text{Pdesain} \times \text{Di}}{2(f \times E - (0,6 \times \text{Pdesain})) \cos(\alpha/2)} + C \\ &= \frac{11,88232 \times 155,625}{2(18750 \times 0,8 - (0,6 \times 12,10039)) \cos(120/2)} + 0,0625 \end{aligned}$$

$$= 0,124147 \text{ in}$$

$$\text{Standarisasi} = 0,1875 \text{ in} \sim 3/16 \text{ inch}$$

o Menghitung Tinggi Tutup Bawah

$$\begin{aligned} \text{Tinggi tutup bawah} &= \frac{Do/2}{\tan(\alpha/2)} \\ &= \frac{78}{1,73} \\ &= 45,0867 \text{ in} = 3,76 \text{ ft} = 1,145 \text{ m} \end{aligned}$$

o Menghitung Tebal Tutup Atas

$$\begin{aligned} \text{Tebal tutup} &= \frac{0,885 \times P \times Do}{f \times E - 0,1P} + C \\ &= \frac{0,885 \times 11,8823 \times 156}{18750 \times 0,8 - 0,1 \times 11,8823} + 0,0625 \\ &= 0,109374 + 0,0625 \\ \text{tha} &= 0,171874 \text{ in} \\ \text{Standarisasi} &= 0,1875 \sim 3/16 \text{ inch} \end{aligned}$$

Berdasarkan Browneel and Young hal 89

$$\begin{aligned} sf &= 2 \text{ in} \\ icr &= 9,375 \text{ in} \\ r &= 144 \text{ in} \\ BC &= r - icr \\ &= 144 - 9,375 \\ &= 134,625 \text{ in} \\ AB &= 0,5 \times Do - icr \\ &= 68,625 \\ b &= r - (BC^2 - AB^2)^{0,5} \\ &= 28,17902 \text{ in} \end{aligned}$$

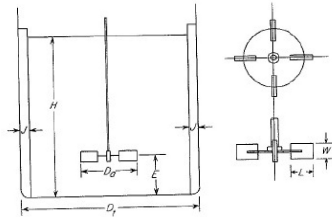
$$\begin{aligned} \text{tinggi tutup atas} = b + sf + tha &= 30,3665 \text{ in} \\ \text{tinggi bejana silinder} &= 233,438 \text{ in} \\ \text{tinggi bejana total} &= 308,891 \text{ in} = 25,7409 \text{ ft} \end{aligned}$$

(Berdasarkan Appendiks F Browneel and Young)

$$\begin{aligned} \text{Manhole} &= 20 \text{ in} \\ \text{Cover plate thickness} &= 0,375 \text{ in} \\ \text{Bolthing flange thickness} &= 0,250 \text{ in} \end{aligned}$$

o Menghitung dimensi pengaduk

$$\begin{aligned} \text{Jenis pengaduk} &= \text{six-blade turbine} \\ \text{Jumlah baffle} &= 4 \text{ buah} \end{aligned}$$



Menurut McCabe halaman 243, dimensi standar turbin, yaitu :

$$\begin{aligned}
 Da &= 0,333 \text{ Dt} \\
 &= 0,333 \times 156 \\
 &= 52 \text{ in} = 4,333 \text{ ft} = 1,321 \text{ m} \\
 E &= 0,333 \text{ Dt} \\
 &= 0,333 \times 156 \\
 &= 52 \text{ in} = 4,333 \text{ ft} = 1,321 \text{ m} \\
 W &= 0,2 \text{ Da} \\
 &= 0,2 \times 52 \\
 &= 10,4 \text{ in} = 0,867 \text{ ft} = 0,264 \text{ m} \\
 L &= 0,25 \text{ Da} \\
 &= 0,25 \times 52 \\
 &= 13 \text{ in} = 1,083 \text{ ft} = 0,330 \text{ m} \\
 J &= 0,083 \text{ Dt} \\
 &= 0,083 \times 156 \\
 &= 13 \text{ in} = 1,083 \text{ ft} = 0,330 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dimana :

- Dt = Diameter tangki
- Da = Diameter impeller
- E = Tinggi dari dasar tangki ke turbin
- L = Panjang blade turbin
- W = Lebar blade turbin
- J = Lebar baffle

o Menghitung power pengaduk

Kecepatan pengadukan (N) = 20 - 150 rpm

$$\begin{aligned}
 N &= 60 \text{ rpm} \\
 &= 1 \text{ rps}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{Re} &= \frac{Da^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} \\
 &= \frac{1,321^2 \times 1 \times 1229,897}{6,063} \\
 &= 353,892
 \end{aligned}$$

Dari fig. 3.4-5 Geankoplis, didapat nilai $N_p = 2$

$$P = N_p \cdot N^3 \cdot Da^5 \cdot \rho \quad (\text{Geankoplis, pers. 3.4-2})$$

$$\begin{aligned}
&= 2 \times 1^3 \times 1,321^5 \times 1229,897 \\
&= 9887,446 \text{ W} \\
&= 13,259 \text{ hp}
\end{aligned}$$

Daya motor (hp) = 10% Daya input

Gland losses = 10% Daya input

(Kehilangan tenaga akibat motor pada belt dan gear)

Total daya input (Pi) :

$$P_i = 13,259 + P_i (0,1 + 0,1)$$

$$0,8 P_i = 13,259$$

$$P_i = 16,574 \text{ hp} = 17 \text{ hp}$$

SPESIFIKASI

Nama Alat	= Cone Mixer
Fungsi	= Mencampur bahan padat dan slurry
Kapasitas	= 84,0 m ³
Diameter	= 156 in
Tinggi Total Tangki	= 7,72 m
Tebal Tangki	= 0,188 in
Tebal Tutup Bawah	= 0,188 in
Tebal Tutup Atas	= 0,188 in
Jenis pengaduk	= <i>six blade turbine</i> dengan 4 baffle
D pengaduk	= 52 in
rpm pengaduk	= 60 rpm
Power motor	= 17 hp
Bahan Konstruksi	= High Alloy Steel SA 240 Grade M
Jumlah	= 1 buah

APPENDIKS D
ANALISA EKONOMI

Pengadaan Peralatan,tahun = 2020
Mulai Konstruksi, tahun = 2020
Lama Konstruksi = 2 tahun
Mulai Beroperasi, tahun = 2022

D.1 HARGA PERALATAN

Harga Peralatan setiap saat akan berubah tergantung pada perubahan ekonomi. Apabila harga alat pada beberapa tahun yang lalu diketahui, maka harga alat pada masa sekarang ditaksir dengan menggunakan Chemical Engineering Plant Cost Index. Besarnya harga alat dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Harga alat tahun ini} = \frac{\text{indeks harga tahun ini}}{\text{indeks harga tahun ke-n}} \times \text{harga alat tahun ke-n}$$

Tabel D.1. *Chemical Engineering Plant Cost Index*

Tahun	Annual Index
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	395,6
2003	402
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4
2008	575,4
2009	521,9
2010	550,8
2011	585,7
2012	584,6
2013	567,3
2014	576,1
2015	556,8
2016	541,7
2017	567,5
2018	603,1
2019	586,8

Dengan metode *Regression of Two Variables* (timmerhaus,ed 4 hal 759) dapat dilakukan penaksiran index harga rata-rata pada akhir tahun 2020. Penyelesaian dengan *Regression of Two Variables* menghasilkan suatu persamaan :

$$y = m.x + c$$

dimana: y = index harga
 m = gradien
 x = tahun
 c = konstanta

Tabel D.2 Penaksiran Indeks Harga

Data	x	y	x ²	y ²	xy
1	1999	390,6	3996001	152568,36	780809,40
2	2000	394,1	4000000	155314,81	788200,00
3	2001	394,3	4004001	155472,49	788994,30
4	2002	395,6	4008004	156499,36	791991,20
5	2003	402	4012009	161604,00	805206,00
6	2004	444,2	4016016	197313,64	890176,80
7	2005	468,2	4020025	219211,24	938741,00
8	2006	499,6	4024036	249600,16	1002197,60
9	2007	525,4	4028049	276045,16	1054477,80
10	2008	575,4	4032064	331085,16	1155403,20
11	2009	521,9	4036081	272379,61	1048497,10
12	2010	550,8	4040100	303380,64	1107108,00
13	2011	585,7	4044121	343044,49	1177842,70
14	2012	584,6	4048144	341757,16	1176215,20
15	2013	567,3	4052169	321829,29	1141974,90
16	2014	576,1	4056196	331891,21	1160265,40
17	2015	556,8	4060225	310026,24	1121952,00
18	2016	541,7	4064256	293438,89	1092067,20
19	2017	567,5	4068289	322056,25	1144647,50
20	2018	603,1	4072324	363729,61	1217055,80
21	2019	586,8	4076361	344334,24	1184749,20
Σ	42189	10731,7	84758471	5602582,01	21568572,30

Dengan persamaan 17-21, timmerhause ed 4

$$\begin{aligned} \sum (\bar{x} - x)^2 &= \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \\ &= 84758471 - \frac{1,78E+09}{21} \\ &= 770 \\ \sum y &= 10731,7 \\ \sum \bar{y} &= \frac{10731,7}{21} \\ &= 511,033 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum (\bar{y} - y)^2 &= \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \\ &= 5602582,01 - \frac{115169385}{21} \\ &= 118325,59\end{aligned}$$

Dengan persamaan 17-20 Timmerhaus

$$\begin{aligned}\sum (\bar{x} - x)(\bar{y} - y) &= \sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n} \\ &= 21568572,30 - \frac{452759691,3}{21} \\ &= 8587\end{aligned}$$

Dengan persamaan 17-19 Timmerhaus

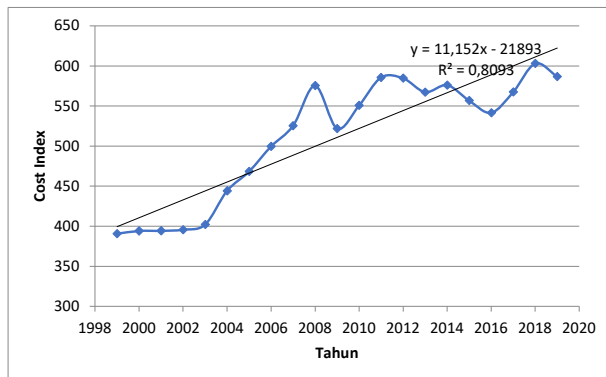
$$\bar{y} = a + b(x - \bar{x})$$

$$\begin{aligned}a &= \sum \bar{y} \\ &= 511,033\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}b &= \frac{\sum (\bar{x} - x)(\bar{y} - y)}{\sum (\bar{x} - x)^2} \\ &= \frac{8587}{770} \\ &= 11,1519\end{aligned}$$

maka persamaannya menjadi

$$\begin{aligned}y &= 511,033 + 11,1519 (x - 2009) \\ &= 11,152 x - 21893\end{aligned}$$



Gambar D.1 Grafik Hubungan Index Harga dan Tahun

Untuk tahun 2020

$$y = 11,1519 \times -21893 \\ = 633,705$$

maka untuk tahun 2020 indeks harganya adalah 633,705

Kurs dollar (2020) : \$ 1.00 = Rp 13940

sumber kurs : *Bank Indonesia, diakses 4 Januari 2020 16:48 WIB*

D.1.1 Perhitungan Harga Peralatan Proses

Harga peralatan proses pada perhitungan analisa ekonomi ini merupakan harga yang diperoleh *matche.com* dan perhitungan dari Buku *Timmerhaus 5th ed.*

Contoh Perhitungan :

1 Pug Mill

Tipe = Ribbon

Jumlah = 1 buah

Harga tahun 2014 = \$ 96400

$$\begin{aligned} \text{Harga tahun 2020} &= \frac{\text{indeks tahun 2020}}{\text{indeks tahun 2014}} \times \text{Harga tahun 2014} \\ &= \frac{633,70}{576,10} \times \$ 96400 \\ &= \$ 106039,12 \end{aligned}$$

Untuk harga alat lain, seperti pada tabel D.3

Tabel D.3 Harga Peralatan Pabrik Pupuk NPK

No	Kode	Nama Alat	Jumlah	Harga Satuan (US\$)		Total (US\$)
				2014	2020	
1	F-111	Tangki Penyimpanan Amonia	2	57000	62699	125399
2	F-112	Tangki Penyimpanan Asam Fosfat	2	55200	60719	121439
3	F-113	Tangki Penyimpanan Asam Sulfat	2	58300	64129	128259
4	L-114	Pompa Amonia	2	8700	9570	19140
5	L-115	Pompa Asam Fosfat	2	8900	9790	19580
6	L-116	Pompa Asam Sulfat	3	9200	10120	30360
7	F-121	Clay Bin	2	34000	37400	74799
8	F-122	Urea Bin	1	17700	19470	19470
9	F-123	KCl Bin	2	51200	56320	112639
10	J-124	Belt Conveyor	1	25600	28160	28160
11	J-125	Bucket Elevator	1	17900	19690	19690
12	R-211	Reaktor Neutralizer	1	138600	152459	152459
13	L-212	Pompa Reaktor	2	13500	14850	29700
14	C-221	Granulator	1	220000	241998	241998
15	C-222	Pug Mill	1	96400	106039	106039
16	D-223	Scrubber	1	11700	12870	12870
17	C-224	Cone Mixer	1	6400	7040	7040
18	B-311	Rotary Dryer	1	162600	178859	178859
19	B-312	Furnace	1	278100	305907	305907

20	G-313	Furnace Fan	1	40600	44660	44660
21	H-314	Dryer Cyclone	1	3000	3300	3300
22	G-315	Dryer Cyclone Fan	1	44900	49390	49390
23	G-316	Blower	1	68500	75349	75349
24	B-321	Rotary Cooler	1	157500	173249	173249
25	H-322	Cooler Cyclone	1	6300	6930	6930
26	G-323	Cooler Cyclone Fan	1	47100	51810	51810
27	J-324	Belt Conveyor	1	4300	4730	4730
28	J-325	Bucket Elevator	1	14100	15510	15510
29	D-326	Tail Gas Scrubber	1	36100	39710	39710
30	H-411	Screen	1	59000	64899	64899
31	J-412	Belt Conveyor	1	4300	4730	4730
32	J-413	Recycle Belt Conveyor	1	42000	46200	46200
33	C-414	Crusher	1	270500	297548	297548
34	D-421	Coater	1	162400	178639	178639
35	F-422	Coating Powder Bin	1	17700	19470	19470
36	F-423	Coating Oil Tank	1	6300	6930	6930
37	J-424	Screw Conveyor	1	3100	3410	3410
38	L-425	Pompa Coating Oil	2	4500	4950	9900
39	J-426	Belt Conveyor	1	4300	4730	4730
40	F-427	NPK Storage	1	120000	131999	131999

Harga peralatan proses pada tahun 2020 : \$ 2.966.895,48 = Rp 41.358.522.938

D.1.2 Perhitungan Harga Peralatan Utilitas

Utilitas yang digunakan pada pabrik ini antara lain:

1. Air sebagai air pendingin dan air proses
2. Listrik sebagai sumber tenaga pada peralatan proses, serta sumber energi untuk penerangan dan kantor
3. Bahan bakar untuk Furnace

Untuk pabrik yang menggunakan proses *solid-fluid* diperkirakan biaya peralatan utilitas sebesar 45% dari harga peralatan proses

(Coulson & Richardson, 2005)

Harga Peralatan Utilitas = Rp 18.611.335.322

D.1.2 Perhitungan Total Harga Peralatan

$$\begin{aligned}
 \text{Total Harga Peralatan} &= \text{Harga peralatan proses} + \text{Harga peralatan utilitas} \\
 &= 41.358.522.938 + 18.611.335.322 \\
 &= \text{Rp } 59.969.858.259
 \end{aligned}$$

D.2 Gaji Karyawan

Penentuan Jumlah Karyawan Operasional

Kapasitas = 58453,283 kg/jam = 1402,8788 ton/hari

Pada pabrik ini terdapat 6 tahapan proses yaitu Penyiapan Bahan Baku, Granulasi, Pengeringan, Pendinginan, pemisahan, dan Pelapisan

Dari Figure 6.35 hal 235 *vilbrandt.* untuk *kondisi large equipment highly automoted* maka jumlah operating labor

$$\text{Karyawan operasi} = 10,4 \times P^{0,25}$$

dimana : P = Kapasitas produksi (ton/hari)

$$\begin{aligned} \text{maka, Karyawan operasi} &= 64 \times 6 \text{ tahapan proses} \\ &= 384 \text{ Pekerja/hari} \end{aligned}$$

Setiap pekerja bekerja selama 8 jam/ hari dengan 3 shift

$$= 384 \text{ Pekerja/hari} \times \frac{1 \text{ hari}}{3 \text{ shift}} \times \frac{1}{8 \text{ jam}}$$

$$\text{Jumlah pekerja} = 16 \text{ Pekerja}$$

Karyawan terdiri dari 4 regu, maka :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pekerja total} &= 16 \times 4 \text{ regu} \\ &= 64 \text{ Pekerja} \end{aligned}$$

Biaya untuk gaji karyawan selama satu bulan, dapat diperkirakan sebagai berikut

Tabel D.4 Daftar Gaji Karyawan Perusahaan

No	Jabatan	Gaji/bulan	Jumlah	Jumlah
		(Rp)		(Rp)
1	Dewan Komisaris	20.000.000	3	60.000.000
2	Direktur Utama	50.000.000	1	50.000.000
3	Direktur Produksi	30.000.000	1	30.000.000
4	Direktur Pemasaran	30.000.000	1	30.000.000
5	Direktur Keuangan	30.000.000	1	30.000.000
6	Direktur SDM	30.000.000	1	30.000.000
7	Direktur Teknik	30.000.000	1	30.000.000
8	Sekretaris	5.000.000	6	30.000.000
9	Manager			
	a.Proses dan Produksi	12.000.000	1	12.000.000
	b.Quality Control	12.000.000	1	12.000.000
	c.Pemasaran	12.000.000	1	12.000.000
	d. Administrasi	12.000.000	1	12.000.000
	e.Keuangan	12.000.000	1	12.000.000
	f.Kepegawaian	12.000.000	1	12.000.000
	g.Diklat	12.000.000	1	12.000.000
	h.Pemeliharaan	12.000.000	1	12.000.000
	i. Utilitas	12.000.000	1	12.000.000
10	Dokter	7.000.000	2	14.000.000
11	Perawat	5.000.000	4	20.000.000
12	Karyawan			
	a.Proses dan Produksi	7.000.000	64	448.000.000
	b.Quality Control	7.000.000	18	126.000.000
	c.Pemasaran	7.000.000	15	105.000.000
	d. Administrasi	7.000.000	12	84.000.000
	e.Keuangan	7.000.000	12	84.000.000
	f.Kepegawaian	7.000.000	15	105.000.000
	g.Diklat	7.000.000	12	84.000.000

	h. Pemeliharaan	7.000.000	21	147.000.000
	i. Utilitas	7.000.000	21	147.000.000
13	Security	4.000.000	12	48.000.000
14	Supir	4.000.000	8	32.000.000
15	Karyawan Tidak Tetap	4.000.000	30	120.000.000
	Total		270	1.962.000.000

Biaya untuk gaji karyawan selama sebulan = Rp 1.962.000.000

Biaya untuk gaji karyawan selama setahun = **Rp 23.544.000.000**

D.3 HARGA BAHAN DAN PENJUALAN PRODUK

D.3.1 Perhitungan biaya bahan baku

Tabel D.5 Daftar Harga Bahan Baku

No	Bahan Baku	Kebutuhan per Tahun (ton)	Harga (Rp/ton)	Total Harga Rp
1	KCl	106920	3.900.000	416.988.000.000
2	Clay	47520	350.000	16.632.000.000
3	Urea	3168	3.750.000	11.880.000.000
4	NH ₃	82431	8.100.000	667.694.016.000
5	H ₃ PO ₄	95040	7.000.000	665.280.000.000
6	H ₂ SO ₄	142560	4.900.000	698.544.000.000
7	Coating Oil	927	3.780.000	3.502.699.200
8	Coating Powder	1853	1.680.000	3.113.510.400
Total				2.483.634.225.600

Biaya penyediaan bahan baku = Rp2.483.634.225.600 per tahun

D.3.2 Perhitungan Hasil Penjualan Produk

Harga produk NPK ditetapkan sebesar Rp 7.300,00/kg, sehingga harga dalam satuan ton sebesar Rp 7.300.000/ ton

Tabel D.6 Harga Penjualan Produk per tahun

No	Produk	Kapasitas (ton per tahun)	Harga (Rp/ton)	Penjualan (Rp/tahun)
1	NPK Granul	470000	7.300.000	3.431.000.000.000
Total				3.431.000.000.000

Harga Penjualan Produk per tahun = Rp 3.431.000.000.000 per tahun

Potensial Ekonomi (EP) = Penjualan Produk - Harga Bahan Baku
= Rp 3.431.000.000.000 - Rp2.483.634.225.600
= Rp947.365.774.400

D.4 ANALISA EKONOMI

D.4.1 Penentuan Investasi Total (Total Capital Investment, TCI)

D.4.1.1 Modal Tetap

A. Biaya Langsung (Direct Cost, DC).

1	Harga peralatan (E)	100% x	E	Rp	59.969.858.259
2	Instalasi	39% x	E	Rp	23.388.244.721
3	Instrumentasi dan kontrol	26% x	E	Rp	15.592.163.147
4	Perpipaan (terpasang)	31% x	E	Rp	18.590.656.060
5	Listrik (terpasang)	10% x	E	Rp	5.996.985.826
	Freight on Board (FOB)			Rp	123.537.908.014
6	Biaya Pengangkutan kapal laut	21% x	FOB	Rp	25.942.960.683
	Cost & Freight (C&F)			Rp	149.480.868.697
7	Biaya Asuransi	2% x	C&F	Rp	2.989.617.374
	Cost of Insurance & Freight (CIF)			Rp	152.470.486.071
8	Biaya Angkut ke lokasi pabrik	10% x	CIF	Rp	15.247.048.607
9	Bangunan dan perlengkapan	29% x	E	Rp	17.391.258.895
10	Pembebasan Lahan	12% x	E	Rp	7.196.382.991
11	Fasilitas Pelayanan	55% x	E	Rp	32.983.422.043
12	Tanah	6% x	E	Rp	3.598.191.496
	Total Biaya Langsung (DC)			Rp	228.886.790.103

B. Biaya tidak Langsung (Indirect Cost, IC)

1	Teknik dan supervisi	32% x	E	Rp	19.190.354.643
2	Biaya konstruksi	34% x	E	Rp	20.389.751.808
3	Biaya hukum	4% x	E	Rp	2.398.794.330
4	Biaya kontraktor	19% x	E	Rp	11.394.273.069
5	Biaya tak terduga	37% x	E	Rp	22.188.847.556
	Indirect Cost (IC)			Rp	75.562.021.407

Modal Tetap (Fixed Capital Investment/FCI)

$$\begin{aligned}
 \text{FCI} &= \text{DC} + \text{IC} \\
 &= \text{Rp } 228.886.790.103 + \text{Rp } 75.562.021.407 \\
 &= \text{Rp} \mathbf{304.448.811.510}
 \end{aligned}$$

Modal Kerja (Working Capital Investment/WCI)

$$\begin{aligned}
 \text{WCI} &= 20\% \times \text{TCI} \\
 \text{WCI} &= 20\% \times (\text{FCI} + \text{WCI}) \\
 \text{WCI} &= 20\% \text{ FCI} + 20\% \text{ WCI} \\
 80\% \text{ WCI} &= 20\% \times \text{Rp } 304.448.811.510 \\
 80\% \text{ WCI} &= \text{Rp} 45.667.321.726 \\
 \text{WCI} &= \text{Rp} \mathbf{57.084.152.158}
 \end{aligned}$$

Investasi Modal Tetap (Total Capital Investment/TCI)

$$\begin{aligned} \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WCI} \\ \text{TCI} &= \text{Rp}304.448.811.510 + \text{Rp}57.084.152.158 \\ \text{TCI} &= \text{Rp}361.532.963.668 \end{aligned}$$

Modal Investasi terbagi atas :

1. Modal sendiri (equity)	35% FCI	= Rp	106.557.084.028
2. Modal pinjaman bank (loan)	65% FCI	= Rp	197.891.727.481

D.4.2 Penentuan Biaya Produksi (Total Production Cost, TPC)

1. Total biaya pembuatan (MC)

A. Biaya produksi langsung (Direct Production Cost, DPC)

1. Bahan baku (1 tahun)		Rp	2.483.634.225.600
2. Tenaga Kerja (OL)		Rp	23.544.000.000
3. Biaya pengawasan	15% x OL	Rp	3.531.600.000
4. Utilitas	10% x TPC	Rp	0,10 x TPC
5. Pemeliharaan dan perbaikan (PP)	2% x FCI	Rp	6.088.976.230
6. Operating supplies	15% x PP	Rp	913.346.435
7. Laboratorium	10% x OL	Rp	2.354.400.000
8. Produk dan royalty	1,0% x TPC	Rp	0,010 x TPC
Total biaya produksi langsung (DPC)=	11,0%	TPC +	2.520.066.548.265

B. Biaya tetap (Fixed Charges, FC)

1. Depresiasi (peralatan, bangunan)	10% x FCI	Rp	30.444.881.151
2. Pajak	2% x FCI	Rp	6.088.976.230
3. Asuransi	1,0% x FCI	Rp	3.044.488.115
4 Bunga	10% x Loan	Rp	19.690.226.884
Total biaya tetap (FC)		Rp	59.268.572.381

C. Biaya plant overhead (Plant Overhead Cost)

$$\begin{aligned} \text{Plant Overhead Cost (POC)} &= 50\% \times (\text{Tenaga Kerja} + \text{Pemeliharaan} + \text{Pengawasan}) \\ &= 50\% \times (23.544.000.000 + 6.088.976.230 + \\ &\quad 3.531.600.000) \\ &= 50\% \times 33.164.576.230 \\ &= \text{Rp } 16.582.288.115 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Manufacturing Cost (MC)} &= \text{DPC} + \text{FC} + \text{POC} \\ &= 11\% \text{ TPC} + \text{Rp } 2.595.917.408.761 \end{aligned}$$

D.4.3 Biaya pengeluaran umum (General Expenses)

1. Biaya administrasi	15% x OL	= Rp	3.531.600.000
2. Biaya distribusi dan penjualan	5% x TPC	= 5% x TPC	
3. Biaya penelitian dan pengembangan	5% x TPC	= 5% x TPC	
Total pengeluaran umum (GE)	10% x TPC	+ Rp	3.531.600.000

Total Produksi Total (Total Production Cost/TPC)

TPC = Manufacturing Cost + General Expenses

$$\text{TPC} = 11\% \text{ TPC} + \text{Rp}2.595.917.408.761 + 10\% \text{ TPC} + \text{Rp}3.531.600.000$$

$$\text{TPC} = 21\% \text{ TPC} + \text{Rp}2.599.449.008.761$$

$$\text{TPC} = \text{Rp}3.290.441.783.241$$

$$\text{DPC} = 11\% \text{ TPC} + \text{Rp}2.520.066.548.265$$

$$\text{DPC} = \text{Rp}2.882.015.144.421,26$$

$$\text{GE} = 10\% \text{ TPC} + \text{Rp}3.531.600.000$$

$$\text{GE} = \text{Rp } 332.575.778.324,12$$

$$\begin{aligned} \text{Total Production Cost} &= \frac{\text{TPC}}{\text{Kapasitas Produksi}} \\ &= \frac{\text{Rp}3.290.441.783.241}{470000000} \text{ /tahun} \\ &= \text{Rp}7.000,94 \text{ /kg} \end{aligned}$$

D.4.4 Ketetapan Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi dilakukan dengan metode discounted cash flow yaitu cash flow yang nilainya diproyeksi pada masa sekarang. Anggapan yang dipakai sebagai berikut :

- 1 Modal
 - Modal sendiri = 35%
 - Modal pinjaman = 65%
- 2 Bunga bank = 9,95% per tahun
- 3 Laju inflasi = 3% per tahun

(www.bi.go.id)

- 4 Masa konstruksi 2 tahun
 - Tahun pertama menggunakan 50% modal sendiri dan modal pinjaman
 - Tahun kedua menggunakan sisa modal pinjaman dan modal sendiri
- 5 Pembayaran modal pinjaman selama konstruksi dilakukan secara diskrit dengan cara sebagai berikut :
 - Pada awal masa konstruksi (awal tahun ke (-2)) dilakukan pembayaran 50% dari modal pinjaman untuk keperluan pembelian tanah dan uang muka
 - Pada akhir tahun kedua masa konstruksi (tahun(-1)) dibayarkan sisa pinjaman
- 6 Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun, sebesar : 10% pertahun
- 7 Umur pabrik diperkirakan 10 tahun dengan depresiasi sebesar : 10% pertahun
- 8 Kapasitas produksi
 - Tahun I = 80%
 - Tahun II = 100%
- 9 Pajak pendapatan

Kurang dari Rp	50.000.000	=	10%
	Rp 50.000.000 - Rp	100.000.000	= 15%
Lebih dari Rp	100.000.000	=	30%

Pajak Pendapatan (pasal 17 ayat 2 UU PPH no.17, 2000)

D.4.5 Perhitungan Biaya Total Produksi

$$\begin{aligned} \text{Biaya produksi - depresiasi} &= \text{TPC - Depresiasi} \\ &= \text{Rp}3.290.441.783.241 - \text{Rp } 30.444.881.151 \\ &= \text{Rp}3.259.996.902.090 \end{aligned}$$

Tabel D.7 Biaya Operasi Untuk Tiap Kapasitas

No	Kapasitas	Biaya Operasi
1	80%	Rp 2.607.997.521.672
2	100%	Rp 3.259.996.902.090

D.4.6 Investasi

Investasi total pabrik tergantung pada masa konstruksi. Investasi yang berasal dari modal sendiri akan habis pada tahun pertama konstruksi. Nilai modal sendiri tidak terpengaruh oleh inflasi dan bunga bank. Sehingga modal sendiri pada masa akhir masa konstruksi adalah tetap.

Untuk modal pinjaman dari bank total pinjaman pada akhir masa konstruksi adalah sebagai berikut :

Tabel D.8 Modal Pinjaman Selama Masa Konstruksi

Masa Konstruksi	%	Modal Pinjaman		
		Jumlah (Rp)	Bunga = 9,95 %	Inflasi = 3%
-2	50%	98.945.863.740,72	0	0
-1	50%	98.945.863.740,72	9.845.113.442,20	2.968.375.912
0		0	9.845.113.442,20	2.968.375.912
Modal pinjaman akhir masa konstruksi				223.518.706.190

Tabel D.9 Modal Sendiri Selama Masa Konstruksi

Masa Konstruksi	%	Modal Sendiri		
		Jumlah (Rp)	Inflasi = 3%	Jumlah (Rp)
-2	50%	53.278.542.014,23	0	53.278.542.014
-1	50%	53.278.542.014,23	1.598.356.260,43	54.876.898.275
0		0	1.598.356.260,43	1.598.356.260
Modal pinjaman akhir masa konstruksi				109.753.796.549

$$\begin{aligned} \text{Total investasi pada akhir masa konstruksi} &= \text{modal sendiri} + \text{modal pinjaman} \\ &= \text{Rp } 333.272.502.740 \end{aligned}$$

D.4.7 Perhitungan Harga Penjualan Produk

Perhitungan harga penjualan

Dari Appendiks D.3.2, maka untuk kapasitas 100% didapatkan harga penjualan :

$$\text{Produk NPK granul} = \text{Rp } 3.431.000.000.000 \text{ per tahun}$$

D.4.8 Perhitungan Internal Rate of Return (IRR)

Internal rate of return berdasarkan discounted cash flow adalah suatu tingkat bunga tertentu di mana seluruh penerimaan akan tepat menutup seluruh jumlah pengeluaran. Cara yang dilakukan adalah trial (i), yaitu laju bunga sehingga memenuhi persamaan :

$$\sum \frac{CF}{(1+i)^n} = \text{total modal akhir masa konstruksi}$$

Keterangan :

- n = tahun
- CF = cash flow pada tahun ke-n
- i = discounted factor

Tabel D.10 Trial Laju Bunga (i)

Tahun ke-n	Cash Flow (CF)	Discounted Cash Flow (i)		
		i	i =	0,371
0	-333.272.502.740	1,00		-Rp333.272.502.740
1	105.468.388.377	0,73		76.946.828.037,02
2	135.000.946.645	0,53		71.857.753.838,17
3	136.557.754.434	0,39		53.029.996.981,72
4	138.114.562.223	0,28		39.130.294.721,38
5	139.671.370.011	0,21		28.870.177.415,96
6	141.228.177.800	0,15		21.297.656.943,49
7	142.784.985.589	0,11		15.709.466.106,40
8	144.341.793.377	0,08		11.586.156.551,79
9	145.898.601.166	0,06		8.544.110.087,59
10	147.455.408.954	0,04		6.300.062.056,08
Total				333.272.502.740

Dari data diatas diperoleh :

$$IRR = 0,371$$

Dari perhitungan diatas, diperoleh nilai i 37,1% per tahun. Harga i yang diperoleh lebih besar dari harga i untuk pinjaman modal pada bank. Hal ini menunjukkan pabrik layak didirikan dengan kondisi tingkat suku bunga sebesar 9,95% per tahun

D.5.9. Waktu Pengembalian Modal (*Payout Time* , POT)

Untuk menghitung waktu pengembalian modal, maka dihitung akumulasi modal sebagai berikut :

Tabel D.11 Cummulative Cash Flow

Tahun ke-n	Cash Flow	Comulative Cash Flow
0	-Rp333.272.502.740	-Rp333.272.502.740
1	Rp105.468.388.377	-Rp227.804.114.362
2	Rp135.000.946.645	-Rp92.803.167.717
3	Rp136.557.754.434	Rp43.754.586.717
4	Rp138.114.562.223	Rp181.869.148.940
5	Rp139.671.370.011	Rp321.540.518.951
6	Rp141.228.177.800	Rp462.768.696.751
7	Rp142.784.985.589	Rp605.553.682.339
8	Rp144.341.793.377	Rp749.895.475.717
9	Rp145.898.601.166	Rp895.794.076.882
10	Rp147.455.408.954	Rp1.043.249.485.837

Dari tabel di atas maka untuk investasi sebesar = Rp333.272.502.740

Dengan cara interpolasi antara tahun ke 5 dan 6

Waktu pengembalian modal = 5,12 tahun

D.4.10 Analisa Titik Impas (Break Event Point BEP)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui jumlah kapasitas produksi di mana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan.

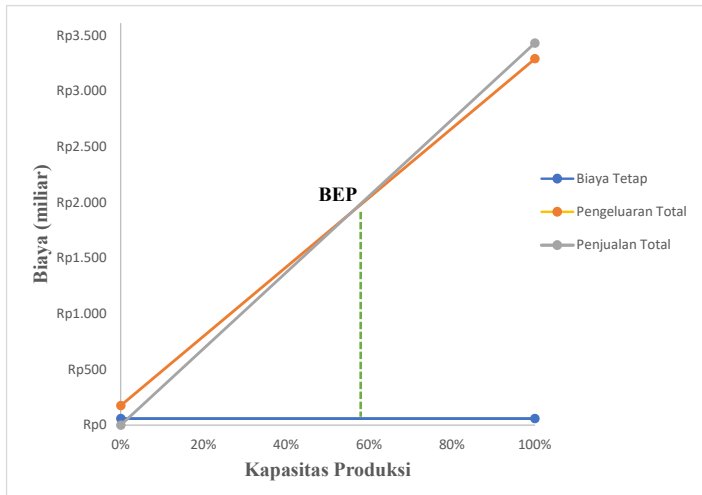
Tabel D.12 Biaya FC, VC, SVC dan S

No	Keterangan	Jumlah (Rp)
1	Biaya Tetap (FC)	59.268.572.381
2	Biaya Variabel (VC)	
	- Bahan baku	2.483.634.225.600
	- Utilitas	329.044.178.324
	- Royalty	32.904.417.832
		2.845.582.821.757
3	Biaya Semivariabel, SVC	
	- Tenaga Kerja	23.544.000.000
	- Pengawasan	3.531.600.000
	- Pemeliharaan & Perbaikan	6.088.976.230
	- Operating supplies	913.346.435
	- Laboratorium	2.354.400.000
	- Pengeluaran umum	332.575.778.324
	- Plant Overhead Cost	16.582.288.115
		385.590.389.104
4	Total Penjualan (S)	3.431.000.000.000

Kapasitas = 470000 ton/ tahun
 Biaya tetap = Rp59.268.572.381
 Pengeluaran total = Rp174.945.689.112
 Biaya Produksi Tota = Rp3.290.441.783.241
 Penjualan Total = Rp3.431.000.000.000

Tabel D.13 Data Untuk Membuat Grafik BEP

Kapasitas	0%	100%
Biaya Tetap	Rp59.268.572.381	Rp59.268.572.381
Pengeluaran Total	Rp174.945.689.112	Rp3.290.441.783.241
Penjualan Total	Rp -	Rp3.431.000.000.000



Gambar D-2 Grafik Break Even Point

$$\begin{aligned}
 \text{BEP} &= \frac{\text{FC} + 0,3 \text{ SVC}}{\text{S}-0,7 \text{ SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\
 &= 55,45\%
 \end{aligned}$$

Laba Bersih
 = Net Cash Flow saat pinjaman lunas
 = Rp125.103.538.335

BEP dari grafik terjadi pada kapasitas = 260.613 ton

BIODATA PENULIS



Sang Made Satria Manika Paramaditya Denpasar, 3 Juli 2000. Penulis menempuh studi formal dimulai dari SD Cipta Dharma Denpasar, SMPN 1 Denpasar, SMAN 1 Denpasar, S1 Teknik Kimia angkatan 2016. Penulis pernah melakukan kerja praktik di PT. Semen Tonasa (2019). Penulis telah menyelesaikan studi sarjana dengan

Pra-Desain Pabrik yang berjudul: “**PABRIK PUPUK NPK DENGAN METODE MIXED ACID ROUTE**” di bawah bimbingan Bapak Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA dan Ibu Dr. Lailatul Qadariyah., S.T., M.T. Selama kuliah, penulis aktif berorganisasi sebagai Staff Internal Tim Pembina Kerohanian Hindu ITS (2017-2018) serta beberapa pelatihan dan seminar yang diadakan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kontak :

Telepon : 082144380582

Email : sangmadesatria25@gmail.com

BIODATA PENULIS



Hana Putri Tuadayani. Penulis dilahirkan di Surabaya, 26 April 1998, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu, SDN Margorejo I Surabaya, SMPN 12 Surabaya dan SMAN 5 Surabaya, S1 Teknik Kimia ITS angkatan 2016. Penulis pernah melakukan kerja praktik di PT. Petrokimia Gresik.

Selama menempuh pendidikan perguruan tinggi penulis telah mengikuti berbagai pelatihan dan berpartisipasi sebagai panitia kegiatan. Penulis juga aktif dalam organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa FTI-ITS (2017-2018) sebagai staff departemen sosial masyarakat. Penulis juga aktif sebagai asisten laboratorium komputasi numerik teknik kimia (2019-2020). Penulis telah menyelesaikan studi sarjana dengan Pra-Desain Pabrik yang berjudul: **“PABRIK PUPUK NPK DENGAN METODE MIXED ACID ROUTE”** di bawah bimbingan Bapak Prof. Dr. Ir. Mahfud, DEA dan Ibu Dr. Lailatul Qadariah., S.T., M.T.

Kontak:

Telepon : 081216363658

Email: hanaputrituadayani@gmail.com