



TUGAS DESAIN PABRIK KIMIA – TK184803

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

Oleh:

Hendy Pandu Hogantara

NRP 0221164000025

Muhammad Ilham Ramdlani

NRP 02211640000160

Dosen Pembimbing 1

Orchidea Rachmaniah, S.T., M.T

NIP. 1978 02 14 2003 12 2001

Dosen Pembimbing 2

Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah, Dipl, EST.

NIP. 1949 11 17 1976 12 1001

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



PLANT DESIGN PROJECT – TK184803

**PLANT DESIGN OF NPK FERTILIZER WITH MIXED
ACID ROUTE METHOD**

Written by:

Hendy Pandu Hogantara

NRP 0221164000025

Muhammad Ilham Ramdlani

NRP 02211640000160

Advisor 1

Orchidea Rachmaniah, S.T., M.T

NIP. 1978 02 14 2003 12 2001

Advisor 2

Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah, Dipl, EST.

NIP. 1949 11 17 1976 12 1001

**CHEMICAL ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Desain Pabrik Kimia dengan judul:

“PRA DESAIN PABRIK 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:

Hendy Pandu Hogantara

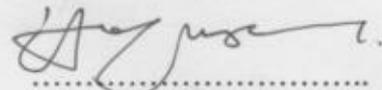
0221164000025

Muhammad Ilham Ramdlani

02211640000160

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Desain Pabrik Kimia:

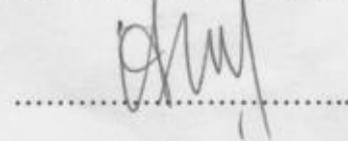
1. Dr. Eng. R. Darmawan, ST., MT.



2. Setiyo Gunawan, ST., Ph.D., IPM.



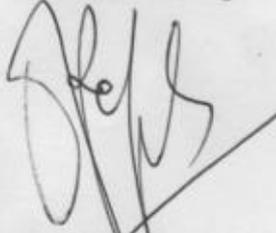
3. Dr. Lailatul Qadariyah ST., MT.



Surabaya, 10 Februari 2020

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Orchidea Rachmaniah, ST., MT.

NIP. 1978 02 14 2003 12 2001

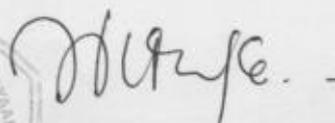


Prof. Dr. Ir. H. M. Rachimoellah, Dipl., EST.

NIP. 1949 11 17 1976 12 1001

Mengetahui,

Kepala Departemen Teknik Kimia FTIRS-ITS



Dr. Widiyastuti, ST., MT.

NIP. 1975 03 06 2002 12 2002

INTISARI

Indonesia merupakan negara agraris dengan ketersediaan lahan pertanian yang sangat luas dan akan terus bertambah sehubungan dengan program perluasan lahan tanam oleh pemerintah. Dengan ketersediaan lahan tersebut, Indonesia diharapkan mampu berswasembada pangan. Dalam usaha untuk mewujudkan swasembada pangan tersebut, perlu ditunjang oleh sektor lain yang mendukung sektor pertanian, antara lain industri pupuk.

Pupuk merupakan material yang ditambahkan pada media tanam atau tanaman untuk mencukupi kebutuhan hara yang diperlukan tanaman sehingga mampu berproduksi dengan baik. Untuk mencapai pertumbuhan dan produktivitas optimal, tanaman membutuhkan beberapa unsur, antara lain C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, dan lain-lain. Di antara unsur yang diperlukan tanaman tersebut, unsur N, P, dan K adalah unsur tambahan yang paling dibutuhkan oleh tanaman melalui pupuk. Unsur ini dapat diberikan secara terpisah maupun sekaligus. Secara terpisah, unsur N dapat diberikan sebagai liquid amoniak (NH_3) atau pupuk urea ($\text{CO}_2(\text{NH}_2)_2$), unsur P dapat diberikan sebagai pupuk TSP (triple superphospat) atau pupuk NSP (normal superphospat), dan unsur K dapat diberikan sebagai pupuk MOP (muriate of potash). Selain diberikan secara terpisah, pemberian ketiga unsur tersebut juga dapat dilakukan bersamaan dalam satu pupuk, yang sering disebut dengan pupuk NPK.

Pupuk NPK sangat banyak digunakan dalam sektor perkebunan. Banyaknya penggunaan NPK ini disebabkan oleh beberapa kelebihan yang dimiliki oleh pupuk NPK dibanding pupuk yang lain, kelebihan tersebut antara lain:

- Pemupukan yang lebih praktis karena tidak perlu mencampur beberapa jenis pupuk tunggal
- Dapat menghindarkan dari kelangkaan pasokan pupuk tunggal

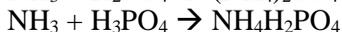
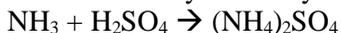
- Dapat meningkatkan jumlah dan mutu hasil pertanian atau perkebunan
- Dapat memilih komposisi campuran unsur hara sesuai dengan kebutuhan pemupukan
- Memudahkan penyimpanan pupuk, karena hanya membutuhkan satu tempat untuk penyimpanan
- Harga yang relatif lebih murah bila dibandingkan dengan pupuk tunggal

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 Kecamatan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik. Pemilihan tempat tersebut melalui beberapa pertimbangan, antara lain:

- Dekat dengan sumber bahan baku, semua bahan baku yang didapatkan dipasok dari PT. Petrokimia Gresik
- Lokasi pabrik sangat strategis karena dekat dengan jalur transportasi utama, yaitu banyak pelabuhan yang dapat dilalui kapal-kapal besar, sehingga akan memudahkan untuk pengangkutan barang
- Lokasi pabrik juga dekat dengan sumber listrik terbesar di Gresik, yaitu PLTU Gresik, dan juga tidak jauh dari sumber air yang besar, yaitu Sungai Gunungsari. Sehingga tidak terlalu sulit untuk mendapatkan utilitas.

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, ZA, KCl dan *filler*, sedangkan bahan baku liquid berupa H₂SO₄, H₃PO₄, dan NH₃. 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 0,5%. Produk kemudian dipisahkan berdasarkan ukuran, produk yang sesuai ukuran (onsize) akan masuk ke rotary cooler, produk yang oversize akan diperkecil ukurannya dengan menggunakan ball mill, sedangkan produk undersize akan langsung ditampung recycle belt conveyor. Setelah produk didinginkan di cooler, 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	: Kecamatan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik
Analisa Ekonomi	
Masa Konstruksi	: 2 tahun
Pembiayaan	

- Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*) : Rp 332.846.240.119,00
- Modal Kerja (*Working Capital Investment*) : Rp 58.737.571.786,00
- Investasi Total : Rp 391.583.811.905,00
- Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*) : Rp 2.544.305.815.910,00

Penerimaan

- Hasil Penjualan / tahun : Rp 2.718.000.000.000,00

Analisa Ekonomi

- Internal Rate of Return : 23,4% / tahun
- Payout Time : 4,03 tahun
- BEP : 51,01%

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang dicurahkan kepada kami sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul:

“PRA DESAIN PABRIK PUPUK NPK DENGAN METODE MIXED ACID ROUTE”

Penulisan laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada jenjang S-1 untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Departemen Teknik Kimia FTI-ITS Surabaya.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan pra desain pabrik ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga atas segala kasih sayang, kesabaran, doa dan pengorbanan dalam mendidik dan membesarkan kami.
2. Ibu Dr. Widiyastuti, S.T., M.T. selaku Kepala Departemen Teknik Kimia FTI-ITS.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. M. Rachimoellah, Dipl. EST. selaku Kepala Laboratorium Biomassa dan Konversi Energi dan Dosen Pembimbing yang banyak memberikan masukan bagi kami.
4. Ibu Orchidea Rachmaniah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing atas bimbingan, kesabaran, dan saran serta waktu yang diberikan.
5. Ibu Siti Zullaikah, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen Laboratorium Biomassa dan Konversi Energi.
6. Bapak dan Ibu selaku dosen pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia FTI-ITS.
7. Teman-teman Laboratorium Biomassa dan Konversi Energi serta rekan-rekan K-56 Tebas Tuntas atas kebersamaannya.

8. Berbagai pihak yang telah membantu proses terselesaikannya Tugas Pra Desain ini.

Kami menyadari bahwa materi yang kami sajikan masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kami sangat mengharapkan saran dan masukan yang konstruktif dari pembaca.

Surabaya, 12 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR	PENGESAHAN	
INTISARI.....		i
KATA PENGANTAR		v
DAFTAR ISI.....		vii
DAFTAR GAMBAR.....		viii
DAFTAR TABEL		ix
BAB I LATAR BELAKANG.....		I-1
BAB II BASIS DESAIN DATA.....		II-1
II.1 Kapasitas Produksi.....		II-1
II.2 Lokasi		II-3
II.3 Kualitas Bahan Baku dan Produk.....		II-7
BAB III SELEKSI DAN URAIAN PROSES		III-1
III-1 Macam Proses.....		III-1
III-2 Seleksi Proses		III-5
III-3 Uraian Proses.....		III-6
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI.....		IV-1
IV-1 Neraca Massa		IV-1
IV-2 Neraca Energi		IV-13
BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN		V-1
BAB VI ANALISA EKONOMI		VI-1
VI-1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia.....		VI-1
VI-2 Utilitas		VI-9
VI-3 Analisa Ekonomi.....		VI-11
BAB VII KESIMPULAN		VII-1
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Presentase lapangan pekerjaan utama penduduk Indonesia berumur 15 tahun ke atas di tahun 2019.....	I-1
Gambar I.2 Bagan Warna Daun (BWD).....	I-3
Gambar II.1 Peta lokasi pabrik NPK.....	II-4
Gambar II.2 Peta Pelabuhan PT. Petrokimia.....	II-5
Gambar II.3 Jarak <i>supplier</i> bahan baku ke Pabrik Pupuk NPK	II-5
Gambar III.1 Blok diagram proses pembuatan NPK dengan metode <i>Bulk Blending</i>	III-1
Gambar III.1.1 Proses pembuatan pupuk NPK menggunakan metode <i>Mixed Acid Route</i>	III-2
Gambar III.1.2 Proses pembuatan pupuk NPK metode <i>Nitrophosphate Route</i>	III-4

DAFTAR TABEL

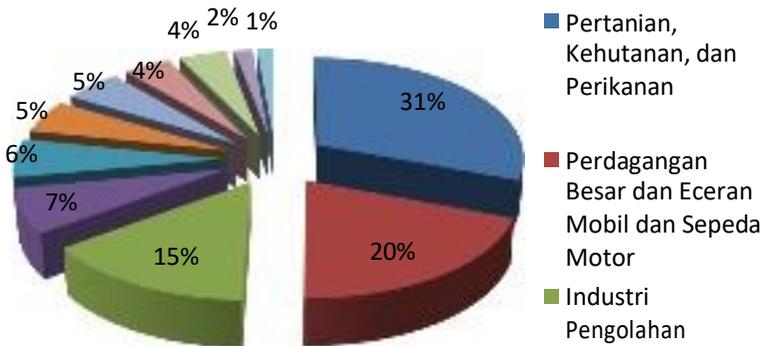
Tabel I.1 Keunggulan Pupuk Alam (Organik) dan Buatan (Anorganik).....	I-2
Tabel I.2 Perkiraan kebutuhan NPK di Indonesia	I-4
Table I.3 Kapasitas produksi NPK Pupuk Indonesia.....	I-5
Tabel II.1 Perkembangan produksi pupuk NPK di Indonesia (Pupuk Indonesia).....	II-1
Tabel II.2 Proyeksi kebutuhan pupuk NPK di Indonesia (Kementerian Pertanian dan Kementerian Perindustrian	II-1
Tabel II.3 Perkembangan impor pupuk NPK di Indonesia (comtrade.un.org)	II-2
Tabel II.4 Perkembangan ekspor pupuk NPK di Indonesia (comtrade.un.org).....	II-2
Tabel II.5 Proyeksi produksi, kebutuhan impor, dan ekspor pupuk NPK pada tahun 2022	II-2
Tabel II.6 <i>Supplier</i> atau produsen bahan baku pupuk NPK ...	II-4
Tabel II.7 Kapasitas produksi PT. Petrokimia Gresik	II-7
Tabel III.1 Perbandingan antara ketiga proses	III-5
Tabel IV.1 Neraca massa Pug Mill.....	IV-1
Tabel IV.2 Neraca massa Neutralizer.....	IV-2
Tabel IV.3 Neraca massa Granulator	IV-3
Tabel IV.4 Neraca massa Granulator Scrubber.....	IV-4
Tabel IV.5 Neraca massa Rotary Dryer	IV-5
Tabel IV.6 Neraca massa Rotary Cooler.....	IV-6
Tabel IV.7 Neraca massa Screen.....	IV-7
Tabel IV.8 Neraca massa Coater	IV-8
Tabel IV.9 Neraca massa Dryer Cyclone	IV-9
Tabel IV.10 Neraca massa Cooler Cyclone	IV-10
Tabel IV.11 Neraca massa Recycle Belt Conveyor	IV-11
Tabel IV.12 Neraca massa Tail Gas Scrubber.....	IV-12
Tabel IV.13 Neraca energi Pug Mill	IV-13
Tabel IV.14 Neraca energi Neutralizer	IV-13

Tabel IV.15 Neraca energi Granulator	V-14
Tabel IV.16 Neraca energi Granulator Scrubber.....	IV-14
Tabel IV.17 Neraca energi Rotary Dryer	IV-15
Tabel IV.18 Neraca energi Rotary Cooler.....	IV-15
Tabel IV.19 Neraca energi Belt Conveyor	IV-16
Tabel IV.20 Neraca energi Bucket Elevator.....	IV-16
Tabel IV.21 Neraca energi Screener	IV-17
Tabel IV.22 Neraca energi Tail Gas Scrubber	IV-17
Tabel V.1 Spesifikasi Clay Bin (F-121)	V-1
Tabel V.2 Spesifikasi Urea Bin (F-122).....	V-1
Tabel V.3 Spesifikasi KCl Bin (F-123).....	V-1
Tabel V.4 Spesifikasi ZA Bin (F-124)	V-2
Tabel V.5 Spesifikasi Belt Conveyor (J-125).....	V-2
Tabel V.6 Spesifikasi Bucket Elevator (J-126)	V-3
Tabel V.7 Spesifikasi H ₂ SO ₄ Storage (F-113).....	V-3
Tabel V.8 Spesifikasi H ₃ PO ₄ Storage (F-112).....	V-4
Tabel V.9 Spesifikasi NH ₃ Storage (F-111)	V-4
Tabel V.10 Spesifikasi Pug Mill (C-221).....	V-5
Tabel V.11 Spesifikasi Granulator (C-220).....	V-5
Tabel V.12 Spesifikasi Neutralizer Reactor (R-210).....	V-6
Tabel V.13 Spesifikasi Rotary Dryer (B-230).....	V-6
Tabel V.14 Spesifikasi Rotary Cooler (B-321)	V-7
Tabel V.15 Spesifikasi Belt Conveyor (J-236).....	V-7
Tabel V.16 Spesifikasi Bucket Elevator (J-237)	V-8
Tabel V.17 Spesifikasi Screen (H-310).....	V-8
Tabel V.18 Spesifikasi Belt Conveyor (J-312).....	V-8
Tabel V.19 Spesifikasi Coater (D-330)	V-9
Tabel V.20 Spesifikasi Belt Conveyor (J-331).....	V-9
Tabel V.21 Spesifikasi NPK Storage (F-410)	V-9
Tabel V.22 Spesifikasi Dryer Cyclone (H-234)	V-10
Tabel V.23 Spesifikasi Cooler Cyclone (H-321)	V-10
Tabel V.24 Spesifikasi Belt Conveyor (J-223).....	V-11
Tabel V.25 Spesifikasi NH ₃ Pump (L-114).....	V-11
Tabel V.26 Spesifikasi H ₃ PO ₄ Pump (L-115).....	V-12
Tabel V.27 Spesifikasi H ₂ SO ₄ Pump (L-116)	V-12

Tabel V.28 Spesifikasi Racetor Pump (L-211).....	V-13
Tabel V.29 Spesifikasi Crusher (C-311)	V-13
Tabel V.30 Spesifikasi Blower (G-233).....	V-13
Tabel V.31 Spesifikasi Blower (G-232).....	V-14
Tabel V.32 Spesifikasi Blower (G-235).....	V-14
Tabel V.33 Spesifikasi Blower (G-322).....	V-14
Tabel V.34 Spesifikasi Tail Gas Scrubber (D-323).....	V-14
Tabel V.35 Spesifikasi Furnace (Q-231).....	V-15
Tabel V.36 Spesifikasi Granulator Scrubber (D-222)	V-15
Tabel V.37 Spesifikasi Coating Powder Bin (F-332).....	V-15
Tabel V.38 Spesifikasi Coating Oil Tank (F-334)	V-16
Tabel VI.1 Jadwal Shift Karyawan dengan Sistem 2-2-2	VI-9

BAB I LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara agraris dengan ketersediaan lahan pertanian yang sangat luas yang diimbangi dengan tingginya presentase penduduk Indonesia yang bekerja di sektor pertanian. Presentase lapangan pekerjaan utama penduduk Indonesia berumur 15 tahun keatas yang bekerja di tahun 2019 dapat dilihat pada **Gambar I.1** (Data Badan Pusat Statistik).



Gambar I.1 Presentase lapangan pekerjaan utama penduduk Indonesia berumur 15 tahun keatas di tahun 2019

Presentase penduduk Indonesia yang bekerja di sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan masih cukup banyak (Gambar I.1). Sektor pertanian adalah salah satu sektor potensial yang bisa dikembangkan di Indonesia. Salah satu hal yang dapat meningkatkan kualitas sektor ini adalah pupuk. Pupuk merupakan material yang ditambahkan pada media tanam atau tanaman untuk mencukupi kebutuhan hara yang diperlukan tanaman agar kemampuan produksinya meningkat. Pupuk umumnya

ditambahkan ke dalam tanah untuk memasok satu atau lebih elemen yang diperlukan untuk pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Tanaman membutuhkan beberapa unsur, antara lain C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, dan lain-lain untuk mencapai pertumbuhan dan produktivitas optimal. Unsur C, H, dan O dapat diperoleh tanaman melalui proses fotosintesis, sedangkan untuk unsur lainnya harus ditambahkan melalui pemberian bahan aditif, yaitu pupuk.

Pada dasarnya pupuk dibagi menjadi 2, yaitu pupuk buatan (anorganik) dan pupuk alam (organik). Pupuk anorganik adalah pupuk yang dibuat oleh suatu pabrik dengan meramu bahan-bahan kimia berkadar hara tinggi. Sementara itu, pupuk organik merupakan pupuk yang diperoleh dari pelapukan dan penguraian bahan organik. Berikut merupakan jenis pupuk organik:

- Pupuk Kandang, berasal dari kotoran hewan seperti sapi, kerbau, dan kuda.
- Pupuk Hijau, berasal dari tanaman atau berupa sisa panen.
- Pupuk Kompos, berasal dari sisa bahan organik yang berasal dari tanaman dan hewan.
- Pupuk Humus, berasal dari bahan organik yang telah terdegradasi

Tabel I.1 Keunggulan Pupuk Alam (Organik) dan Buatan (Anorganik)

Pupuk Anorganik	Pupuk Organik
Kandungan unsur hara lebih tepat & terukur	Kandungan unsur hara sulit untuk ditentukan
Unsur hara yang terkandung mudah larut dan dapat dimanfaatkan langsung	Tidak dapat dimanfaatkan langsung, karena memerlukan proses dekomposisi dahulu
Mudah diangkut karena jumlahnya relatif sedikit	Biaya pengangkutan dalam jumlah besar, sehingga lebih mahal

Merusak tanah, dan lingkungan sekitar	dan	Menyuburkan tanah dan lingkungan sekitar
Harganya lebih mahal		Harganya lebih murah

Keunggulan antara pupuk buatan dan pupuk alam dapat dilihat pada **Tabel I.1**, terlihat pupuk anorganik merupakan pupuk yang disarankan untuk digunakan. Namun, apabila pupuk ini digunakan secara berlebihan akan menyebabkan kerusakan tanah, tidak gembur dan pemborosan. Hal ini dapat di minimalisir dengan cara memanfaatkan suatu alat bernama Bagan Warna Daun (BWD) yang tersusun dari warna hijau kekuningan sampai hijau tua. BWD dapat digunakan untuk mengukur warna daun. Apabila warna daun lebih tinggi dari batas kritis (warna daun sehat), maka hal ini menunjukkan bahwa tanaman tersebut kelebihan pupuk anorganik. Alat BWD bisa dilihat pada **Gambar I.2**



Gambar I.2 Bagan Warna Daun (BWD)

Pemerintah saat ini sedang berusaha untuk menerapkan kebijakan *precision farming*, yaitu cara cara bertani yang tepat untuk menangani penggunaan pupuk berlebih dikarenakan kurang tepatnya pemahaman mayoritas petani di Indonesia akan kinerja

pupuk. Sebagian besar pemahaman petani Indonesia semakin banyak pupuk yang digunakan maka hasil panen akan semakin bagus. Guna mengakhiri persoalan ini, pemerintah berencana untuk menerapkan program *precision farming* yang didalamnya terdapat penilaian unsur tanah. Pemerintah menyediakan laboratorium agar para petani dapat melakukan cek kandungan unsur hara yang terdapat dalam tanah. Sehingga, diharapkan para petani lebih bijak dalam menggunakan pupuk anorganik.

Unsur N, P, dan K adalah unsur tambahan yang paling dibutuhkan oleh tanaman di antara unsur yang lain. Unsur ini dapat diberikan secara terpisah maupun sekaligus. Secara terpisah, unsur N dapat diberikan sebagai liquid amoniak (NH_3) atau pupuk urea ($\text{CO}_2(\text{NH}_2)_2$), sedangkan unsur P dapat diberikan sebagai pupuk TSP (*triple superphospat*) atau pupuk NSP (*normal superphospat*), dan unsur K dapat diberikan sebagai pupuk MOP (*muriate of potash*). Selain diberikan secara terpisah, pemberian ketiga unsur tersebut juga dapat dilakukan bersamaan dalam satu pupuk. Pupuk yang mengandung lebih dari satu unsur utama dikenal dengan nama pupuk majemuk. Jika unsur utama yang terkandung dalam pupuk tersebut adalah unsur N, P, dan K, maka pupuk tersebut disebut dengan pupuk NPK.

Pupuk majemuk merupakan pupuk dengan kandungan dua atau lebih unsur hara tanaman yang dibuat langsung dari pabriknya. Pupuk NPK merupakan salah satu jenis pupuk anorganik majemuk, dirancang pada konsentrasi yang sesuai dengan kombinasi tiga nutrisi utama untuk berbagai tanaman dan kondisi pertumbuhan antara lain:

- N (nitrogen) mendorong pertumbuhan daun, menambah kandungan protein hasil panen, dan klorofil.
- P (fosfor) memacu pertumbuhan akar dan membentuk system perakaran yang baik, membantu pembentukan bunga dan pematangan buah/biji sehingga mempercepat masa panen, serta menyusun dan menstabilkan dinding sel, sehingga

menambah daya tahan tanaman terhadap serangan hama penyakit.

- K (kalium) membantu penyerapan air dan unsur hara dari tanah oleh tanaman, sebagai aktivator enzim, dan membantu transportasi hasil asimilasi dari daun ke jaringan tanaman.

Mengingat peran pupuk NPK ini sangatlah penting bagi petani Indonesia maka untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas yang optimal pada pertanian di Indonesia, pemerintah melalui Peraturan Menteri Pertanian No. 40/Pementan/OT.140/4/2007 merekomendasikan penggunaan pupuk N, P, dan K pada padi sawah di beberapa lokasi di Indonesia. Selain itu pada peraturan ini juga disertakan banyak pupuk N, P, dan K yang direkomendasikan untuk pertanian.

Pemenuhan kebutuhan pupuk NPK menjadi hal yang mutlak yang harus dipenuhi dalam pengembangan dan peningkatan sektor pertanian Indonesia. Menurut data perkiraan kebutuhan pupuk NPK oleh Departemen Pertanian dan Departemen Perindustrian kebutuhan pupuk NPK dari tahun 2007 hingga tahun 2015 akan terus meningkat (**Tabel I.2**).

Tabel I.2 Perkiraan kebutuhan NPK di Indonesia

Tahun	Kebutuhan (ton)
2007	3.972.377
2008	4.224.852
2009	4.495.421
2010	4.785.530
2011	5.096.750
2012	5.430.787
2013	5.787.503
2014	6.174.916
2015	6.589.227

Berdasarkan proyeksi tersebut kebutuhan pupuk NPK di Indonesia akan terus meningkat secara signifikan hingga sebesar

lebih dari lima juta ton tiap tahunnya. Menurut data tahun 2018, Pupuk Indonesia memproduksi pupuk NPK sebesar 3.120.000 ton.

Tabel I.3 Kapasitas Produksi NPK Pupuk Indonesia

Pabrik	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
PT Petrokimia Gresik	2.620.000
PT Pupuk Kujang	200.000
PT Pupuk kalimantan Timur	200.000
PT Pupuk Sriwidjaja Palembang	100.000
Total Kapasitas Produksi	3.120.000

Dengan masih banyaknya lapangan pekerjaan di sektor pertanian, dan berdasarkan proyeksi kebutuhan Pupuk NPK yang akan terus meningkat tiap tahunnya dan sejalan dengan rekomendasi pemerintah mengenai penggunaan pupuk NPK untuk meningkatkan produktivitas pertanian Indonesia, maka dipilihlah judul Pra Desain Pabrik, “**Pupuk NPK dengan Metode *Mixed Acid Route***”.

BAB II

BASIS DESAIN DATA

II.1 KAPASITAS PRODUKSI

Salah satu faktor yang harus diperhatikan pendirian pabrik adalah penentuan kapasitas produksi pabrik. Pra Desain Pabrik Pupuk NPK dengan Metode *Mixed Acid Route* direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2022 dengan mengacu pada pemenuhan kebutuhan domestik. Perhitungan kapasitas pabrik pupuk NPK ini mempertimbangkan data produksi, kebutuhan, impor, dan ekspor yang ada selama ini khususnya di Indonesia (**Tabel II.1** s.d **Tabel II.4**)

Tabel II.1 Perkembangan Produksi Pupuk NPK di Indonesia
(Pupuk Indonesia)

Tahun	Jumlah (ton)
2012	2.893.868
2013	2.528.347
2014	2.716.098
2015	3.001.373
2016	2.764.687
2017	3.285.810
2018	3.159.966

Tabel II.2 Proyeksi Kebutuhan Pupuk NPK di Indonesia
(Kementerian Pertanian dan Kementrian Perindustrian)

Tahun	Jumlah (ton)
2007	3.972.377

2008	4.224.852
2009	4.495.421
2010	4.785.530
2011	5.096.750
2012	5.430.787
2013	5.787.503
2014	6.174.916
2015	6.589.227

Tabel II.3 Perkembangan Impor Pupuk NPK di Indonesia
(comtrade.un.org)

Tahun	Jumlah (ton)
2014	2.523.187
2015	2.670.430
2016	2.620.683
2017	2.688.114
2018	2.691.408

Tabel II.4 Perkembangan Ekspor Pupuk NPK di Indonesia
(comtrade.un.org)

Tahun	Jumlah (ton)
2014	62.357
2015	26.931

2016	11.308
2017	7.080
2018	2.432

Dari data-data diatas dapat dilakukan perhitungan untuk memprediksikan data pada tahun 2022 dengan persamaan:

$$F = F_0(1+i)^n$$

Dimana:

F_0 = Data pada tahun terakhir

i = Perkembangan rata-rata

n = Selisih tahun

Dari hasil perhitungan didapatkan data proyeksi produksi, kebutuhan, impor, dan ekspor pada tahun 2022 (**Tabel II.5**).

Tabel II.5 Proyeksi Produksi, kebutuhan, impor, dan ekspor pupuk NPK pada tahun 2022

Proyeksi	Pupuk NPK (ton)
Produksi	3.390.492
Kebutuhan	9.780.708
Impor	2.837.883
Ekspor	246

Dari data di atas dapat diperoleh kebutuhan garam industri yang belum terpenuhi di tahun 2022 sebesar (**Tabel II.5**):

Kebutuhan NPK = (Kebutuhan + Ekspor) - (Produksi + Impor)

$$= (9.780.708 + 246) - (3.390.492 + 2.837.883)$$

$$= 3.552.579 \text{ ton}$$

Dapat diketahui bahwa perkiraan pada tahun 2022 jumlah kebutuhan pupuk NPK di Indonesia 3.552.579 ton, sehingga pabrik pupuk NPK yang akan didirikan ini sebagian besar digunakan untuk memenuhi kebutuhan pupuk NPK dalam negeri dan sebagian kecil untuk memenuhi kebutuhan ekspor.

Kapasitas produksi dari pabrik baru yang akan didirikan ini berkemampuan memenuhi 10% dari kebutuhan pada tahun 2022 yang akan digunakan untuk dalam negeri. Maka didapatkan kapasitas produksi pabrik baru sebesar:

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi pabrik baru} &= 10\% \times \text{kebutuhan 2022} \\
 &= 0,1 \times 3.552.579 \text{ ton} \\
 &= 355.257,9 \text{ ton/tahun} \\
 &\approx 360.000 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

II.2 LOKASI

Lokasi pabrik merupakan salah satu hal yang penting dalam perancangan pabrik, karena dapat mempengaruhi keuntungan yang akan didapatkan suatu pabrik. Hal ini dikarenakan biaya tetap (*fix cost*) maupun biaya variabel (*variable cost*) sangat dipengaruhi oleh pemilihan lokasi pabrik, baik dalam jangka menengah maupun jangka panjang. Dalam manajemen organisasi, lokasi pabrik sebaiknya ditentukan saat perancangan, sehingga pabrik yang akan dibuat dapat terorganisir pelaksanaannya di masa mendatang.

Pemilihan lokasi pabrik dipengaruhi oleh beberapa faktor sesuai dengan produk yang dihasilkan. Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik antara lain, yaitu sumber bahan baku, sumber tenaga kerja, konsumen, peraturan pemerintah, dan utilitas. (Heizer dan Render, 2010)

Tabel II.6 *Supplier* atau produsen bahan baku pupuk NPK

Bahan Baku	<i>Supplier</i> atau Produsen
Asam Sulfat	PT. Petrokimia Gresik

Asam Fosfat	PT. Petrokimia Gresik
Ammonia	PT. Petrokimia Gresik
Urea	PT. Petrokimia Gresik
Ammonium Sulfat (ZA)	PT. Petrokimia Gresik
KCl	PT. Petrokimia Gresik

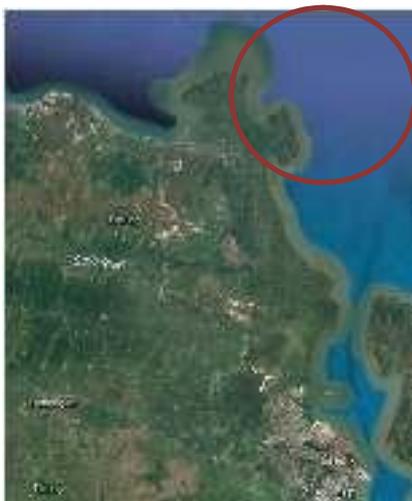
Dengan mempertimbangkan beberapa hal, kami merencanakan pembangunan pabrik pupuk NPK di Provinsi Jawa Timur, yaitu tepatnya di Kecamatan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik (**Gambar II.1**).



Gambar II.1 Peta Lokasi Pabrik NPK



Gambar II.2 Peta Pelabuhan PT. Petrokimia



Gambar II.3 Jarak *Supplier* Bahan Baku ke Pabrik Pupuk NPK

Berikut merupakan faktor-faktor yang kami pertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik kami, yaitu:

1. Bahan Baku

Raw material atau bahan baku merupakan hal paling penting dalam penentuan lokasi pabrik. Hal ini dikarenakan semakin dekat jarak antara *supplier* bahan baku dengan pabrik yang akan kita dirikan, maka biaya penyediaan bahan baku akan dapat diperkecil. Oleh karena itu, pabrik pupuk NPK akan kami dirikan berdekatan dengan salah satu pabrik pupuk BUMN terbesar di Indonesia, yaitu PT. Petrokimia Gresik untuk mempermudah memperoleh hampir seluruh bahan baku yang kami butuhkan seperti Asam Sulfat, Asam Fosfat, Ammonia, Urea, dan Ammonium Sulfat.

2. Transportasi

Sarana transportasi darat dan laut tidak menjadi suatu masalah yang besar. Karena fasilitas jalan raya dan pelabuhan sudah memadai di Gresik. Hal ini dapat mempermudah untuk memasukkan berbagai sarana dan prasarana pabrik pada saat masa konstruksi serta untuk meminimalisir biaya proses distribusi produk ke konsumen.

3. Pemasaran Produk

Gresik merupakan salah satu daerah industri kimia yang besar. Hal ini menjadikan daerah tersebut sebagai pasar yang baik untuk pendirian pabrik pupuk NPK.

4. Tenaga Kerja

Untuk tenaga kerja dengan kualitas tertentu dapat dengan mudah diperoleh meski tidak dari daerah setempat. Sedangkan untuk tenaga buruh dapat diambil dari daerah setempat atau dari para pendatang pencari kerja.

5. Utilitas

Suatu industri tentunya membutuhkan utilitas seperti listrik dan air dalam jumlah yang cukup besar. Oleh karena

itu, kami memilih lokasi pabrik yang dimana lokasi tersebut mudah untuk mendapatkan *supply* air dan listrik. Di Gresik terdapat PLTU, hal tersebut dapat menjamin ketersediaan sumber energi yang diperlukan pabrik kami sehingga tidak terjadi kemacetan produksi akibat tidak tersedianya aliran listrik. Untuk *supply* air, kami dapatkan dari Sungai Gunungsari Surabaya, yang memiliki kapasitas air jumlah banyak dan lokasinya tidak terlalu jauh dari Gresik.

6. Pemanfaatan Lahan

Gresik merupakan salah satu wilayah di Jawa Timur yang kurang subur. Sehingga kami ingin memanfaatkan lahan tersebut untuk mendirikan sautu pabrik.

II.3 KUALITAS BAHAN BAKU DAN PRODUK

II.3.1 BAHAN BAKU

Bahan baku utama yang digunakan untuk memproduksi pupuik NPK adalah urea, asam fosfat, asam sulfat, ammonia, KCl, dan ZA yang didapatkan dari PT. Petrokimia Gresik. Data kapasitas produksi PT. Petrokimia Gresik mengenai bahan baku yang akan digunakan untuk proses pembuatan pupuk NPK ditampilkan pada **Tabel II.7**.

Bahan Baku	Kapasitas Produksi (ton)
Asam Sulfat	698.796
Asam Fosfat	248.714
Ammonia	693.001
Urea	658.519
Ammonium Sulfat (ZA)	589.341

Berikut ini adalah kualitas atau spesifikasi dari bahan baku yang akan digunakan:

1. Urea (SNI 2801:2010)
 - Rumus Molekul : $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$
 - Massa Molar : 60,06
 - Densitas : 1,32 g/ml
 - Titik Lebur : 135°C
 - Spesifikasi bahan :
 - Bentuk : Butiran
 - Kadar N : Min 46 %
 - Kadar Air : Maks 0,5 %
 - Ukuran : 1,00 mm – 3,35 mm

2. KCl (SNI 02-2805-2005)
 - Rumus Molekul : KCL
 - Massa Molar : 74,5513
 - Densitas : 1,984 g/ml
 - Titik Lebur : 770°C
 - Spesifikasi bahan :
 - Bentuk : *Powder*
 - Kadar K_2O : Min 60 %
 - Kadar Air : Maks 1 %
 - Ukuran : 150 nm – 1 mm (95%)

3. Ammonia (SNI 06-0045-2006)
 - Rumus Molekul : NH_3
 - Massa Molar : 17 g/mol
 - Titik Didih : -33,34°C
 - pH : 9,25
 - Spesifikasi bahan :
 - Bentuk : Cair
 - Kadar H_2O : Maks 0,5 %
 - Kadar minyak : Maks 10 ppm

4. Asam Fosfat (SNI 06-2575-1992)
 - Rumus Molekul : H_3PO_4
 - Massa Molar : 97,99 g/mol

Densitas : 1,885 g/ml

Titik Didih : 158°C

pH : 2,148

Spesifikasi bahan :

Bentuk : Cair

Kadar P_2O_5 : Min 50%

Kadar SO_3 : Maks 4%

Kadar CaO : Maks 0,7%

5. Asam Sulfat (SNI 06-0030-1996)

Rumus Molekul : H_2SO_4

Massa Molar : 98,08

Densitas : 1,84 g/ml

Titik Didih : 337°C

pH : 1,98

Spesifikasi bahan :

Bentuk : Cair

Kadar H_2SO_4 : Min 98 %

Kadar Cl : Maks 10 ppm

Kadar NO_3 : Maks 5 ppm

6. ZA (Amonium Sulfat) (SNI 02-1760-2005)

Rumus Molekul : $(NH_4)_2SO_4$

Massa Molar : 132,14 g/mol

Densitas : 1.769 g/cm³

Titik Lebur : 235°C

Spesifikasi bahan :

Bentuk : Butiran

Kadar Nitrogen : Min 20,8 %

Kadar Belerang : Min 23,8 %

Kadar air : Maks 1 %

Kadar H_2SO_4 : Maks 0,1 %

II.3.2 PRODUK

Batas toleransi minimal kandungan pupuk NPK yang dipersyaratkan oleh Badan Standardisasi Nasional melalui SNI 2803:2010 adalah sebagai berikut:

- Nitrogen total : 8%
- Fosfor total sebagai P_2O_5 : 8%
- Kalium sebagai K_2O : 8%

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

Kandungan

- N (Nitrogen) : 15%
- P_2O_5 (Fosfat) : 15%
- K (Kalium) : 15%
- S (Sulfur) : 10%

Spesifikasi

- Bentuk granul
- Larut dalam air
- Warna putih
- Kemasan 50kg
- Berukuran 70% US Mesh -4+10

Pupuk yang akan diproduksi dikenal di pasaran sebagai pupuk NPK 15 15 15. Pupuk NPK jenis ini merupakan yang paling banyak digunakan di Indonesia karena cocok dengan tanaman padi, jagung, dan tebu.

BAB III

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

III. 1 Macam Proses

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

- *Bulk blending* (Pencampuran)
- *Mixed Acid Route* (Granulasi Fisika)
- *Nitrophosphate Route* (Granulasi Kimia)

III.1.1 *Bulk blending* (Pencampuran)

Proses *bulk blending* yaitu pencampuran butiran pupuk dalam keadaan kering secara mekanik. Bahan-bahannya berupa pupuk jadi dalam bentuk padatan yang terdiri dari urea, DAP, ZA, dan KCl. Karena bahan bakunya merupakan pupuk jadi, maka pada metode ini tidak ada reaksi yang terjadi sehingga tidak diperlukan adanya reaktor.

Secara garis besar proses pada metode *bulk blending* cukup sederhana dimulai dari penerimaan komponen bahan baku, pencampuran, granulasi, *screening*, dan coating. Bahan baku padat dilakukan penimbangan sesuai proporsi dan selanjutnya dicampur di dalam *pug mill*. Selanjutnya bahan yang sudah tercampurkan dialirkan menuju granulator untuk membentuk padatan halus menjadi granul. Granula pupuk yang terbentuk akan menuju *screener*, memisahkan produk sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Granula *undersize* dan *oversize* dikembalikan ke *pug mill*. Proses terakhir adalah pelapisan granul pupuk oleh *coating agent*.



Gambar III.1 Blok Diagram Proses Pembuatan NPK dengan Metode *Bulk Blending*

Dibandingkan metode lainnya, *bulk blending* merupakan metode yang paling sederhana. Pada metode ini secara garis besar adalah proses pencampuran dan tidak dibutuhkan reaksi kimia. Selain itu karena prosesnya tidak rumit, waktu produksinya singkat karena tidak memerlukan banyak alat. Sehingga biaya investasi dari metode ini rendah. Kelemahan metode *Bulk Blending* adalah produk pupuk yang dihasilkan kurang merata (homogen) mengingat bahan baku yang digunakan berbentuk solid dan berupa bahan baku jadi.

Keunggulan dari *bulk blending* adalah:

1. Mengurangi biaya tenaga kerja
2. Penanganan penyimpanan dan produksi yang ekonomis
3. 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* (Granulasi Fisika)

Proses *Mixed Acid Route* menghasilkan pupuk NPK dengan menggunakan proses yang menggabungkan antara *blending* bahan baku padat dan cair. Bahan baku padat merupakan pupuk granul urea, KCl, ZA, serta *clay* sebagai filler pada pupuk dan bahan baku cair adalah amoniak, asam sulfat, dan asam fosfat yang akan mengalami reaksi.

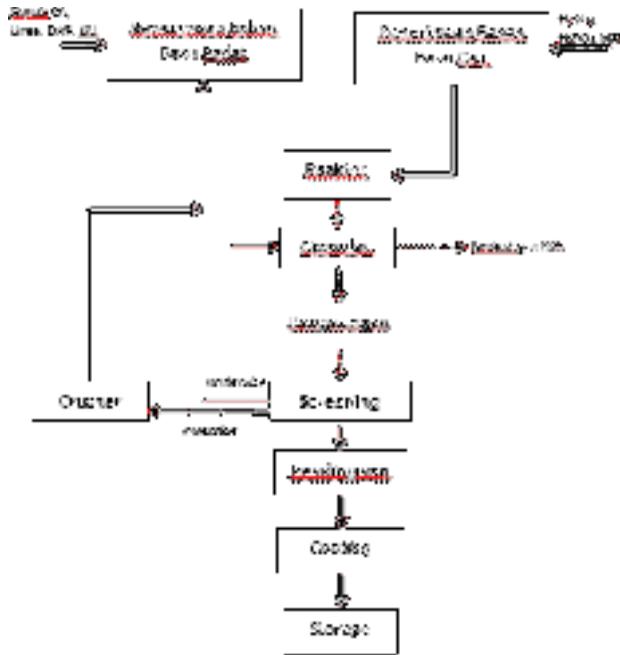
Proses pembuatan pupuk NPK secara *mixed acid route* ini melibatkan berbagai reaksi kimia pada unit-unit prosesnya, diantaranya adalah *preneutralizer tank* dan *granulator*. Produk dari metode ini juga disebut *NPK Compound*. Reaksi yang terjadi adalah reaksi antara amoniak dengan asam sulfat yang menghasilkan ZA (*amonium sulfat*) yaitu:



Sedangkan untuk reaksi antara amoniak dengan asam pospat mengahasilkan *monoammonium phosphate* (MAP) dan diteruskan akan menjadi *diammonium phosphate*.



Amoniak berfase gas yang tidak bereaksi dan debu partikel kecil dari granulator dimasukkan ke *scrubber* sebelum dilakukan *venting* ke atmosfer. Amoniak yang tidak bereaksi akan diolah kembali untuk di *recovery* menggunakan H_2O dan H_2SO_4 pada *scrubber*. Metode ini pencampurannya lebih merata dibandingkan dengan metode *bulk blending* mengingat partikel bahan yang dicampurkan berukuran kecil. Pupuk granul yang terbentuk dari granulator selanjutnya menuju *rotary dryer* untuk pengeringan dan ke *screener*. Tahap terakhir adalah pelapisan produk pupuk (*coating*). Mengingat proses produksi melibatkan dua fase bahan dan terjadi reaksi, maka produk dari metode ini memiliki homogenasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode *bulk blending*, namun diperlukan biaya investasi yang lebih tinggi.



Gambar III.1.1 Proses Pembuatan Pupuk NPK Menggunakan Metode *Mixed Acid Route*

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

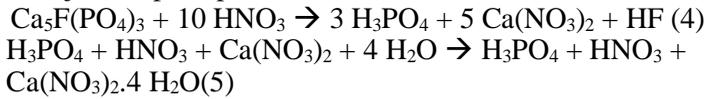
1. Metode cukup sederhana dan tidak terlalu rumit.
2. Kualitas produk yang homogen baik.
3. Biaya perawatan alat kecil dibandingkan *Nitrophosphate Route*.

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

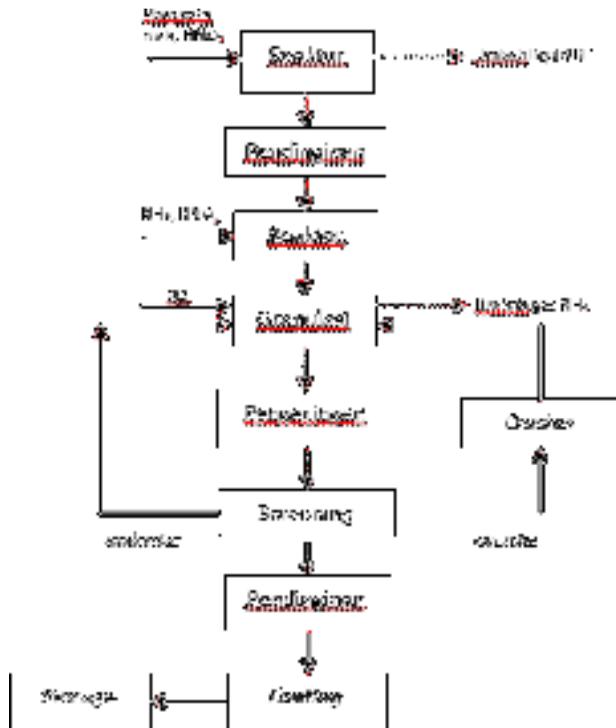
1. Biaya bahan baku asam fosfat yang cukup mahal dibandingkan batuan fosfat.
2. Bila dibandingkan dengan bulk blending, terdapat limbah berupa gas.

III.1.3 Nitrophosphate Route (Granulasi Kimia)

Proses *nitrophosphate route* menggunakan prinsip pengasaman batuan fosfat dengan asam nitrat untuk menghasilkan asam fosfat dan kalsium nitrat, seperti yang ditunjukkan pada persamaan (4) :



Asam fosfat yang dihasilkan kemudian digunakan untuk produksi P_2O_5 . Campuran ini didinginkan di bawah 0°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.



Gambar III.1.2 Proses Pembuatan Pupuk NPK Metode *Nitrophosphate Route*

Dibandingkan metode lainnya, *Nitrophosphate Route* merupakan metode paling rumit. Metode ini membutuhkan bahan baku dan reaksi kimia yang banyak sehingga proses lebih panjang dan membutuhkan alat yang lebih banyak. Produk yang dihasilkan relatif paling homogen dari pada metode lain karena proses dilakukan dari bahan baku yang benar-benar diolah dari awal. Karena proses produksi yang panjang dan kebutuhan alat yang banyak

- Keunggulan dari proses granulasi dengan metode *Nitrophosphate Route* adalah:
 1. Harga bahan baku fosfat yang relatif murah
 2. Produk yang dihasilkan lebih homogen dan seragam
- Kelemahan dari proses granulasi dengan metode *Nitrophosphate Route* adalah:
 1. Metode yang paling rumit sehingga harus diterapkan pada pabrik skala 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 batuan fosfat di Indonesia (mengingat pada umumnya batuan fosfat di Indonesia memiliki kandungan <20%, sehingga tidak sesuai untuk penambangan dalam skala besar.

III. 2 Seleksi Proses

Berikut ini merupakan perbandingan antara ketiga proses yang telah dijabarkan.

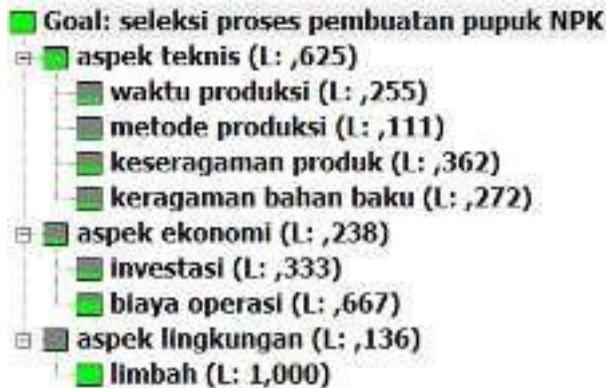
Tabel III.1 Perbandingan antara ketiga proses

Parameter	Jenis Proses		
	<i>Bulk Blending</i>	<i>Mixed acid route</i>	<i>Nitrophosphate route</i>
Aspek Teknis			
Waktu produksi	Singkat	Sedang	Panjang
Metode Produksi	Mudah	Sedang	Sulit
Keseragaman Produk	Rendah	Tinggi	Tinggi
Keragaman bahan baku	Sedikit	Sedikit	Banyak
Aspek Ekonomi			
Investasi	Cukup rendah	Cukup tinggi	Cukup tinggi
Biaya Operasi	Murah	Sedang	Sedang
Aspek Lingkungan			
Limbah	Tidak ada	Limbah gas	Limbah gas dan <i>liquid</i>

Dalam pemilihan proses yang terbaik, ditinjau 3 aspek utama yaitu:

- a. Aspek Teknis
- b. Aspek Lingkungan
- c. Aspek Ekonomis

Berikut merupakan hasil pembobotan dari *Expert Choice*:



Gambar III.2.1 Hasil Pembobotan *Expert Choice*

Dari hasil pembobotan tersebut, dapat dilihat bahwa urutan aspek yang paling di prioritaskan yaitu: aspek teknis (62,5%), aspek ekonomi (23,8%), dan aspek lingkungan (13,6%). Hal ini dikarenakan, kita sebagai produsen harus mengusahakan untuk memberikan atau menyediakan produk sebaik mungkin. Tujuannya agar konsumen merasa puas dengan produk yang kita buat. Sehingga, mereka akan terus membeli produk kita dan secara otomatis, laba yang akan kita dapatkan juga akan semakin banyak dikarenakan semakin tingginya *demand*. Sedangkan aspek lingkungan berada pada prioritas paling terakhir karena limbah yang dihasilkan oleh setiap proses dapat diolah kembali dan dilakukan *recycle*.

butk blending	,868
mixed acid mode	,413
nitrophosphate route	,225

Gambar III.2.2 Hasil Seleksi Proses

Dari hasil yang didapat dengan menggunakan *Expert Choice*, maka dapat dipilih proses *Mixed Acid Route*. Pemilihan proses tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa *Mixed Acid Route* memiliki 2 keuntungan macam proses sebelumnya, yaitu waktu produksi yang cukup singkat sehingga dapat meningkatkan kapasitas produksi dan *grade* produk pupuk yang baik. Selain itu proses *Mixed acid route* lebih sederhana dan juga hanya menghasilkan limbah gas, karena semua limbah bahan padat akan dikembalikan (di *recycle*) ke dalam proses produksi.

III.3 Uraian Proses

Proses pembuatan pupuk NPK dalam pradesain pabrik ini adalah *mixed acid route process*. Proses produksi yang menggabungkan proses pencampuran (*mixing*) dan reaksi (*reaction*). Secara umum, proses pembuatan pupuk NPK terdiri atas pemrosesan bahan padat menggunakan *pug mill* (C-221) dan bahan cair (R-210) yang selanjutnya disatukan dalam *granulator* (C-220). Uraian proses *mixed acid route* untuk pembuatan pupuk NPK yang digunakan dijelaskan sebagai berikut.

III.3.1 Persiapan dan Pencampuran bahan baku padat

Persiapan bahan baku berada pada area 100. Bahan baku padat utama pupuk NPK berupa Urea, KCl, ZA, dan *Clay* yang berasal dari truk disimpan dalam *bin* (F-121, F-122, F-123, dan F-124), lalu dialirkan menggunakan *belt conveyor* (J-125) menuju ke *bucket elevator* (J-126) yang selanjutnya akan dibawa ke dalam *pug mill* (C-221). Fungsi dari *pug mill* adalah mengontakkan dan mencampurkan sekaligus mengecilkan semua bahan baku padat agar menjadi campuran yang homogen sebelum masuk ke dalam *granulator* (C-220). Selanjutnya material padat yang telah tercampur dialirkan menuju granulator (C-220).

III.3.2 Persiapan *Slurry*

Bahan baku cair berupa H_2SO_4 , H_3PO_4 , NH_3 yang berasal dari tangki penampung (F-111, F-112, dan F-113) dialirkan dengan pompa ke dalam *neutralizer tank* (R-210). Pada tangki ini, asam sulfat dan asam fosfat dinetralisasi dengan amoniak (NH_3). Proses netralisasi ini berlangsung pada kondisi operasi $110\text{ }^\circ\text{C}$ dengan tekanan 2,5 atm. Reaksi yang terjadi pada R-210 membentuk ammonium sulfat (ZA cair), mono ammonium phosphate (MAP), dan diammonium phosphate (DAP). Reaksi yang terjadi sebagai berikut:

- $2NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$ (ZA cair)...(6)
- $NH_3 + H_3PO_4 \longrightarrow NH_4H_2PO_4$ (MAP)..... (7)
- $NH_3 + NH_4H_2PO_4 \longrightarrow (NH_4)_2HPO_4$ (DAP)...(8)

III.3.3 Proses Granulasi

Larutan dari *neutralizer tank* (R-210) selanjutnya dialirkan dalam granulator (C-220) bersama-sama dengan bahan baku padat yang telah dihomogenkan didalam *pug mill* (C-221). Amoniak dan H_2SO_4 juga turut dialirkan dari tangki penyimpanan ke granulator (C-220). Sehingga amoniak akan bereaksi dengan H_2SO_4 dan membentuk $(NH_4)_2SO_4$. Reaksi asam sulfat ini terjadi pada permukaan granul menyebabkan granul tetap kering, keadaan ini juga dapat membuat granul menjadi keras sehingga lebih mudah dalam penyimpanan dan penanganannya.

Granulasi adalah proses untuk memperbesar ukuran suatu massa dari partikel–partikel yang berukuran lebih kecil. 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. Granulasi merupakan proses utama dalam pembuatan NPK granular. Pada proses granulasi terjadi reaksi kimia dan fisis

antara berbagai bahan baku. Setelah proses granulasi, gas yang mengandung amoniak akan masuk ke dalam *scrubber* (D-222) untuk menyerap amoniak yang terbawa dengan menggunakan air yang kemudian akan di-*treatment* agar bisa digunakan kembali.

III.3.4 Pengeringan Produk

Padatan pupuk NPK keluar dari granulator (C-220) diumpankan secara gravitasi kedalam *rotary dryer* (B-230) untuk menurunkan kadar air produk menjadi 1-1,5%. *Chute* yang menghubungkan *dryer* dan *granulator* harus dipasang dengan kemiringan 70^0 agar tidak terjadi penumpukan produk pada dinding *dryer*. Pengeringan yang dilakukan dalam *rotary dryer* menggunakan udara panas yang diperoleh dari udara luar yang dipanaskan dalam *furnace* (Q-231). Udara yang keluar dari *rotary dryer* mengandung sejumlah produk, debu, dan air yang teruapkan dari produk saat dikeringkan. Udara akan dimasukkan ke dalam *cyclone* (H-234) untuk memisahkan sebagian besar partikel yang terbawa gas. Partikel debu yang tertangkap oleh *cyclone* (H-234) akan dikembalikan melalui *recycle conveyor* (J-223) sebagai *recycle* produk, sedangkan udara yang lolos akan masuk ke dalam *scrubber* (D-323) untuk menyerap amonia yang terbawa. Ammonia yang terserap dari *scrubber* akan di-*treatment* agar bisa digunakan kembali, sedangkan gas yang lolos dilepaskan ke atmosfer.

III.3.5 Penyaringan Produk

Produk kering dari *dryer* dikirim ke *screen* (H-310) untuk dipisahkan berdasarkan ukurannya yaitu *onsize*, *oversize* dan *undersize*. Produk *undersize* dari *screen* jatuh secara gravitasi kedalam *recycle conveyor* (J-223), sedangkan produk *onsize* diumpankan ke *rotary cooler* (E-320). Produk yang *oversize* akan jatuh dan masuk kedalam *crusher* (C-311) untuk dihancurkan dan kemudian akan

jatuh ke *recycle conveyor* (J-223) dan kembali ke *pug mill* (C-221).

III.3.6 Pendinginan Produk

Proses *cooling* adalah proses pendinginan butiran pupuk yang telah melalui proses penyaringan (produk *onsize*). Alat yang digunakan adalah *rotary cooler*, yang berfungsi untuk menurunkan temperatur dengan menggunakan udara kering. Produk yang telah mengalami pendinginan selanjutnya masuk kedalam *coater drum*, sedangkan udara keluar dari *rotary cooler* masuk ke cyclone.

III.3.7 Pelapisan Produk

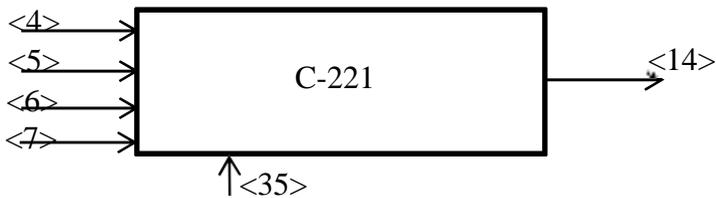
Selanjutnya, produk dingin dikirim ke *coating drum* (D-330) untuk dilapisi dengan *coating agent* karena produk bersifat higroskopis yang dapat mempercepat proses *caking* (penggumpalan), terutama jika terdapat variasi suhu udara dan kadar air. Pada proses ini terjadi pelapisan pada butiran pupuk. Terdapat 2 tahapan, yang pertama adalah proses pemberian *coating oil*, sedangkan yang kedua adalah proses pemberian *coating powder*, berupa *silica powder*. Tujuan dari pelapisan produk adalah untuk mencegah terjadinya *caking* Produk keluaran dari *coating rotary drum* dikirim ke gudang penyimpanan akhir yang kemudian akan dikemas di *storage*.

BAB IV NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI

IV.1 Neraca Massa

Waktu Operasi = 330 hari = 7920 jam
 Kapasitas Produksi = 360000mton/jam = 45454,5 kg/jam
 Basis Perhitungan = 1 jam
 Kadar Air = 1%
 kapasitas = 454,545 kg/jam
 Produk NPK = 45000,000 kg/jam

IV.1.1 Pug Mill (C-221)

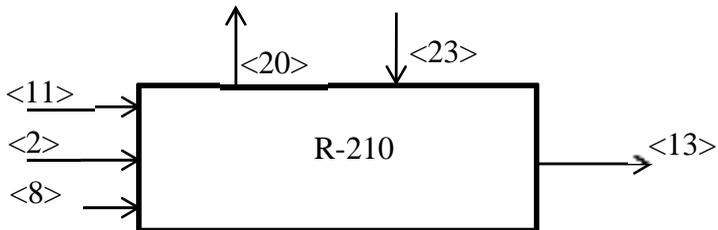


Tabel IV.1 Neraca Massa Pug Mill

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<4>		<14>
Clay	4009,814	CO(NH ₂) ₂	345,636
Sub Total	4009,814	KCl	11464,882
Komponen	<5>	Clay	4500,000
CO(NH ₂) ₂	307,985	(NH ₄) ₂ SO ₄	7483,790
H ₂ O	1,548	(NH ₄) ₂ HPO ₄	1464,788
Sub Total	309,533	H ₂ O	188,204

Komponen	<6>	Sub Total	25447,299
KCl	10216,011		
H ₂ O	103,192		
Sub Total	10319,203		
Komponen	<7>		
(NH ₄) ₂ SO ₄	5317,125		
H ₂ O	53,708		
Sub Total	5370,833		
Komponen	<35>		
CO(NH ₂) ₂	37,650		
KCl	1248,871		
Clay	490,186		
(NH ₄) ₂ SO ₄	2166,665		
(NH ₄) ₂ HPO ₄	1464,788		
H ₂ O	29,756		
Sub Total	5437,915		
Total	25447,299	Total	25447,299

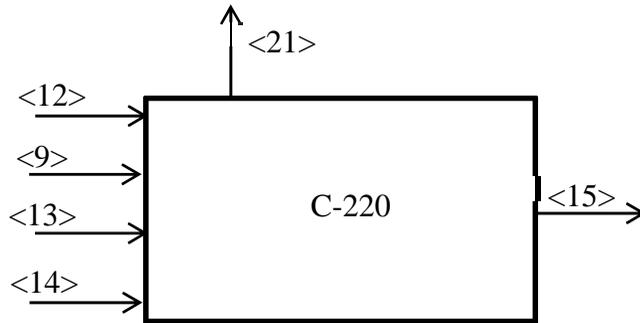
IV.1.2 Neutralizer (R-211)



Tabel IV.2 Neraca Massa Neutralizer

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<11>		<13>
H ₂ SO ₄	7368,783	(NH ₄) ₂ SO ₄	9677,168
H ₂ O	150,383	(NH ₄) ₂ HPO ₄	7668,642
Sub Total	7519,167	H ₂ O	1854,851
Komponen	<2>	NH ₄ H ₂ PO ₄	1670,254
H ₃ PO ₄	8895,916	H ₂ SO ₄	1105,318
H ₂ O	1569,867	H ₃ PO ₄	1779,183
Sub Total	10465,783	Sub Total	23755,415
Komponen	<8>	Komponen	<20>
NH ₃	4883,558	NH ₃	488,356
H ₂ O	24,540	H ₂ O	2,4540495
Sub Total	4908,099	Sub Total	490,810
Komponen	<23>		
(NH ₄) ₂ SO ₄	1240,663		
H ₂ O	112,514		
Sub Total	1353,176		
Total	24246,225	Total	24246,225

IV.1.3 Granulator (C-220)

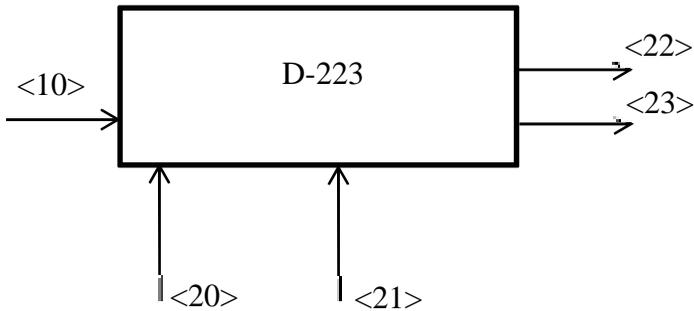


Tabel IV.3 Neraca Massa Granulator

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<12>		<15>
H ₂ SO ₄	921,098	CO(NH ₂) ₂	345,636
H ₂ O	18,798	KCl	11464,882
Sub Total	939,896	Clay	4500,000
Komponen	<9>	(NH ₄) ₂ SO ₄	19890,415
NH ₃	1729,056	(NH ₄) ₂ HPO ₄	13447,041
H ₂ O	8,689	H ₂ O	2069,728
Sub Total	1737,745	Sub Total	51717,702
Komponen	<13>	Komponen	<21>
(NH ₄) ₂ SO ₄	9677,168	NH ₃	161,839
(NH ₄) ₂ HPO ₄	7668,642	H ₂ O	0,813
H ₂ O	1854,851	Sub Total	162,653
NH ₄ H ₂ PO ₄	1670,254		
H ₂ SO ₄	1105,318		

H ₃ PO ₄	1779,183		
Sub Total	23755,415		
Komponen	<14>		
CO(NH ₂) ₂	345,636		
KCl	11464,882		
Clay	4500,000		
(NH ₄) ₂ SO ₄	7483,790		
(NH ₄) ₂ HPO ₄	1464,788		
H ₂ O	188,204		
Sub Total	25447,299		
Total	51880,355	Total	51880,355

IV.1.4 Granulator Scrubber (D-233)

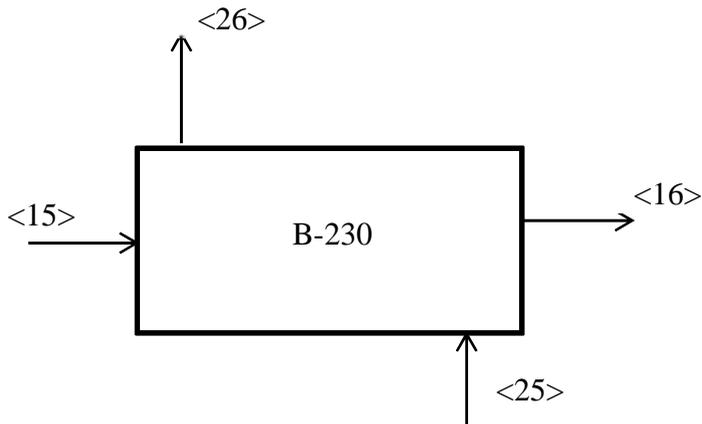


Tabel IV.4 Neraca Massa Granulator Scrubber

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<10>		<20>
H ₂ SO ₄	921,098	(NH ₄) ₂ SO ₄	330,631

H ₂ O	18,798	H ₂ O	1,661
Sub Total	939,896	Sub Total	332,292
Komponen	<24>	Komponen	<23>
H ₂ O	92,110	NH ₃	1240,663
Sub Total	92,110	H ₂ O	112,514
Komponen	<20>	Sub Total	1353,176
NH ₃	488,356		
H ₂ O	2,454		
Sub Total	490,810		
Komponen	<21>		
NH ₃	161,839		
H ₂ O	0,813		
Sub Total	162,653		
Total	1685,468	Total	1685,468

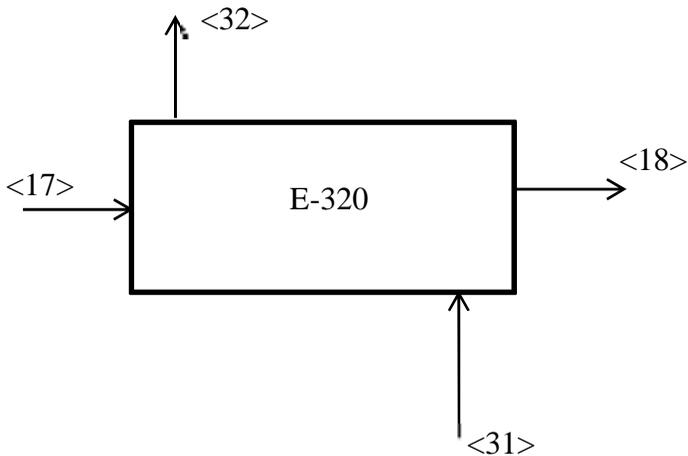
IV.1.5 Rotary Dryer (B-230)



Tabel IV.5 Neraca Massa Rotary Dryer

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<25>		<16>
Udara Kering	40964,575	CO(NH ₂) ₂	343,907
H ₂ O	770,134	KCl	11407,557
Sub Total	41734,709	Clay	4477,500
Komponen	<14>	(NH ₄) ₂ SO ₄	19790,963
CO(NH ₂) ₂	345,636	(NH ₄) ₂ HPO ₄	13379,806
KCl	11464,882	H ₂ O	249,487
Clay	4500,000	Sub Total	49649,221
(NH ₄) ₂ SO ₄	19890,415	Komponen	<26>
(NH ₄) ₂ HPO ₄	13447,041	CO(NH ₂) ₂	1,728
H ₂ O	2069,728	KCl	57,324408
Sub Total	51717,702	Clay	22,500
		(NH ₄) ₂ SO ₄	99,452
		(NH ₄) ₂ HPO ₄	67,235
		H ₂ O	2590,3746
		Udara Kering	40964,575
		Sub Total	43803,190
Total	93452,411	Total	93452,411

IV.1.6 Rotary Cooler (E-320)

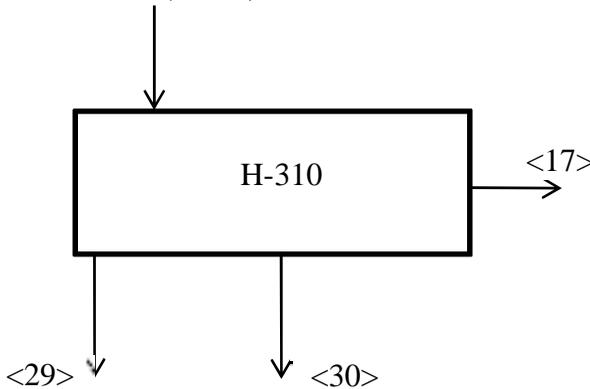


Tabel IV.6 Neraca Massa Rotary Cooler

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<31>		<18>
Udara Kering	50268,987	CO(NH ₂) ₂	307,969
H ₂ O	945,057	KCl	10215,467
Sub Total	51214,044	Clay	4009,601
Komponen	<17>	(NH ₄) ₂ SO ₄	17722,808
CO(NH ₂) ₂	309,517	(NH ₄) ₂ HPO ₄	11981,616
KCl	10266,801	H ₂ O	666,906
Clay	4029,750	Sub Total	44904,367
(NH ₄) ₂ SO ₄	17811,867	Komponen	<28>
(NH ₄) ₂ HPO ₄	12041,826	CO(NH ₂) ₂	1,548
H ₂ O	224,539	KCl	51,334
Sub Total	44684,299	Clay	20,149

		(NH ₄) ₂ SO ₄	89,059
		(NH ₄) ₂ HPO ₄	60,209
		H ₂ O	502,690
		Udara Kering	50268,987
		Sub Total	50993,975
Total	95898,343	Total	95898,343

IV.1.7 Screen (H-310)

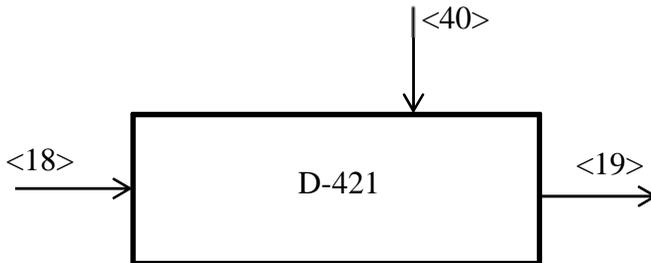


Tabel IV.7 Neraca Massa Screen

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<16>		<17>
CO(NH ₂) ₂	343,907	CO(NH ₂) ₂	309,517
KCl	11407,557	KCl	10266,801
Clay	4477,500	Clay	4029,750
(NH ₄) ₂ SO ₄	19790,963	(NH ₄) ₂ SO ₄	17811,867
(NH ₄) ₂ HPO ₄	13379,806	(NH ₄) ₂ HPO ₄	12041,826

H ₂ O	249,487	H ₂ O	224,539
Sub Total	49649,221	Sub Total	44684,299
		Komponen	<29>
		CO(NH ₂) ₂	20,634
		KCl	684,453
		Clay	268,650
		(NH ₄) ₂ SO ₄	1187,458
		(NH ₄) ₂ HPO ₄	802,788
		H ₂ O	14,969
		Sub Total	2978,953
		Komponen	<30>
		CO(NH ₂) ₂	13,756
		KCl	456,302
		Clay	179,100
		(NH ₄) ₂ SO ₄	791,639
		(NH ₄) ₂ HPO ₄	535,192
		H ₂ O	9,979
		Sub Total	1985,969
Total	49649,221	Total	49649,221

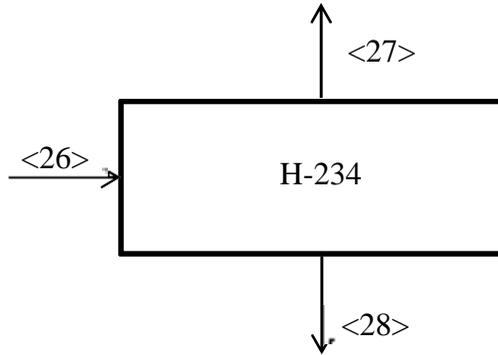
IV.1.8 Coater (D-421)



Tabel IV.8 Neraca Massa Coater

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<18>		<19>
CO(NH ₂) ₂	307,969	CO(NH ₂) ₂	307,969
KCl	10215,467	KCl	10215,467
Clay	4009,601	Clay	4009,601
(NH ₄) ₂ SO ₄	17722,808	(NH ₄) ₂ SO ₄	17722,808
(NH ₄) ₂ HPO ₄	11981,616	(NH ₄) ₂ HPO ₄	11981,616
H ₂ O	666,906	H ₂ O	666,906
Sub Total	44904,367	Coating Oil	90,000
Komponen	<35>	Coating Powder	180,000
Coating Oil	90,000	Sub Total	45174,367
Sub Total	90,000		
Komponen	<36>		
Coating Powder	180,000		
Sub Total	180,000		
Total	45174,367	Total	45174,367

IV.1.9 Dryer Cyclone (H-234)

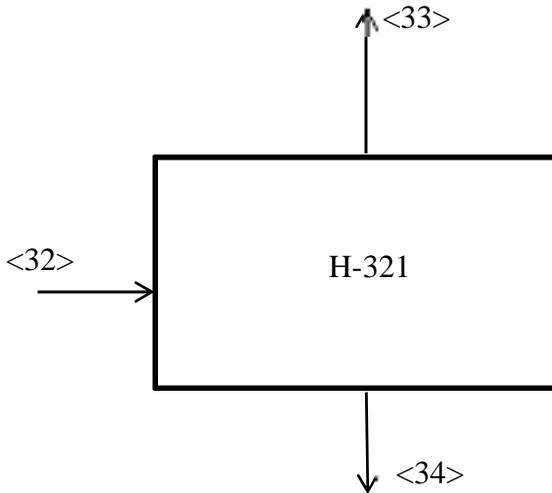


Tabel IV.9 Neraca Massa Dryer Cyclone

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<26>		<27>
CO(NH ₂) ₂	1,728	CO(NH ₂) ₂	0,009
KCl	57,324	KCl	0,287
Clay	22,500	Clay	0,113
(NH ₄) ₂ SO ₄	99,452	(NH ₄) ₂ SO ₄	0,497
(NH ₄) ₂ HPO ₄	67,235	(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,336
H ₂ O	2590,375	H ₂ O	2587,840
Udara Kering	40964,575	Udara Kering	40964,575
Sub Total	43803,190	Sub Total	43553,656
		Komponen	<28>
		CO(NH ₂) ₂	1,720
		KCl	57,038
		Clay	22,388
		(NH ₄) ₂ SO ₄	98,955

		(NH ₄) ₂ HPO ₄	66,899
		H ₂ O	2,535
		Sub Total	249,533
Total	43803,190	Total	43803,190

IV.1.10 Cooler Cyclone (H-321)

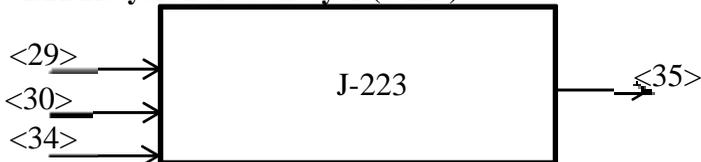


Tabel IV.10 Neraca Massa Cooler Cyclone

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<32>		<33>
CO(NH ₂) ₂	1,548	CO(NH ₂) ₂	0,008
KCl	51,334	KCl	0,257
Clay	20,149	Clay	0,101
(NH ₄) ₂ SO ₄	89,059	(NH ₄) ₂ SO ₄	0,445
(NH ₄) ₂ HPO ₄	60,209	(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,301

H ₂ O	502,690	H ₂ O	500,417
Udara Kering	50268,987	Udara Kering	50268,987
Sub Total	50993,975	Sub Total	50770,516
		Komponen	<34>
		CO(NH ₂) ₂	1,540
		KCl	51,077
		Clay	20,048
		(NH ₄) ₂ SO ₄	88,614
		(NH ₄) ₂ HPO ₄	59,908
		H ₂ O	2,272
		Sub Total	223,460
Total	50993,975	Total	50993,975

IV.1.11 Recycle Belt Conveyor (J-223)



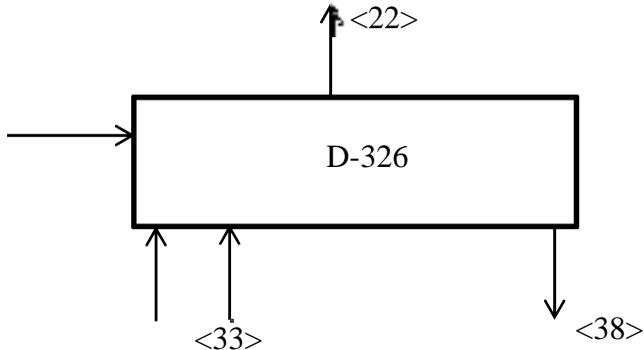
Tabel IV.11 Neraca Massa Recycle Belt Conveyor

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<28>		<35>
CO(NH ₂) ₂	1,720	CO(NH ₂) ₂	37,650
KCl	57,038	KCl	1248,871
Clay	22,388	Clay	490,186
(NH ₄) ₂ SO ₄	98,955	(NH ₄) ₂ SO ₄	2166,665
(NH ₄) ₂ HPO ₄	66,899	(NH ₄) ₂ HPO ₄	1464,788

H ₂ O	2,535	H ₂ O	29,756
Sub Total	249,533	Sub Total	5437,915
Komponen	<29>		
CO(NH ₂) ₂	20,634		
KCl	684,453		
Clay	268,650		
(NH ₄) ₂ SO ₄	1187,458		
(NH ₄) ₂ HPO ₄	802,788		
H ₂ O	14,969		
Sub Total	2978,953		
Komponen	<30>		
CO(NH ₂) ₂	13,756		
KCl	456,302		
Clay	179,100		
(NH ₄) ₂ SO ₄	791,639		
(NH ₄) ₂ HPO ₄	535,192		
H ₂ O	9,979		
Sub Total	1985,969		
Komponen	<34>		
CO(NH ₂) ₂	1,540		
KCl	51,077		
Clay	20,048		
(NH ₄) ₂ SO ₄	88,614		
(NH ₄) ₂ HPO ₄	59,908		
H ₂ O	2,272		

Sub Total	223,460		
Total	5437,915	Total	5437,915

IV.1.12 Tail Gas Scrubber (D-326)



Tabel IV.12 Neraca Massa Tail Gas Scrubber

Komponen	Masuk (kg)	Komponen	Keluar (kg)
	<27>		<37>
CO(NH ₂) ₂	0,009	CO(NH ₂) ₂	0,003
KCl	0,287	KCl	0,109
Clay	0,113	Clay	0,043
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,497	(NH ₄) ₂ SO ₄	0,189
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,336	(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,127
H ₂ O	2587,840	H ₂ O	1003,597
Udara Kering	40964,575	Udara Kering	91233,562
Sub Total	43553,656	NH ₃	231,442
Komponen	<33>	Sub Total	92469,071
CO(NH ₂) ₂	0,008	Komponen	<38>

KCl	0,257	CO(NH ₂) ₂	0,013
Clay	0,101	KCl	0,435
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,445	Clay	0,171
(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,301	(NH ₄) ₂ SO ₄	0,754
H ₂ O	500,417	(NH ₄) ₂ HPO ₄	0,510
Udara Kering	50268,987	H ₂ O	49177,913
Sub Total	50770,516	NH ₃	99,189
Komponen	<36>	Sub Total	49278,984
H ₂ O	47091,591		
Sub Total	47091,591		
Komponen	<22>		
NH ₃	330,631		
H ₂ O	1,661		
Sub Total	332,292		
Total	141748,06	Total	141748,06

IV.2 Neraca Energi

Waktu Operasi = 330 hari = 7920 jam

Kapasitas Produksi = 360000 ton/tahun = 45454,545 kg/jam

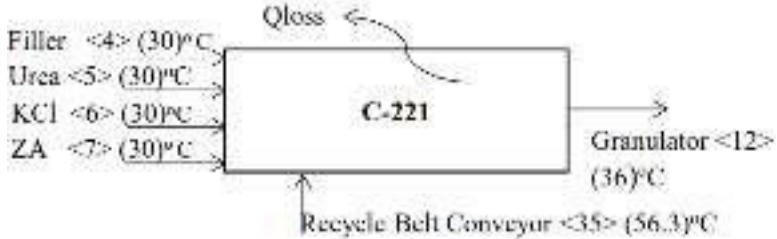
Basis Perhitungan = 1 jam Kadar Air = 1%

kapasitas = 454,545 kg/jam

Produk NPK = 45000,000 kg/jam

Suhu Referensi = 25 C

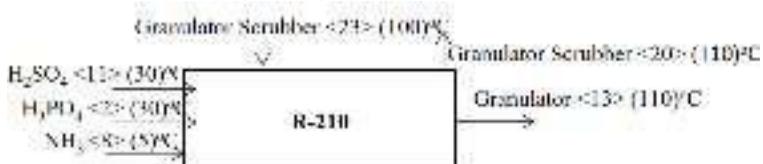
IV.2.1 Pug Mill (C-221)



Tabel IV.13 Neraca Energi Pug Mill

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_4	18790,312	ΔH_{12}	316712,030
ΔH_5	2077,966	Q_{loss}	16669,054
ΔH_6	41685,988		
ΔH_7	45055,492		
ΔH_{35}	225771,327		
Total	333381,084	Total	333381,084

IV.2.2 Neutralizer (R-211)

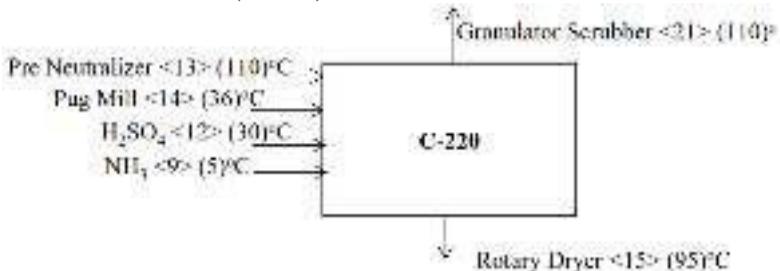


Tabel IV.14 Neraca Energi Neutralizer

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{11}	64683,464	ΔH_{20}	94062,578
ΔH_2	99403,089	ΔH_{13}	3493917,950
ΔH_8	-448678,757	ΔH_{loss}	883509,492

ΔH_{23}	191253,886	Q_{cw}	13198699,821
ΔH_R	17763528,159		
Total	17670189,841	Total	17670189,841

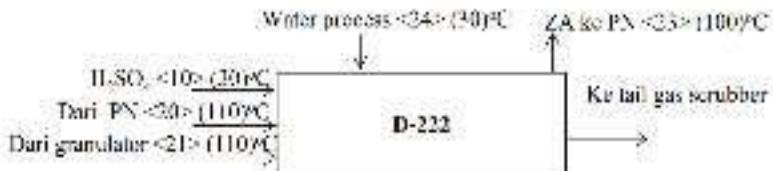
IV.2.3 Granulator (C-220)



Tabel IV.15 Neraca Energi Granulator

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{13}	3493917,950	ΔH_{21}	31172,020
ΔH_9	-158857,687	ΔH_{15}	4741074,340
ΔH_{12}	4366,031	Q_{loss}	5195307,032
ΔH_{14}	316712,030		
ΔH_R	6311415,067		
Total	9967553,392	Total	9967553,392

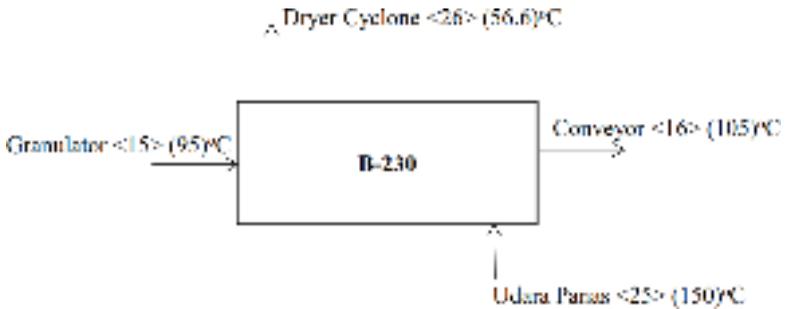
IV.2.4 Granulator Scrubber (D-223)



IV.16 Neraca Energi Granulator Scrubber

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{10}	4366,031	ΔH_{22}	63356,004
ΔH_{20}	94062,578	ΔH_{23}	191149,670
ΔH_{21}	31172,020	Q_{loss}	1726599,793
ΔH_{24}	1930,805		
ΔH_R	1849574,033		
Total	1981105,468	Total	1981105,468

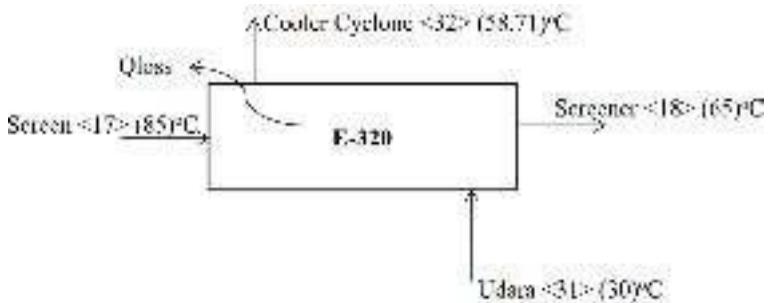
IV.2.5 Rotary Dryer (B-230)



Tabel IV.17 Neraca Energi Rotary Dryer

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{15}	19046935,679	ΔH_{16}	18472911,73
ΔH_{25}	7208062,236	ΔH_{26}	7782086,181
Total	26254997,915	Total	26254997,915

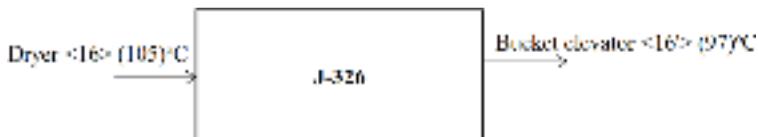
IV.2.6 Rotary Cooler (E-320)



Tabel IV.18 Neraca Energi Rotary Cooler

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{17}	3259240,207	ΔH_{18}	1781134,743
ΔH_{31}	262486,954	ΔH_{32}	1740592,418
Total	3521727,161	Total	3521727,161

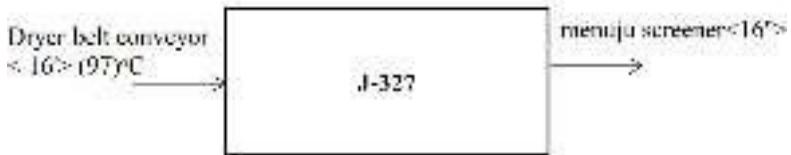
IV.2.7 Belt Conveyor (J-326)



Tabel IV.19 Neraca Energi Belt Conveyor

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{16}	5309213,116	$\Delta H_{16'}$	4778291,804
		Q_{loss}	530921,312
Total	5309213,116	Total	5309213,116

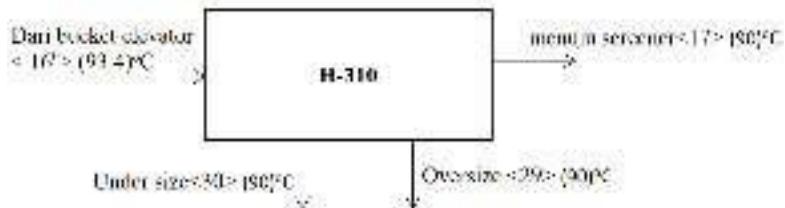
IV.2.8 Bucket elevator (J-327)



Tabel IV.20 Neraca Energi Bucket Elevator

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{16}	4778291,804	ΔH_{16}	4300462,624
		Q_{loss}	477829,180
Total	4778291,804	Total	4778291,804

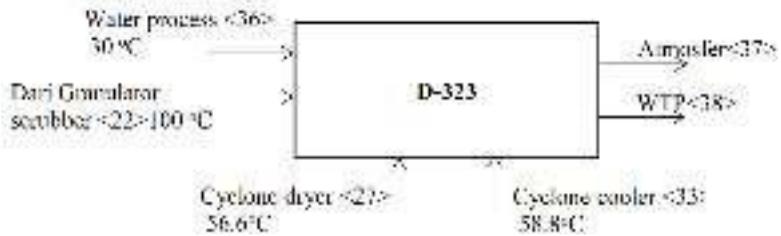
IV.2.9 Screener (H-310)



Tabel IV.21 Neraca Energi Screener

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{16}	4300462,624	ΔH_{17}	3483374,725
		ΔH_{29}	232224,982
		ΔH_{30}	154816,654
		Q_{loss}	430046,262
Total	4300462,6	Total	4300462,624

IV.2.10 Tail Gas Scrubber (D-323)



Tabel IV.22 Neraca Energi Tail Gas Scrubber

Masuk (kJ)		Keluar (kJ)	
ΔH_{22}	63383,329	ΔH_{37}	725533,901
ΔH_{36}	27068,807	ΔH_{38}	793202,000
ΔH_{27}	1472834,869	Q_{loss}	79933,468
ΔH_{33}	35382,363		
Total	1598669,369	Total	1598669,369

BAB V DAFTAR DAN HARGA PERALATAN

V.1 Clay Bin (F-121)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Clay Bin
Fungsi	Menampung bahan baku padat Clay
Kapasitas	68.89 m ³
Diameter	168 in = 4,27 m
Tinggi Total Tangki	7,6 m
Tebal Tangki	0,19 m
Tebal Tutup Bawah	0,19 m
Bahan Konstruksi	Carbon Steel SA-309
Jumlah	1 buah
Harga	\$ 51692

V.2 Urea Bin (F-122)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Urea Bin
Fungsi	Menampung bahan baku padat Urea
Kapasitas	7 m ³
Diameter	78 in
Tinggi Total Tangki	3,53 m
Tebal Tangki	0,19 in
Tebal Tutup Bawah	0,19 in
Bahan Konstruksi	Carbon Steel SA-309
Jumlah	1 buah
Harga	\$ 39192

V.3 KCl Bin (F-123)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	KCl Bin

Fungsi	Menampung bahan baku padat KCl
Kapasitas	155 m ³
Diameter	204 m
Tinggi Total Tangki	9,25 m
Tebal Tangki	0,25 in
Tebal Tutup Bawah	0,25 in
Bahan Konstruksi	Carbon Steel SA-309
Jumlah	1 buah
Harga	\$ 70758

V.4 ZA Bin (F-124)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	KCl Bin
Fungsi	Menampung bahan baku padat KCl
Kapasitas	155 m ³
Diameter	204 m
Tinggi Total Tangki	9,25 m
Tebal Tangki	0,25 in
Tebal Tutup Bawah	0,25 in
Bahan Konstruksi	Carbon Steel SA-309
Jumlah	1 buah
Harga	\$ 70758

V.5 Belt Conveyor (J-125)

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Belt Conveyor
Fungsi	Mengalirkan bahan baku padat menuju bucket conveyor
Jenis	Through Belt Conveyor
Kapasitas	17 ton/jam
Panjang	30,50 m

Lebar	0,36 m
Luas penampang	0,01 m ²
Belt ply	5
Kecepatan belt	0,270786233 m/s
Pemasangan	Horizontal
Jumlah	1 buah
Daya	4,167827667 kW
Bahan konstruksi	Carbon steel
Harga	\$37498

V.6 Bucket Elevator (J-126)

Spesifikasi	Keterangan
Fungsi	Mengalirkan bahan baku padat dan recycle ke dalam pug mill
Jenis	Continuous Bucket Elevator
Kapasitas	25 ton/jam
Tinggi	15 m
Ukuran bucket	8" x 5,5" x 7,75"
Jarak antar bucket	0,20 m
Kecepatan bucket	0,55 m/s
Pemasangan	Vertikal
Daya	6 HP
Bahan konstruksi	Carbon steel
Jumlah	1 buah
Harga	\$18007

V.7 H₂SO₄ Storage (F-113)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Tangki penampung H ₂ SO ₄ 98%
Fungsi	Menyimpan H ₂ SO ₄ 98%
Kapasitas	5335

Bentuk	Silinder dengan tutup atas & bawah benbertuk standard dishead
Diameter	192,00 in
Tebal tangki	0,19 in
Tebal tutup atas	0,31 in
Tebal tutup bawah	0,313 in
Tinggi tutup atas	0,955 m
Tinggi tutup bawah	0,955 m
Tinggi tangki	9,225 m
Bahan konstruksi	High alloy steel SA 240 grade M Tipe 316
Harga	\$238756

V.8 H3PO4 Storage (F-112)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Tangki penampung H3PO4 85%
Fungsi	Menyimpan H3PO4 85%
Kapasitas	5015 ft ³
Bentuk	Silinder dengan tutup atas & bawah benbertuk standard dishead
Diameter	192,00 in
Tebal tangki	0,00 in
Tebal tutup atas	0,01 m
Tebal tutup bawah	0,008 m
Tinggi tutup atas	0,955 m
Tinggi tutup bawah	0,955 m
Tinggi tangki	9,225 m
Bahan konstruksi	High alloy steel SA 240 grade M Tipe 316
Harga	\$233566

V.9 NH3 Storage (F-111)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Tangki penampung NH3 99,5%
Fungsi	Menyimpan NH3 99,5%
Kapasitas	11143
Bentuk	Silinder dengan tutup atas & bawah benbertuk standard dishead
Diameter	240,00 in
Tebal tangki	0,00 m
Tebal tutup atas	0,05 m
Tebal tutup bawah	0,048 m
Tinggi tutup atas	1,414 m
Tinggi tutup bawah	1,414 m
Tinggi tangki	11,958 m
Bahan konstruksi	High Alloy SA 537 CL 1
Harga	\$310574

V.10 Pug Mill (C-221)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Pug Mill
Fungsi	Mencampur bahan baku padat agar homogen sebelum masuk kedalam granulator
Type	Ribbon
Kecepatan	56 r/min
ukuran (panjang x lebar)	8 x 2 ft
ketebalan <i>plate</i>	0,25 in
diameter dari <i>shaft</i>	3,000 in
HP	30 hp
Harga	\$61649

V.11 Granulator (C-220)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Granulator
Fungsi	Mencampur antara bahan padat dan bahan cair, membentuk granul
Tipe	Drum Granulator
Bahan Konstruksi	Carbon Steel
Rate Bahan	51,88 ton/jam
Diameter	3,04 m
Panjang drum	6,080 m
Power	150 hp
Speed	7-12 rpm
Jumlah	1 buah
Harga	\$360888

V.12 Neutralizer (R-210)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Reaktor Neutralizer
Fungsi	Mereaksikan NH_3 dengan H_2SO_4 dan H_3PO_4 menjadi $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
Kapasitas	138,55
Bentuk	Silinder dengan tutup atas dan bawah benbertuk standard
Bahan konstruksi	High alloy steel SA 240 grade M Tipe 316
Jumlah	1 in
Diameter luar	54 in
Tebal tangki	0,188 in
Tebal tutup atas	0,188 in

Tebal tutup bawah	0,188 in
Tinggi tutup atas	13,929 in
Tinggi tutup bawah	13,929 in
Tinggi tangki	9,025 ft
Jenis pengaduk	six blade turbine dengan 4 baffle
D pengaduk	1,49 ft
rpm pengaduk	60 rpm
Power motor	2 hp
Volume jacket	80,267 ft ³
Diameter Jacket	65,49 in
Harga	\$172553

V.13 Rotary Dryer (B-230)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Rotary Dryer
Fungsi	Mengeringkan produk hingga kadar air sebesar 1,5%
Jenis	Direct heat Rotary Dryer (counter-current)
Kapasitas	51718 kg/jam
Diameter	4,14 m
Panjang	8,96 m
Tebal <i>Shell</i>	0,25 in
Kecepatan putaran	3,00 rpm
Sudut <i>Rotary</i>	2
<i>Time of passes</i>	6,00 menit
Jumlah <i>flight</i>	36 buah
Power	260 hp
Jumlah	1

Harga	\$153698
-------	----------

V.14 Rotary Cooler (B-321)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Rotary Cooler
Fungsi	Mendinginkan
Jenis	Direct rotary cooler (co-current)
Kapasitas	44684 kg/jam
Diameter	4,17 m
Panjang	6,36 m
Tebal <i>Shell</i>	0,25 in
Kecepatan putaran	3,00 rpm
Sudut <i>Rotary</i>	2
<i>Time of passes</i>	5,00 menit
Jumlah <i>flight</i>	48 buah
Power	230 hp
Jumlah	1 buah
Harga	\$145648

V.15 Belt Conveyor (J-236)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Belt Conveyor
Fungsi	Mengalirkan bahan baku padat dari dryer
Jenis	Through Belt Conveyor
Kapasitas	45 ton/jam
Diameter	4,58 m
Panjang	0,36 m
Tebal <i>Shell</i>	0,01 m ²
Kecepatan putaran	5
Sudut <i>Rotary</i>	0,053597311 m/s

<i>Time of passes</i>	Horizontal
Jumlah <i>flight</i>	1 buah
Power	1,2503483 kw
Jumlah	Carbon steel
Harga	\$5508

V.16 Bucket Elevator (J-237)

Spesifikasi	Keterangan
Fungsi	Mengalirkan produk ke screener
Jenis	Continuous Bucket Elevator
Kapasitas	50 ton/jam
Tinggi	15 m
Ukuran bucket	8" x 5,5" x 7,75"
Jarak antar bucket	0,30 m
Kecepatan bucket	1,08 m/s
Pemasangan	Vertikal
Daya	6 HP
Bahan konstruksi	Carbon steel
Jumlah	1 buah
Harga	\$16524

V.17 Screen (H-310)

Spesifikasi	Keterangan
Jenis ayakan	Square and slightly rectangular open
Kapasitas ayakan	49,64922126
Bukaan ayakan	1,7
Diameter kawat	0,8
Luas ayakan	8,17
Bahan konstruksi	Baja karbon
Jumlah	1
Harga	\$59318

V.18 Belt Conveyor (J-312)

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Mengalirkan produk ke screener
Fungsi	Continuous Bucket Elevator
Jenis	50 ton/jam
Kapasitas	15 m
Panjang	8" x 5,5" x 7,75"
Lebar	0,30 m
Luas penampang	1,08 m/s
Belt ply	Vertikal
Kecepatan belt	6 HP
Pemasangan	Carbon steel
Jumlah	1 buah
Daya	\$16524
Bahan Kontruksi	Carbon Steel
Harga	\$5508

V.19 Coater (D-330)

Spesifikasi	Keterangan
Fungsi	Melapisi produk dengan coating oil & coating agent
Jenis	Rotating drum
Kapasitas	45175 kg/jam
Panjang	3 m
Diameter	1,66 m
Putaran	5,00 rpm
Daya	20 HP
Bahan konstruksi	Baja karbon
Jumlah	1 buah
Harga	\$63132

V.20 Belt Conveyor (J-331)

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Belt Conveyor
Fungsi	Mengalirkan produk dari coater
Jenis	Through Belt Conveyor
Kapasitas	41 ton/jam
Panjang	4,58 m
Lebar	0,41 m
Luas penampang	0,01 m ²
Belt ply	5
Kecepatan belt	0,070934644 m/s
Pemasangan	Horizontal
Jumlah	1 buah
Daya	1,0296986 kW
Bahan konstruksi	Carbon steel
Harga	\$5932

V.21 NPK Storage (F-410)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	NPK Storage
Fungsi	Sebagai tempat menyimpan NPK
Panjang gudang	145,95 m
Lebar gudang	145,95 m
Tinggi gudang	97 m
Volume gudang	876 m ³
Konstruksi	Pondasi dasar beton
Harga	\$158888

V.22 Dryer Cyclone (H-234)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Dryer Cyclone

Fungsi	Memisahkan padatan yang terikut udara
Kecepatan gas masuk	1621,663 m/s
Lebar inlet cyclone rectangular	0,770 m
Diameter cyclone	3,079 m
Diameter saluran gas keluar	1,539 m
Tinggi cyclone pada gas masuk	1,539 m
Panjang ruang arah aliran gas	6,157 m
Lebar outlet cyclone rectangular	0,385 m
Panjang ruang spiral dalam cyclone	6,157 m
Diameter partikel keluar	0,770 m
Jumlah	1
Harga	\$78703

V.23 Cooler Cyclone (H-321)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	cooler Cyclone
Fungsi	Memisahkan padatan yang terikut udara
Kecepatan gas masuk	1993,953 m/s
Lebar inlet cyclone rectangular	1,148 m
Diameter cyclone	4,591 m
Diameter saluran gas keluar	2,296 m
Tinggi cyclone pada gas masuk	2,296 m

Panjang ruang arah aliran gas	9,182 m
Lebar outlet cyclone rectangular	0,574 m
Panjang ruang spiral dalam cyclone	9,182 m
Diameter partikel keluar	1,148 m
Jumlah	1
Harga	\$130500

V.24 Belt Conveyor (J-223)

Spesifikasi	Keterangan
Nama alat	Belt Conveyor
Fungsi	Mengalirkan bahan baku padat recycle
Jenis	Through Belt Conveyor
Kapasitas	5 ton/jam
Panjang	122 m
Lebar	0,36 m
Luas penampang	0,01 m ²
Belt ply	5
Kecepatan belt	0,078286493 m/s
Pemasangan	Horizontal
Jumlah	1 buah
Daya	16,67131067 kw
Bahan konstruksi	Carbon steel
Harga	\$114717

V.25 NH3 Pump (L-114)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Pompa
Fungsi	Memompa NH3 dari tangki penampung ke reaktor

Tipe	Centrifugal pump
Kapasitas	45,9 gpm
Material case	Cast iron
Material rotor	Stainless steel
Suction pressure	10 atm
Discharge pressure	11 atm
Beda ketinggian	11 ft
Ukuran pipa	2,5 in sch 40
Power pompa	176,06 kw
Jumlah	2 buah
Harga	\$9533

V.26 H3PO4 Pump (L-115)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Pompa
Fungsi	Memompa bahan baku H3PO4 ke reaktor netralisasi
Tipe	Centrifugal pump
Kapasitas	20,6
Material case	Cast iron
Material rotor	Stainless steel
Suction pressure	1 atm
Discharge pressure	2 atm
Beda ketinggian	9,85 ft
Ukuran pipa	2 in sch 40
Power pompa	79,82 kw
Jumlah	1
Harga	\$8156

V.27 H2SO4 Pump (L-116)

Spesifikasi	Keterangan
-------------	------------

Nama	Pompa
Fungsi	Memompa bahan baku H ₂ SO ₄ ke reaktor netralisasi,
Tipe	Centrifugal pump
Kapasitas	22,0 gpm
Material case	Cast iron
Material rotor	Stainless steel
Suction pressure	1 atm
Discharge pressure	2 atm
Beda ketinggian	7 ft
Ukuran pipa	2 in sch 40
Power pompa	84,30
Jumlah	1
Harga	\$8156

V.28 Packaging machine (P-411)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Packaging machine
Fungsi	Mengemasi produk akhir
Model	DCS-25F
Konsumsi udara	0,65 Mpa, 4 m ³ /Min, 6 kg /cm ²
Maks Packing film width	520mm
Panjang tas	80-350mm
Lebar tas	80-250mm
Packing film roll diameter	Max. 360mm
Kecepatan pengepakan	5-70 tas/menit
Ketebalan Film	0,04-0,08 mm
Sumber daya listrik	220V. 50/60 hz. 3 kw
Ukuran mesin	(L) 1550x (W) 1200x (H) 1800mm
Harga	\$52963

V.29 Crusher (C-311)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Roll crusher
Fungsi	Mengecilkan ukuran produk NPK oversize
Tipe	Roll crusher
Jumlah	1
Kapasitas	3971,937701 kg/jam
D Roll	72 mm
Width	1 m
Rpm	171
Daya	2 hp
Reduction ratio	1,6825
Jumlah	1
Harga	\$6038

V.30 Blower (G-233)

Spesifikasi	Keterangan
Fungsi	Menghisap udara sebelum dipanaskan dengan furnace
Tipe	Centrifugal fan dengan backward - curved
Jumlah	1
Kapasitas	40965 kg/jam
Power	1304,86 kW
Harga	\$42370

V.31 Blower (G-232)

Spesifikasi	Keterangan
Fungsi	Menghisap udara sebelum dipanaskan dengan furnace
Tipe	Centrifugal fan dengan backward - curved
Jumlah	1
Kapasitas	40965 kg/jam

Power	1304,86 kW
Harga	\$42370

V.32 Blower (G-235)

Spesifikasi	Keterangan
Fungsi	Menghisap udara dari dryer cyclone
Tipe	Centrifugal fan dengan backward - curved
Jumlah	1
Kapasitas	43554 kg/jam
Power	1387,33 kW
Harga	\$47651

V.33 Blower (G-322)

Spesifikasi	Keterangan
Fungsi	Menghisap udara dari cooler cyclone
Tipe	Centrifugal fan dengan backward - curved
Jumlah	1
Kapasitas	51095 kg/jam
Power	1627,55 kW
Harga	\$59524

V.34 Tail Gas Scrubber (D-323)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Tail Gas Scrubber
Fungsi	Memisahkan debu padatan yang terikut
Tipe	Venturi Scrubber
Kapasitas	2,824026477 ft ³ /s
Diameter <i>droplet</i>	13
Bahan	cast iron
Jumlah	1
Harga	\$59424

V.35 Furnace (Q-231)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Furnace
Fungsi	Memaskan udara sebelum digunakan di rotary dryer
Panjang tube	11,7348 m
Jumlah tube	21
End walls	196,6 m ²
Side walls	93,74110284 m ²
Bridge walls	73,47275628 m ²
Floor and arch	288,8239385 m ²
Jumlah	1
Harga	\$294579

V.36 Granulator Scrubber (D-222)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Granulator scrubber
Fungsi	Menangkap NH ₃ dari Pre Neutralizer dan Granulator
Diameter	0,42 m ²
Tinggi	2,04 m
Tipe packing	Intalox saddles
Ukuran packing	25 mm
Bahan packing	Plastik
Tipe Sprayer	Centrifuge
Jumlah sprayer	5
Harga	\$61543

V.37 Coating Powder Bin (F-332)

Spesifikasi	Keterangan
Nama Alat	Coating Powder Bin
Fungsi	Menampung coating powder

Kapasitas	11 m ³
Diameter	84 in
Tinggi Total Tangki	3,79 m
Tebal Tangki	0,00 m
Tebal Tutup Bawah	0,00 m
Bahan Konstruksi	Carbon Steel SA-309
Jumlah	1
Harga	\$30718

V.38 Coating Oil Tank (F-334)

Spesifikasi	Keterangan
Nama	Tangki penampung Coating oil
Fungsi	Menyimpan Coating oil
Kapasitas	1609 ft ³
Bentuk	Silinder dengan tutup atas & bawah benbertuk standard dishead
Diameter	3,35 m
Tebal tangki	0,00 m
Tebal tutup atas	0,00 m
Tebal tutup bawah	0,005 m
Tinggi tutup atas	0,579 m
Tinggi tutup bawah	0,579 m
Tinggi	6,187 m
Bahan konstruksi	High alloy steel SA 240 grade M Tipe 316
Harga	\$113023

BAB VI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dapat dijadikan sebagai salah satu parameter kelayakan suatu pabrik untuk didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik dalam aspek ekonomi, maka dilakukan perhitungan terhadap kebutuhan bahan baku, penjualan produk yang dihasilkan, serta biaya utilitas dan operasional dalam rancangan pabrik tersebut. Selain itu, biaya konstruksi dalam masa pembangunan pabrik, biaya instalasi alat, serta biaya-biaya lain yang ditujukan dalam proses pembangunan pabrik, perlu diperhitungkan juga. Dalam analisa ini, data perhitungan didasarkan pada Neraca Massa dan Panas sebagaimana tercantum dalam Bab IV, serta Spesifikasi Alat sebagaimana tercantum dalam Bab V.

VI.1 Pengelolaan Sumber Daya Manusia

VI.1.2 Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan dalam Pabrik Pupuk NPK ini dipilih berupa Perseroan Terbatas (PT), dimana Perseroan Terbatas merupakan organisasi usaha yang memiliki badan hukum resmi yang hanya berlaku pada perusahaan tanpa melibatkan harta pribadi dan/atau kelompok yang ada di dalamnya. Dalam perusahaan berbentuk PT, umum dikenal istilah pemilik modal dan pelaksana perusahaan, dimana pemilik modal berhak atas keputusan-keputusan untuk menentukan arah kebijakan perusahaan termasuk menunjuk pelaksana.

Berikut merupakan beberapa alasan dalam pemilihan bentuk perusahaan sebagai Perseoran Terbatas (PT) :

1. Pemilik modal adalah pemegang saham perusahaan
2. Pemilik modal tidak harus sebagai pelaksana perusahaan, dengan kata lain dapat menunjuk pelaksana seperti Dewan Komisaris dan Direksi
3. Tidak melibatkan harta pribadi pemegang saham dalam menjalankan perusahaan

4. Modal perusahaan dapat lebih mudah diperoleh, yaitu dari penjualan saham perusahaan maupun dari pinjaman

VI.1.2 Sistem Organisasi Perusahaan

Sistem organisasi perusahaan ini adalah lini dan staff, dimana terdapat pelimpahan wewenang yang berlangsung secara vertikal dan sepenuhnya dari pucuk pimpinan ke kepala bagian di bawahnya. Alasan pemakaian sistem ini adalah :

- Ada pembagian tugas dan wewenang yang jelas
- Staffing dilaksanakan sesuai dengan prinsip “*the right man on the right place*”
- Bentuk organisasi ini fleksibel untuk diterapkan
- Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi yang kontinu
- Terdapat garis pertanggung-jawaban yang jelas dari masing-masing elemen jabatan structural yang ada

Dalam organisasi lini dan staff, terdapat dua elemen utama yang memiliki pembagian tugasnya masing-masing, sebagai berikut :

1. Pimpinan

Pimpinan memiliki fungsi secara garis besar sebagai berikut :

- a. Membuat perencanaan strategis capaian terhadap bidang atau wilayah kerja yang dinaunginya, untuk kurun waktu tertentu
- b. Membuat rencana kerja yang terperinci dengan mengkoordinasikan pada anggota atau para staff
- c. Meninjau secara teratur pelaksanaan pekerjaan dari setiap bagian dan memberikan bimbingan / petunjuk dalam pelaksanaan tugas
- d. Melaporkan kepada pimpinan bagian di atasnya terkait dengan hal-hal strategis pengelolaan pabrik

- e. Mewakili atas nama perusahaan dan/atau pabrik dalam perjanjian, undangan, perundingan, dan acara eksternal
2. Staff (Pembantu pimpinan)
Staff memiliki fungsi secara garis besar sebagai berikut :
- a. Membantu pimpinan dalam perencanaan, pengawasan, dan evaluasi pengelolaan pabrik
 - b. Melaksanakan fungsi-fungsi teknis sesuai dengan instruksi dan arahan pimpinan dalam rangka pengelolaan pabrik
 - c. Melakukan kegiatan-kegiatan dalam hal administrasi, pengelolaan, dan penelitian yang bersifat memberikan daya dukung terhadap pimpinan

VI.1.3 Struktur Organisasi

Berikut merupakan departementalisasi / pembagian fungsi kerja dalam setiap elemen yang ada dalam organisasi perusahaan ini.

3. Rapat Umum Pemegang Saham
- Rapat Umum Pemegang Saham merupakan forum permusyawaratan tertinggi yang ada dalam lingkup perusahaan. Rapat Umum Pemegang Saham memiliki tugas dan fungsi :
- Mengambil keputusan tertinggi yang berkaitan dengan visi & misi, tujuan, serta capaian strategis perusahaan
 - Mengambil keputusan terkait investasi dan perputaran modal perusahaan
 - Mengangkat dan memberhentikan anggota Dewan Komisaris
 - Mengangkat dan memberhentikan anggota Direksi
 - Meminta pertanggung-jawaban terhadap kinerja Dewan Komisaris dan Direksi dalam pengelolaan pabrik dan / atau perusahaan
 - Mengesahkan laporan tahunan perusahaan

- Menetapkan kebijakan pembagian *dividen* perusahaan
 - Rapat Umum Pemegang Saham tidak memiliki kewenangan untuk mengintervensi pelaksanaan tugas dan fungsi dari Dewan Komisaris dan Direksi dalam pengelolaan pabrik dan/atau perusahaan
2. Dewan Komisaris
- Dalam pengelolaan pabrik dan/atau perusahaan, dewan komisaris memiliki tugas dan fungsi :
- Mengawasi kinerja Direksi dalam menjalankan pengelolaan pabrik dan/atau perusahaan
 - Menetapkan kebijakan dan arahan strategis dalam hal pengelolaan pabrik dan/atau perusahaan kepada Direksi
 - Memberikan nasehat dan masukan kepada Direksi dalam rangka pengelolaan pabrik dan/atau perusahaan
3. Direktur Utama
- Dalam pengelolaan pabrik dan/atau perusahaan, Direktur Utama adalah sebagai pimpinan eksekutif tertinggi dan sebagai penanggung-jawab utama secara keseluruhan. Direktur utama memiliki uraian tugas dan fungsi :
- Melaksanakan arahan strategis perusahaan, yang diwujudkan dalam bentuk perumusan dan penetapan sistem organisasi beserta perangkat pelaksanaanya
 - Menyelenggarakan koordinasi dengan elemen-elemen pelaksana yang ada dibawahnya
 - Memberikan arahan dan instruksi pelaksanaan tugas terhadap elemen-elemen yang ada dibawahnya
 - Menetapkan kebijakan fiskal dalam bentuk anggaran belanja dan pendapatan perusahaan
 - Bertanggung-jawab kepada Dewan Komisaris tentang pelaksanaan anggaran belanja dan pendapatan perusahaan
4. Direktur

Dalam melaksanakan tugasnya, Direktur Utama dibantu oleh dewan direksi yang terdiri atas Direktur Produksi, Direktur Pemasaran, Direktur Keuangan, Direktur Teknik dan Direktur SDM. Keempat direktur tersebut dibentuk atas dasar pengelompokan kesamaan aspek yang harus dikelola dalam menjalankan pabrik dan/atau perusahaan. Hal demikian dilakukan dengan prinsip departementalisasi. Keempat direktur tersebut memiliki tugas dan fungsi :

- Membantu Direktur Utama dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi terhadap pengelolaan pabrik dan/atau perusahaan, sesuai dengan bidang atau wilayah yang dinaunginya
- Bertanggung-jawab atas pelaksanaan dan pengambilan keputusan dalam bidang atau wilayah yang dinaunginya
- Melakukan laporan dan pertanggung-jawaban terhadap tugas dan keputusan yang diambil kepada Direktur Utama

5. Kepala Bagian Proses

Kepala bagian proses merupakan salah satu penanggung-jawab dalam bidang produksi, yang memiliki tanggung-jawab untuk merencanakan, mengawasi pelaksanaan, dan mengevaluasi terhadap proses utama yang berlangsung di pabrik

6. Kepala Bagian Utilitas

Kepala bagian utilitas merupakan salah satu penanggung-jawab dalam bidang produksi, yang memiliki tanggung-jawab untuk merencanakan, mengawasi pelaksanaan, dan mengevaluasi terhadap pengelolaan utilitas pabrik dan memberikan daya dukung terhadap proses produksi utama dalam pabrik

7. Kepala Bagian Quality Control

Kepala bagian quality control merupakan salah satu penanggung-jawab dalam bidang produksi, yang memiliki

tanggung-jawab untuk merencanakan, mengawasi pelaksanaan, dan mengevaluasi terhadap kualitas produk di beberapa titik produksi, serta mengeluarkan rekomendasi yang berkaitan tentang proses produksi yang berlangsung kepada kepala bagian proses

8. Kepala Bagian Maintenance

Kepala bagian maintenance merupakan salah satu penanggung-jawab dalam bidang produksi, yang memiliki tanggung-jawab untuk merencanakan, mengawasi pelaksanaan, dan mengevaluasi terhadap kualitas alat-alat industri kimia pada proses utama maupun lainnya, dan bertanggung-jawab terhadap pemeliharaan peralatan industri di pabrik

9. Kepala Bagian Penjualan

Kepala bagian penjualan merupakan salah satu penanggung-jawab dalam bidang pemasaran, yang memiliki tanggung-jawab untuk merencanakan, mengawasi pelaksanaan, dan mengevaluasi terhadap target kuantitas penjualan produk-produk perusahaan

10. Kepala Bagian Inovasi Produk

Kepala bagian inovasi produk merupakan salah satu penanggung-jawab dalam bidang pemasaran, yang memiliki tanggung-jawab untuk merencanakan, mengawasi pelaksanaan, dan mengevaluasi terhadap analisa pasar dan pengembangan produk-produk perusahaan yang diminati oleh pasar, serta menyelenggarakan program-program dalam rangka mempromosikan produk-produk perusahaan

11. Kepala Bagian Pengadaan

Kepala bagian pengadaan merupakan salah satu penanggung-jawab dalam bidang keuangan, yang memiliki tanggung-jawab untuk merencanakan, mengawasi pelaksanaan, dan mengevaluasi terhadap pengelolaan dan pengadaan barang serta kelengkapan lainnya dalam rangka melaksanakan pengelolaan pabrik dan/atau perusahaan

12. Kepala Bagian Pembukuan

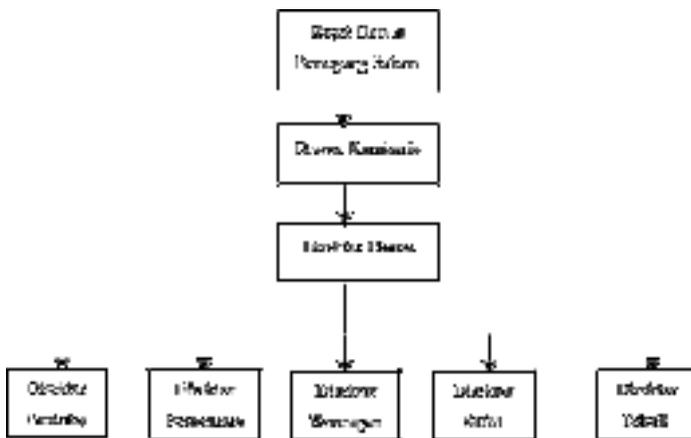
Kepala bagian pembukuan merupakan salah satu penanggung-jawab dalam bidang keuangan, yang memiliki tanggung-jawab untuk merencanakan, mengawasi pelaksanaan, dan mengevaluasi terhadap administrasi dan keuangan dalam pengelolaan pabrik dan/atau perusahaan

13. Kepala Bagian Pendidikan, Pelatihan dan Pengembangan

Kepala bagian pendidikan, pelatihan dan pengembangan merupakan salah satu penanggung-jawab dalam bidang SDM, yang memiliki tanggung-jawab untuk merencanakan, mengawasi pelaksanaan, dan mengevaluasi terhadap program-program pengembangan *softskill* dan *hardskill* dalam rangka meningkatkan kualitas SDM di perusahaan

14. Kepala Bagian Personalia

Kepala bagian personalia merupakan salah satu penanggung-jawab dalam bidang SDM, yang memiliki tanggung-jawab untuk merencanakan, mengawasi pelaksanaan, dan mengevaluasi terhadap penerimaan pegawai, dan juga menaungi dalam hal kesejahteraan pegawai yang meliputi gaji dan tunjangan



Gambar VI.1 Struktur Organisasi Perusahaan

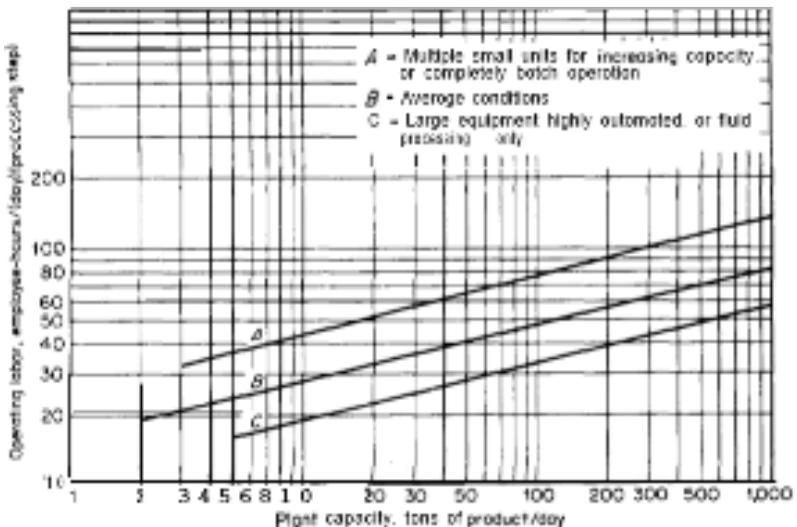
VI.1.4 Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Jumlah karyawan yang dibutuhkan dalam pengelolaan produksi di Pabrik Pupuk NPK diuraikan sebagai berikut :

1. Penentuan Jumlah Karyawan Operasional

Jumlah karyawan operasional yang dibutuhkan untuk proses produksi di Pabrik Natrium Hidroksida adalah sebagai berikut :

- Kapasitas Produksi NPK = 1080 ton/hari



Gambar VI.2 Grafik Kebutuhan Pekerja untuk Industri Kimia

(Timmerhaus, 1991)

- Berdasarkan *Figure 6-8, Timmerhaus, p. 198*, didapatkan bahwa untuk kondisi *average condition* Pabrik Pupuk NPK, diperlukan karyawan sebanyak 85 orang/hari untuk tiap tahapan proses
- ##### 2. Jadwal Jam Kerja
- Dalam melaksanakan kegiatan operasional produksi di Pabrik Pupuk NPK, dilakukan pembagian jam kerja

berdasarkan status karyawan, yaitu karyawan *non-shift* dan karyawan *shift*.

a. Karyawan *non-shift*

Karyawan *non-shift* merupakan karyawan yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi di pabrik. Karyawan merupakan yang termasuk golongan *non-shift* adalah yang bekerja dalam hal :

- Administrasi dan keuangan
- Personalia
- Pergudangan
- Manajemen perusahaan, dan lain-lain

Jam kerja dari karyawan *non-shift* diatur sebagai berikut :

Hari Kerja : Senin – Jumat

Jam Kerja : 08.00 – 16.00 WIB

Jam Istirahat :

Senin – Kamis : 12.00 – 13.00 WIB

Jumat : 11.00 – 13.00 WIB

Hari Sabtu dan Minggu, serta hari-hari besar Nasional merupakan hari libur bagi karyawan *non-shift*.

b. Karyawan *shift*

Karyawan *shift* merupakan karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi di pabrik. Karyawan merupakan yang termasuk golongan *shift* adalah yang bekerja dalam hal :

- Engineer dan Supervisor
- Teknisi
- Operator
- Security, dan lain-lain

Jam kerja dari karyawan *shift* untuk setiap *shift* adalah selama 8 jam, dengan pembagian dan penggantian *shift* dilakukan sesuai dengan aturan

International Labour Organization (ILO). Aturan tersebut yaitu sistem *metropolitan rota* atau bisa disebut dengan 2-2-2, dimana dalam 1 minggu seorang karyawan akan melakukan 2 hari *shift* pagi, 2 hari *shift* sore, 2 hari *shift* malam, dan 1 hari libur. Jam kerja karyawan *shift* sebagai berikut :

Shift Pagi : 08.00 – 16.00 WIB

Shift Sore : 16.00 – 24.00 WIB

Shift Malam : 00.00 – 08.00 WIB

Dalam rangka penyegaran *shift* karyawan, maka seluruh karyawan yang termasuk dalam golongan karyawan *shift* dibagi menjadi 4 grup, yaitu grup A, B, C, dan D. Sistem ini dapat disajikan dalam tabulasi sebagai berikut :

Tabel VI.1 Jadwal Shift Karyawan dengan Sistem 2-2-2

Hari	1	2	3	4	5	6	7
<i>Shift</i>							
Pagi	A	D	C	B	A	D	C
Sore	B	A	D	C	B	A	D
Malam	C	B	A	D	C	B	A
Libur	D	C	B	A	D	C	B

VI.1.5 Status Karyawan dan Pengupahan

1. Karyawan Tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapatkan gaji penuh bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerjanya

2. Karyawan Harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan oleh Direksi tanpa SK dari Direksi, serta mendapatkan upah harian yang dibayar setiap akhir pekan

3. Tenaga Ahli

Tenaga ahli merupakan pekerja yang diperlukan oleh pabrik dan/atau perusahaan dalam kondisi tertentu apabila diperlukan saja, misal : teknisi *maintenance* alat pada saat *shut down*, bongkar-muat bahan baku, dan lain sebagainya. Tenaga ahli menerima upah untuk setiap satu pekerjaan yang selesai dilaksanakannya

VI.2 Utilitas

Utilitas merupakan sarana penunjang suatu proses industri, baik dalam proses utama maupun proses-proses penunjang yang berlangsung di dalam suatu pabrik. Sarana utilitas pada Pabrik Pupuk NPK meliputi :

1. Air, yang berfungsi sebagai sanitasi, air pendingin (cooling water), dan air proses.

2. Listrik, yang berfungsi sebagai tenaga penggerak dari peralatan proses maupun penerangan
3. Pengolahan limbah, yang berfungsi untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan lingkungan sekitar pabrik

Maka untuk memenuhi kebutuhan utilitas di lingkungan pabrik sebagaimana tersebut, diperlukan unit-unit sebagai penghasil sarana utilitas, yaitu :

VI.2.1 Unit Pengolahan Air

Kebutuhan air untuk pabrik diambil dari aliran air sungai Gunungsari Kota Surabaya, dimana sebelum digunakan air tersebut perlu diolah terlebih dahulu. Hal itu dimaksudkan untuk menghilangkan zat-zat pengotor yang terkandung dalam air, agar tidak terjadi *scaling* dan pengerakan pada alat, serta persenyawaan dengan bahan-bahan pada proses produksi di pabrik. Air di Pabrik Natrium Hidroksida digunakan untuk kepentingan :

- Air Bahan Baku Proses
- Air Pendingin
- Air Sanitasi, meliputi laboratorium dan karyawan

Dalam unit pengolahan air ini, diperlukan peralatan sebagai berikut : pompa air sungai, bak pra-sedimentasi, bak koagulasi dan flokulasi, tangki tawas dan Ca(OH)_2 , bak pengendapan, bak penampung, sand filter, tangki desinfektan, clarifier, dan tangki penampung air sanitasi.

VI.2.2 Unit Penyiapan Bahan Bakar

Dalam proses produksi di Pabrik Pupuk NPK, dibutuhkan bahan bakar yang menghasilkan panas untuk proses pengeringan produk. Udara bebas dari lingkungan diambil dan dipanaskan menggunakan *furnace* hingga suhu 150°C . Bahan bakar yang digunakan untuk memanaskan udara adalah batu bara.

VI.2.3 Unit Pembangkit Tenaga Listrik

Kebutuhan listrik pada Pabrik Pupuk NPK diambil dari PLN dan sebagian dari generator listrik cadangan, dengan distribusi sebagai berikut :

- Untuk proses produksi utama (Elektrolisis, Pengadukan di Reaktor, dan sebagainya), diambil dari PLN dan generator jika sewaktu-waktu terdapat gangguan listrik dari PLN.
- Untuk penerangan pabrik dan kantor, diambil dari generator.

VI.2.4 Unit Pengolahan Limbah

Unit pengolahan limbah memiliki fungsi antara lain mencegah dan menanggulangi pencemaran di dalam dan di lingkungan sekitar pabrik, akibat dari proses produksi yang terjadi di pabrik. Pengelolaan dan pemantauan kualitas lingkungan sesuai dengan standar dan ketentuan perundang-undangan yang berlaku. Pengolahan limbah mencakup: pengangkutan, penyimpanan, pengoperasian dan pemusnahan.

VI.3 Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk dapat mengetahui apakah suatu pabrik yang direncanakan layak didirikan atau tidak. Dalam Pra Desain Pabrik Pupuk NPK ini dilakukan evaluasi atau studi kelayakan dan penilaian investasi.

Faktor-faktor yang perlu ditinjau untuk memutuskan hal ini adalah :

1. Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return / IRR*)
2. Waktu Pengembalian Modal Minimum (*Pay Out Time / POT*)
3. Titip Impas (*Break Even Point / BEP*)

VI.3.2 Laju Pengembalian Modal (*Internal Rate of Return / IRR*)

Dari hasil perhitungan pada Appendiks D, didapatkan harga $i = 23,4\%$. Harga i yang diperoleh lebih besar dari harga i untuk

bunga pinjaman yaitu 9,97% per-tahun. Dengan itu menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan.

VI.3.2 Waktu Pengembalian Modal (*Pay Out Time / POT*)

Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D, didapatkan bahwa waktu pengembalian modal mini mum adalah 4,03 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik yang ditentukan yaitu 10 tahun.

VI.3.3 Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui besarnya kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan. Biaya tetap (*Fixed Cost*), biaya variabel (*Variable Cost*), serta biaya semi variabel (*Semi-variable Cost*) tidak dipengaruhi oleh kapasitas produksi. Dari perhitungan yang dilakukan pada Appendiks D, didapatkan bahwa titik impas (BEP) = 51,01 %

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 : 45000 kg/jam
3. Kebutuhan bahan baku
 - a. KCl : 10216,011 kg/jam
 - b. Urea : 307,985 kg/jam
 - c. ZA : 5317,125 kg/jam
 - d. H₃PO₄ : 8895,916 kg/jam
 - e. H₂SO₄ : 9210,979 kg/jam
 - f. NH₃ : 6612,615 kg/jam
 - g. Coating oil : 90 kg/jam
 - h. Coating powder : 180 kg/jam
4. Umur pabrik : 10 tahun
5. Masa konstruksi : 2 tahun
6. Analisa ekonomi
 - Pembiayaan
 - Modal Tetap : Rp 332.846.240.119,00
 - Modal Kerja : Rp 58.737.571.786,00
 - Investasi Total : Rp 391.583.811.905,00
 - Biaya Produksi Total : Rp 2.544.305.815.910,00
 - Penerimaan
 - Hasil Penjualan / tahun : Rp 2.718.000.000.000
 - Analisa Ekonomi
 - Internal Rate of Return : 23,4% / tahun
 - Payout Time : 4,03 tahun
 - BEP : 51,01%

Dari uraian di atas, maka pabrik NPK ini layak untuk didirikan

DAFTAR PUSTAKA

- Brownell, E Lloyd and Young, H Edwin. *Process Equipment Design*. Wiley Eastern Limited. New Delhi. 1959.
- Coulson and Richardson. *Chemical Engineering Design*. Laserwords Private Limited. India. 2005
- Couper J, Panney Roy, Fair and Wales Stanley. *Chemical Process Equipment* 3rd Edition. DiacriTech. India. 2012.
- Geankoplis, J Christie. *Transport Process and Unit Operation* 3rd Edition. McGraw-Hill. New Delhi. 1997.
- Geankoplis, J Christie. *Transport Process and Separation Process Principles* 4th Edition. McGraw-Hill. USA. 2003.
- Kern, Q Donald. *Process Heat Transfer*. International Student Edition. McGraw-Hill. Tokyo. 1950.
- Kusnarjo. “*Desain Alat Pemindah Panas*” . Sukses Mitra Karya Mandiri.Surabaya. 2010
- Levenspiel, Octave. *Chemical Reaction Engineering* 3th Edition. John Wiley & Sons Inc. New York.
- McCabe, L Warren, Smith C Julius and Harriott Peter. *Unit Operations of Chemical Engineering*. International Edition. McGraw-Hill. Singapore. 1993
- Perry, H Robert. *Chemical Engineering Handbook* 6th Edition. McGraw-Hill. Malaysia. 1984.
- Perry, H Robert. *Chemical Engineering Handbook* 8th Edition. McGraw-Hill. 2007.
- Peters, Max S and Timmerhaus, Klaus D. *Plant Design and Economic of Chemical Engineering* 4th Edition. John Wiley & Sons Inc. New York. 1954.
- Seborg, Dale E. Edgar, Thomas F. Mellichamp, Duncan A. And Doyle Francis J “*Process Dynamics and*

- Control*'' 3rd edition. John Wiley and Sons Inc.
USA. 2011
- Smith, J.M and Van Ness, H. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. McGraw-Hill.
USA. 2001
- Ulrich, Gael D. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons Inc. Canada. 1984.
- Vilbrant, Frank C. and Dryden, Charles E. *Chemical Engineering Plant Design* 4th Edition. McGraw-Hill. USA. 1999