



Prarancangan Pabrik Asam Fosfat dari Batuan Fosfat dan Asam Sulfat Menggunakan Proses Basah Kapasitas 175.000 Ton/Tahun

Aksan Al Zahra Ilyas¹, Hasrul Haruna², Setyawati Yani³, Andi Artiningsih⁴

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia

aksanalzahrailyas123@gmail.com¹, hasrulharuna19@gmail.com²

ABSTRACT

Phosphoric acid is produced via the wet process using phosphate rock and sulfuric acid as raw materials. The reactor employed in this process is a Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR), where the reaction takes place at a temperature of 70°C and a pressure of 1 atm. The designed production capacity of phosphoric acid is 175,000 tons per year, requiring 38,407 kg/hour of phosphate rock and 31,110 kg/hour of sulfuric acid as raw materials. Utility requirements include 31,693 kg/hour of water, 699,584 kg/hour of steam, 8,885 kW/hour of electricity, and 1,245 liters/hour of diesel fuel. This phosphoric acid plant is planned to be established in Batang, Semarang, Central Java, Indonesia. The company will operate under a Limited Liability Company (PT) structure with a line and staff organizational system, employing 155 personnel. Based on the economic evaluation, the establishment of the phosphoric acid plant will require a fixed capital investment of IDR 188 billion, working capital of IDR 80 billion, and a manufacturing cost of IDR 5.38 trillion. The estimated sales revenue is IDR 6.53 trillion, resulting in a pre-tax profit of IDR 397 billion and a post-tax profit of IDR 273 billion. The profitability indicators include a Rate of Investment (ROI) of 42.12% before tax and 28.94% after tax, while the Pay-Out Time (POT) is 1.81 years before tax and 2.59 years after tax. The Break-Even Point (BEP) is 40.08%, and the Shut Down Point (SDP) is 22.57%. Based on technical considerations and the above economic analysis, the 175,000 tons/year phosphoric acid plant is deemed feasible to proceed to the next development stage.

Keywords: *Phosphoric Acid, Acetic Acid, Phosphate Rock, Wet Process.*

ABSTRAK

Proses pembuatan Asam Fosfat dengan proses Basah menggunakan bahan baku berupa batuan fosfat dan asam sulfat. Reaktor yang digunakan adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB), didalam reaktor berlangsung reaksi dengan suhu 70°C tekanan 1 atm. Kapasitas produksi Asam Fosfat dirancang 175.000 ton/tahun, membutuhkan bahan baku batuan fosfat sebesar 38.407 kg/jam dan asam sulfat sebesar 31.110 kg/jam. Utilitas air sebesar 31.693, steam sebesar 699.584 kg/jam listrik sebesar 8.885 kW/jam, bahan bakar berupa solar sebesar 1.245 Liter/jam. Prarancangan Asam Fosfat ini direncanakan didirikan di daerah Batang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem garis dan staf membutuhkan tenaga kerja sebanyak 155 orang. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi untuk pendirian Asam Fosfat di atas dibutuhkan modal tetap sebesar Rp 188 miliar modal kerja sebesar Rp 80 miliar dan *manufacturing cost* sebesar Rp 5,38 Triliun harga jual produksi sebesar Rp 6,53 Triliun dengan keuntungan sebelum pajak dan sesudah pajak berturut-turut sebesar Rp 397 miliar dan Rp 273 miliar. Profitabilitas meliputi *Rate of Investement* (ROI) sebelum dan sesudah pajak berturut-turut sebesar 42,12% dan 28,94%. *Pay of Time* (POT) sebelum dan sesudah pajak 1,81 tahun dan 2,59 tahun. *Break event Point* (BEP) sebesar 40,08%. Dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 22,57%. Berdasarkan pertimbangan teknik dan hasil perhitungan analisis ekonomi di atas, maka Asam Fosfat berkapasitas 175.000 ton/tahun layak untuk diteruskan ketahap selanjutnya.

Kata Kunci : Asam Fosfat, Asam Asetat, Batuan Fosfat, Proses Basah.



PENDAHULUAN

Asam fosfat (H_3PO_4) adalah bahan kimia penting yang digunakan secara luas, terutama dalam pembuatan pupuk fosfat seperti NPK (Nitrogen, Fosfor, Kalium), TSP (*Triple Super Phosphate*), dan DAP (Diammonium Phosphate). Peningkatan permintaan global terhadap produk ini mencerminkan kebutuhan yang terus bertumbuh di sektor agrikultur. Di Indonesia, sektor pertanian memainkan peran vital dalam mendukung ekonomi nasional. Karena itu, ketersediaan asam fosfat sebagai bahan baku pupuk menjadi faktor kunci dalam menjamin stabilitas produksi pertanian (Badan Pusat Statistik, 2021).

Produksi asam fosfat menggunakan metode basah merupakan pendekatan yang paling efisien dan umum digunakan. Proses ini memanfaatkan batuan fosfat yang direaksikan dengan asam sulfat (H_2SO_4), menghasilkan asam fosfat sebagai produk utama dan gipsum ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) sebagai produk samping. Teknologi ini memungkinkan pengolahan batuan fosfat dengan kadar rendah hingga sedang, sekaligus menghasilkan produk samping yang dapat dimanfaatkan dalam industri konstruksi dan pertanian. Proses ini juga lebih hemat energi dibandingkan metode alternatif seperti proses kering (Pranoto et al., 2022).

Indonesia memiliki potensi sumber daya batuan fosfat yang besar, tetapi sebagian besar kebutuhan asam fosfat dalam negeri masih bergantung pada impor. Dengan memanfaatkan sumber daya lokal, pendirian pabrik asam fosfat dapat membantu mengurangi ketergantungan impor, menciptakan nilai tambah ekonomi, dan membuka peluang ekspor. Proyek ini juga dapat menciptakan lapangan kerja baru dan memberikan dampak positif bagi pengembangan industri kimia dalam negeri (Kementerian ESDM, 2021).

Proyek pembangunan pabrik asam fosfat ini diharapkan memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan daya saing industri kimia nasional di pasar global. Selain itu, langkah ini sejalan dengan upaya pemerintah untuk mendukung ketahanan pangan melalui pasokan pupuk berkualitas yang terjangkau dan berkelanjutan.

URAIAN PROSES

Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan dalam prancangan pabrik, maka perlu disusun tahapan-tahapan mulai dari mempersiapkan bahan baku hingga memproses produk yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

Proses pembuatan asam fosfat terdiri dari 3 tahapan :

1. Persiapan Bahan Baku

Batuan fosfat dalam fase padat pada suhu $30^\circ C$ dan tekanan 1 atm disimpan dalam gudang penyimpanan (G-01). Batuan fosfat yang disimpan diangkut menggunakan *Belt Conveyor* (BC-01) untuk dimasukkan ke *Ball Mill* (BM-01) kemudian disimpan dalam Hopper (HO-01) sebagai tempat penampungan batuan sementara sebelum dimasukkan ke dalam reaktor (R-01). Asam sulfat yang digunakan disimpan pada suhu $30^\circ C$ dan tekanan 1 atm dengan kemurnian 98% dalam Tangki Penyimpanan (T-01). Asam sulfat dipompa menggunakan pompa (P-01) untuk dialirkan ke dalam Reaktor (R-01).

2. Tahap Reaksi

Bahan baku utama yang digunakan yaitu batuan fosfat, asam sulfat, dan air dengan rasio berat ketiganya yaitu 1: 0,81: 2,5. Bahan baku tersebut dialirkan ke dalam Reaktor (R-01) yang merupakan Reaktor Alir Berpengaduk (RATB) dilengkapi dengan jaket pendingin dikarenakan reaksi yang terjadi bersifat endotermis. Dalam Reaktor (R-01) akan terjadi reaksi antara batuan fosfat, asam sulfat, dan air pada suhu yang dikontrol sebesar $70^\circ C$ dengan tujuan agar proses dapat terus berjalan pada keadaan optimalnya dengan konversi sebesar 98%, Reaksi yang terjadi sebagai berikut:

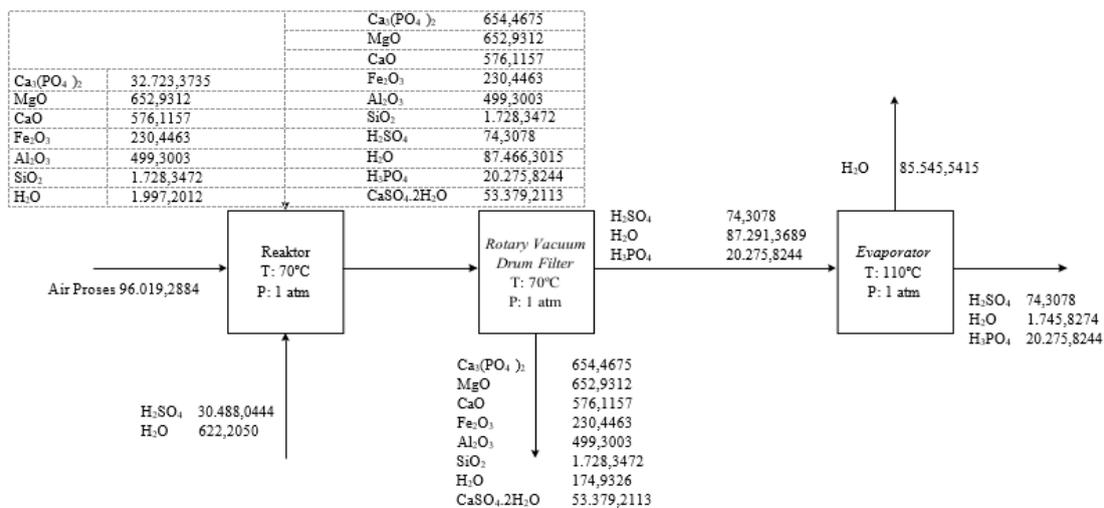




3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Produk slurry dari Reaktor (R-01) dialirkan ke dalam *Rotary Vacuum Drum Filter* (F-01) menggunakan Pompa untuk dipisahkan antara padatan dan cairan, dimana padatan (Cake) keluaran *Rotary Vacuum Drum Filter* (RVDF-01) akan dibawa menuju gudang untuk mendapatkan gipsium sebagai produk samping.

Produk liquid dari *Rotary Vacuum Filter Drum* (F-01) yang terdiri dari asam fosfat, asam sulfat, dan air dialirkan ke dalam *Evaporator* (EV- 01) melalui Pompa (P-06) yang bertujuan untuk menguapkan air untuk dapat memisahkan antara produk yang diinginkan dengan cairan lain yang masih tercampur di dalamnya. asam fosfat yang masih tercampur dengan sedikit pengotor akan disimpan di tangki penyimpanan (T-02) sebagai produk utama.



Gambar 1. Diagram Alir Kuantitatif

INSTRUMENTASI

Untuk mengatur dan mengendalikan kondisi operasi peralatan sehingga didapatkan produk sesuai dengan yang diharapkan maka diperlukan adanya alat kontrol dan instrumentasi. Instrumentasi ini dapat merupakan suatu petunjuk (*indicator*), suatu perekam (*recorder*) atau suatu pengontrol (*controller*). Dalam industri kimia banyak variabel proses yang perlu di kontrol seperti temperatur, tekanan, ketinggian cairan, kecepatan alir.

Pada perancangan pabrik ini instrumen yang digunakan berupa alat kontrol otomatis dan manual. Hal ini tergantung dari sistem peralatan dan faktor pertimbangan teknis dan ekonomisnya.

Dengan penggunaan alat-alat kontrol ini diharapkan tercapai hal-hal sebagai berikut :

1. Dapat menjaga variabel proses pada operasi yang dikehendaki.
2. Laju produksi dapat diatur dalam batas-batas yang aman.
3. Kualitas produksi lebih terjamin.
4. Membantu mempermudah pengoperasian suatu alat.
5. Kondisi-kondisi yang berbahaya dapat diketahui secara dini melalui alarm peringatan sehingga lebih terjamin keselamatan kerja.
6. Efisiensi akan lebih meningkat.

Beberapa alat kontrol atau instrumen yang digunakan pada pabrik sebagai berikut :

a. *Pressure Controller and Pressure Indicator* (PC dan PI)

Fungsi : untuk melihat, mengatur, mengontrol dan mengendalikan tekanan operasi

b. *Temperature Indicator and Temperature Controller* (TI dan TC)

Fungsi : untuk melihat, mengatur, mengontrol dan mengendalikan temperatur operasi.

c. *Level Indicator and Level Controller* (LI dan LC)

Fungsi: untuk melihat dan mengontrol tinggi permukaan cairan atau padatan dalam suatu alat operasi.



d. *Flowrate Controller (FC)*

Fungsi : untuk mengontrol laju alir bahan ke dalam suatu peralatan proses.

e. *Feed Ratio Controller (FRC)*

Fungsi : untuk mengontrol perbandingan laju alir bahan ke dalam suatu peralatan proses.

Keselamatan Kerja

Memasuki era globalisasi, Indonesia ditantang untuk memasuki perdagangan bebas sehingga jumlah tenaga kerja yang berkiprah disektor industri akan bertambah sejalan dengan pertumbuhan industri. Dengan pertumbuhan tersebut, maka konsekuensi permasalahan industri juga semakin kompleks, termasuk masalah keselamatan dan kesehatan kerja (K_3).

Kemajuan teknologi dan perubahan struktur ekonomi akan menuntut perubahan pola pikir dan perilaku masyarakat, sikap dan disiplin kerja, lingkungan dan kondisi kerja. Demikian juga dalam menghadapi resiko kerja, perlu kerjasama yang baik antara pengusaha, karyawan dan semua pihak yang terkait dalam proses produksi.

Unsur Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K_3) merupakan salah satu aspek yang mendapat perhatian dalam pembangunan ketenagakerjaan. Dijelaskan dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 tahun 1992, pasal 23 (ayat 1) bahwa kesehatan kerja diselenggarakan agar setiap pekerja dapat bekerja secara sehat tanpa membahayakan diri sendiri dan masyarakat sekelilingnya, agar diperoleh produktivitas kerja yang optimal sejalan dengan program perlindungan tenaga kerja.

Berkaitan dengan itu, pemerintah mendorong pelaksanaan program keselamatan dan kesehatan kerja di perusahaan-perusahaan industri serta mengusahakan agar keselamatan dan kesehatan kerja dapat menjadi naluri dan budaya masyarakat. Berbagai upaya untuk menciptakan K_3 telah dilakukan, antara lain melalui perundang-undangan seperti Undang-Undang Keselamatan Kerja Nomor 1 Tahun 1970 yang mewajibkan setiap perusahaan melaksanakan usaha-usaha keselamatan dan kesehatan kerja, juga melalui kampanye K_3 sejak bulan Januari 1993, pembentukan P_2K_3 (Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja) disetiap perusahaan, penyediaan alat-alat pengaman dan peralatan K_3 , pengadaan tenaga ahli K_3 dan sebagainya. Apabila keselamatan kerja diperhatikan dan dilaksanakan dengan baik maka dampaknya adalah para pekerja dapat bekerja dengan perasaan aman, sehingga meningkatkan efisiensi kerja.

Pada umumnya bahaya-bahaya yang terjadi pada suatu pabrik dapat disebabkan karena kecelakaan mesin-mesin pabrik, kebocoran bahan-bahan yang berbahaya, peledakan, kebakaran. Usaha untuk mengurangi dan mencegah terjadinya bahaya yang timbul di dalam pabrik antara lain :

1. Bangunan Pabrik

Bangunan pabrik meliputi gedung maupun unit peralatan :

- Konstruksi gedung harus mendapat perhatian yang cukup besar.
- Perlu memperhatikan kelengkapan peralatan penunjang untuk pengamanan terhadap bahaya alamiah, seperti untuk bangunan yang tinggi dipasangkan penangkal petir, bahaya alamiah lain seperti angin dan gempa. Oleh karena itu perusahaan bekerja sama dengan pemerintah setempat dalam hal ini Badan Meteorologi dan Geofisika agar dapat mengetahui lebih awal tentang bahaya alamiah tersebut.

2. Ventilasi

Pada ruang proses maupun ruang lainnya, pertukaran udara diusahakan berjalan baik sehingga dapat memberikan kesegaran kepada karyawan serta dapat menghindari gangguan pernapasan.

3. Perpipaan

Jalur proses yang terletak di atas tanah lebih baik dibandingkan yang letaknya dibawah permukaan tanah, karena hal tersebut akan mempermudah pendeteksian terjadinya kebocoran.

4. Alat-alat penggerak

Peralatan yang bergerak hendaknya ditempatkan pada tempat yang tertutup. Hal ini untuk mempermudah penanganan dan perbaikan serta menjaga keamanan dan keselamatan para pekerja.

5. Listrik

Pada pengoperasian maupun perbaikan instalasi listrik hendaknya selalu menggunakan alat pengaman yang telah disediakan. Dengan demikian para pekerja dapat terjamin keselamatannya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :



- a. Keselamatan listrik di bawah tanah sebaiknya diberi tanda-tanda tertentu.
 - b. Sebaiknya disediakan pembangkit tenaga cadangan.
 - c. Semua bagian pabrik harus diberi penerangan yang cukup.
 - d. Distribusi beban harus seimbang antara bagian yang satu dengan yang lain.
6. Pencegahan kebakaran dan penanggulangan bahaya kebakaran.
Penyebab kebakaran dapat berupa :
- a. Kemungkinan terjadinya nyala terbuka yang datang dari unit utilitas, workshop, laboratorium dan unit proses lainnya.
 - b. Terjadinya loncatan bunga api pada sekitar workshop dan stop kontak serta pada alat lainnya.
 - c. Gangguan peralatan utilitas seperti pada *combustion chamber* boiler. Cara mengatasi bahaya kebakaran meliputi :
 - a) Pencegahan bahaya kebakaran.
 - 1) Penempatan alat-alat utilitas yang cukup jauh dari power plant tetapi praktis dari unit proses.
 - 2) Bangunan seperti workshop, laboratorium, dan kantor sebaiknya diletakkan agak jauh dari unit proses.
 - 3) Pemasangan isolasi yang baik pada seluruh kabel transmisi yang ada.
 - 4) Diberi tanda-tanda larangan suatu tindakan yang dapat mengakibatkan kebakaran seperti tanda larangan merokok.
 - b) Pengamanan dan pengontrolan kebakaran.

Apabila terjadi kebakaran api harus dilokalisir, harus dapat diketahui kemungkinan apa saja yang dapat terjadi dan bagaimana cara mengatasi. Dimana letak dari pemadam kebakaran ini sesuai dengan tata letak pabrik yaitu dekat dengan bengkel, daerah bahan baku, serta daerah utilitas.

7. Karyawan

Karyawan terutama karyawan proses perlu diberikan bimbingan, pengarahan ataupun pendidikan dan latihan, studi banding serta kursus agar dapat melaksanakan tugasnya yaitu dimana karyawan tersebut ditempatkan sesuai dengan keahlian dan latar belakang pendidikan ataupun pengalaman mereka sehingga dengan pertimbangan itu karyawan bekerja dengan tidak membahayakan keselamatan jiwa maupun keselamatan orang lain.

Pemakaian alat pengaman kerja pada pabrik yaitu berupa Alat Pelindung Diri (APD). Perlindungan tenaga kerja melalui usaha-usaha teknis pengaman tempat, peralatan dan lingkungan kerja adalah sangat perlu diutamakan. Namun kadang-kadang keadaan bahaya masih belum dapat dikendalikan sepenuhnya sehingga perlu digunakan alat pelindung diri.

Penggunaan alat pelindung diri merupakan salah satu upaya mencegah terjadinya kecelakaan kerja sebab telah diketahui bahwa pengguna pelindung diri sangat berperan menciptakan keselamatan ditempat kerja. Bila alat-alat proteksi diri tidak memadai atau tenaga kerja tidak memakainya sama sekali karena mereka lebih senang tanpa pelindung, akibatnya mungkin terjadi kecelakaan pada kepala, mata, kaki, dan lain-lain.

Alat-alat pelindung diri yang digunakan pada pabrik ini sebagai berikut :

1. Pakaian kerja

Pakaian kerja merupakan alat pelindung terhadap bahaya-bahaya kecelakaan. Untuk itu, perusahaan menyediakan jenis pakaian kerja yang cocok. Pakaian kerja mungkin cepat rusak oleh karena sifat pekerjaan yang berat, keadaan udara lembab dan pekerjaan penuh kotoran. Pakaian tenaga kerja pria yang bekerja melayani mesin seharusnya berlengan pendek, pas atau longgar pada dada atau punggung, tidak berdasi dan tidak ada lipatan-lipatan yang mungkin mendatangkan bahaya.

2. Kacamata

Salah satu masalah tersulit dalam pencegahan kecelakaan adalah pencegahan yang menimpah mata. Kecelakaan mata berbeda-beda sehingga jenis kacamata pelindung yang digunakan juga beragam. Banyak pekerja yang enggan menggunakan alat pelindung tersebut dengan alasan mengganggu pelaksanaan pekerjaan dan mengurangi kenikmatan kerja. Tenaga kerja yang berpandangan bahwa resiko kecelakaan terhadap mata adalah besar akan memakainya dengan kesadaran sendiri. Sebaliknya, jika mereka merasa bahwa bahaya itu kecil, mereka tidak akan



- menggunakannya.
3. Sepatu pengaman
Sepatu pengaman seharusnya dapat melindungi tenaga kerja terhadap kecelakaan-kecelakaan yang disebabkan oleh bahan-bahan berat yang menimpah kaki seperti paku atau benda tajam lainnya yang mungkin terinjak. Selain itu sepatu pengaman juga harus bisa melindungi kaki dari bahaya terbakar karena logam cair dan bahan kimia korosif lainnya, juga kemungkinan tersandung atau tergelincir. Biasanya sepatu kulit yang kuat dan baik cukup memberikan perlindungan
 4. Sarung tangan
Fungsinya melindungi tangan dan jari-jari dari api panas dingin, radiasi elektromagnetik dan radiasi mengion, listrik, bahan kimia, benturan dan pukulan, luka dan lecet, infeksi dan bahaya-bahaya lainnya yang bisa menimpa tangan jenis sarung tangan yang dipakai tergantung dari tingkat kecelakaan yang akan dicegah yang penting jari dan tangan harus bebas bergerak.
 5. Helm pengaman
Helm pengaman harus dipakai tenaga kerja yang mungkin tertimpa benda jatuh atau melayang atau benda-benda lain yang bergerak. Di Indonesia belum ada standar/klasifikasi helm pengaman ini, namun demikian helm pengaman tersebut selayaknya cukup keras dan kokoh tetapi tetap ringan sehingga tidak mengganggu pekerjaan. Bahan plastik dengan lapisan kain cocok untuk keperluan ini.
 6. Pelindung telinga
Telinga harus dilindungi dari kebisingan. Perlindungan kebisingan dilakukan dengan sumbat atau tutup telinga.
 7. Masker
Paru-paru harus dilindungi dari udara tercemar atau kemungkinan kekurangan oksigen dalam udara. Bahan-bahan pencemar dapat berbentuk gas, uap logam, kabut dan debu yang bersifat racun. Sedangkan kekurangan oksigen mungkin terjadi ditempat-tempat yang pengudaraannya buruk seperti tangki atau pada areal boiler.

Tabel 1. Alat Pengaman yang Digunakan

No	Nama Alat Pengaman	Pekerja yang Dilindungi
1.	Masker	Petugas yang bekerja pada areal proses dan laboratorium, boiler dan bengkel
2.	Helm pengaman	Petugas yang bekerja pada areal proses dan bengkel.
3.	Sepatu pengaman	Petugas yang bekerja pada areal proses dan bengkel.
4.	Sarung tangan	Petugas yang bekerja pada areal proses, bengkel dan Laboratorium
5.	<i>Hydrant</i>	Petugas yang bekerja pada tempat bahan baku, daerah bahan bakar, areal proses, dan gudang.
6.	Pakaian Kerja	Petugas yang bekerja pada Laboratorium, area proses pabrik dan Bengkel
7.	Kacamata	Petugas yang bekerja pada Bengkel
8.	Pelindung telinga	Petugas yang bekerja pada areal proses
9.	<i>Safety Belt</i>	Petugas yang bekerja untuk perbaikan alat proses dan pembersihan gedung

Tabel 2. Alat Instrumentasi yang Digunakan

No	Nama Peralatan	Kode Alat	Instrumentasi
1	Gudang Batuan Fosfat	G-01	LI
2	<i>Belt Conveyor I</i>	BC-01	FC
3	<i>Crusher</i>	CR-01	LC
4	<i>Bucket Elevator I</i>	BE-01	FC
5	Tangki Penyimpanan Asam Sulfat	T-02	LI
6	Pompa Asam Sulfat	P-01	FC
7	Pompa Reaktor	P-02	FC
8	<i>Pompa Evaporator</i>	P-03	FC
9	Pompa Produk	P-04	FC



10	Cooling Conveyor	CC-01	TC
11	Heater Asam Sulfat	HE-01	TC
12	Heater Air proses	HE-02	TC
13	Rotary Dryer Vakum Filter	RDVF-01	LC
14	Evaporator	EV-01	TC
15	Gudang Gypsum	G-02	LI
16	Cooler	CL-01	TC
17	Tangki Penyimpanan Produk	T-02	LI
18	Reaktor	R-01	TC, LC

KESIMPULAN

Prarancangan pabrik asam fosfat ini dirancang dengan kapasitas 175.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di Batang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia.

Sesuai perhitungan analisa ekonomi dapat diketahui :

- Keuntungan yang diperoleh sebelum pajak Rp397.869.318.775,66 dan sesudah pajak yaitu dan Rp273.355.884.617,83.
- Return on Investmen (ROI) untuk pabrik ini 42,12% sebelum pajak dan 28,94% sesudah pajak.
- Pay Out Time (POT) untuk pabrik ini adalah 1,81 tahun sebelum pajak dan 2,59 tahun sesudah pajak.
- Break Event Point (BEP) adalah 40,08%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40-60 %.
- Shut Down Point (SDP) adalah 22,57%.

Berdasarkan perhitungan analisis ekonomi di atas, dapat disimpulkan prarancangan pabrik asam fosfat dengan kapasitas 175.000 ton/tahun layak untuk diteruskan ketahap selanjutnya.

DAFTAR PUSATAKA

- Agra, S.W., 1987, *Reaktor Kimia*, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Badan Pusat Statistik, 2023, *Buletin Statistik Perdagangan Luar negeri vol II*, BPS, Makassar.
- Brown.G.George., 1956, *Unit Operation 6^{ed}*, Wiley&Sons, USA.
- Brownell.L.E. and Young.E.H., 1959, *Process Equipment Design*, John Wiley & Sons, New York.
- Coulson.J.M. and Ricardson.J.F., 1983, *Chemical Engineering vol 6*, Pergamon Press Inc, New York.
- Geankoplis.Christie.J., 1993, *Transport Processes and unit Operation 3^{th ed}*, Allyn & Bacon Inc, New Jersey.
- Himmeblau.David., 1996, *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering*, Prentice Hall Inc, New Jersey.
- Holman, J.P., *Heat Transfer 8^{th Edition}*, Mc Graw Hill Companies Inc., USA
- Kent S. Knaebel, 2006. *How To Guide For Adsorber Design*, Adsorption Research, Inc. Dublin, Ohio 43016.
- Kern.D.Q., 1950, *Process Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Kirk.R.E.and Othmer.D.F., 1993, *Encyclopedia of Chemical Technology 18^{ed}*, John Wiley&Sons, New York.
- Levenspiel.O., 1972, *Chemical Reaction Engineering 2^{nd edition}*, John Wiley and Sons Inc, New York.
- Matar, S. and Hatch, F.L, 2000, *Chemistry of Petrochemical Processes*, Gulf Publishing Company, Texas
- Mc. Cabe.W.L. and Smith.J.C., 1985, *Operasi Teknik Kimia*, Erlangga, Jakarta.
- Megyesy, E.F., 1983, *Pressure Vessel Handbook*, Pressure Vessel Handbook Publishing Inc, USA.
- Meyers, Robert A., 2004, *Handbook of Petroleum and Refinery Process*, McGraw-Hill Book Company (Digital Engineering Series), New York.
- Minceva, M., 1988, *Chemical Process Equipment*, Butterworth-Heinemann Inc., New York.
- Perry.R.H. and Green.D., 1997, *Perry's Chemical Engineer Handbook 7^{th ed}*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Peter.M.S. and Timmerhause.K.D., 1991, *Plant Design an Economic for Chemical Engineering 3^{ed}*, McGraww-Hill Book Company, New York.
- Rase, H.F. and Barrow, M.H., 1957, "Chemical Reactor Design for Process Plant", vol. I&II, John Willey and Sons, New York.
- Smith.J.M. and Van Ness.H.C., 1975, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 3^{ed}*, McGraww-Hill



Inc, New York.

Treyball.R.E., 1981, *Mass Transfer Operation 3^{ed}*, McGraw-Hill Book Company, New York.

Ulman's, 1987, *Encyclopedia of Industrial Chemistry vol VI*, New York.

Ulrich.G.D., 1982, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley & Sons Inc, New York.

Wallas. S.M., 1959, *Chemical Process Equipment*, Butterworth Publishers, Stoneham USA.