

TINJAUAN ANALISIS EKONOMI PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM NITRAT DARI AMONIAK DAN ASAM NITRAT PROSES STENDEL KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN

(Review Analysis Economy Pre-Establishment of Ammonium Nitrate from Ammonia With Nitric Acid Process Stengel Capacity 30.000 Tons/Years)

Muh Farhan Basri*, M Afdal Al Fatihah, Setyawati yani, Munira

¹*Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumaharjo No.Km5
Panaikang, Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia*

Inti Sari

Amonium Nitrat dibuat dengan mereaksikan Asam nitrat dengan amoniak. Reaksi berlangsung di dalam reaktor gelembung pada temperatur 143°C, tekanan 4,5 atm. Reaksi bersifat eksotermis dan sebagai pendingin adalah air. Kapasitas produksi ammonium nitrat di rancang 30.000 ton/tahun, membutuhkan bahan baku berupa Asam nitrat sebesar 4214, 10 kg/jam dan Amonia sebesar 821,75 kg/jam. Utilitas berupa air pendingin sebesar 928157 kg/jam, air sanitasi sebesar 2270,83 kg/jam, listrik 205 kW, Bahan bakar sebesar 78,34 liter/jam. Pabrik direncanakan didirikan di Cilegon Provinsi banten. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem garis dan staf, membutuhkan tenaga kerja sebanyak 128 orang. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi untuk pendirian pabrik Amonium nitrat di atas dibutuhkan modal tetap sebesar Rp.103.281.417.060, modal kerja Rp. 135.008.388.314, *manufacturing cost* Rp. 670.257.871.580, dan pengeluaran umum Rp.280.071.458.156. Harga jual produksi sebesar Rp. 1.200.000.000.000 per tahun, dengan keuntungan sebelum dan sesudah pajak berturut turut Rp. 249.670.670.263 per tahun dan Rp. 187.253.002.697 per tahun. Profitabilitas meliputi *Rate of Investment* (ROI) sebelum dan sesudah pajak berturut-turut sebesar 32.63 % dan 24.48 %, *Pay of Time* (POT) sebelum dan sesudah pajak 2.35 tahun dan 2.9 tahun dan *Break Event Point* (BEP) sebesar 48.75 % serta SDP sebesar 27.65 %. Berdasarkan pertimbangan teknik dan hasil perhitungan analisis ekonomi di atas, maka pabrik ammonium nitrat berkapasitas 30.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

Kata Kunci: Amonium nitrat, amonia, asam nitrat

Key Words : *Ammonium nitrate, ammonia, nitric acid*

Abstract

Ammonium Nitrate is made by reacting Nitric Acid with Ammonia. The reaction takes place in a bubble reactor at a temperature of 143°C, a pressure of 4.5 atm. The reaction is exothermic and water is used as a coolant. The production capacity of ammonium nitrate is designed for 30,000 tons/year, requiring raw materials in the form of Nitric Acid of

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Email :

jmpe@umi.ac.id

*Corresponding Author

farhanlean@gmail.com



Journal History

Paper received : 11 Juni 2024

Received in revised : 20 Juli 2024

Accepted :13 Agustus 2024

4214.10 kg/hour and Ammonia of 821.75 kg/hour. Utilities in the form of cooling water of 928157 kg/hour, sanitation water of 2270.83 kg/hour, electricity of 205 kW, Fuel of 78.34 liters/hour. The factory is planned to be established in Cilegon, Banten Province. The form of the company is a Limited Liability Company (PT) with a line and staff system, requiring a workforce of 128 people. Based on the calculation of the economic evaluation for the establishment of the Ammonium nitrate factory above, fixed capital of Rp. 103,281,417,060 is needed, working capital of Rp. 135,008,388,314, manufacturing cost Rp. 670,257,871,580, and general expenses Rp.280,071,458,156. The selling price of production is Rp. 1,200,000,000,000 per year, with profit before and after tax of Rp. 249,670,670,263 per year and Rp. 187,253,002,697 per year, respectively. Profitability includes Rate of Investment (ROI) before and after tax of 32.63% and 24.48%, respectively, Pay of Time (POT) before and after tax of 2.35 years and 2.9 years and Break Event Point (BEP) of 48.75% and SDP of 27.65%. Based on the technical considerations and results of the economic analysis calculations above, an ammonium nitrate factory with a capacity of 30,000 tons/year is feasible to be established.

PENDAHULUAN

Keberadaan industri kimia Indonesia masihlah sangat terbatas. Hal ini ditunjukkan oleh masih besarnya volume impor bahan kimia dasar untuk keperluan berbagai industri, terutama industri kimia. Hal ini mengakibatkan produk industri kimia dan industri lainnya selalu kalah bersaing di pasar internasional karena harga yang tidak kompetitif. Apalagi dengan di berlakukannya era perdagangan bebas, daya saing produk tersebut akan semakin berat baik di dalam negeri maupun di luar negeri. Salah satu industri hilir yang dapat didirikan di Indonesia adalah pabrik amonium nitrat, yaitu pabrik yang menghasilkan berupa bahan baku untuk peledak dan campuran pupuk. Pabrik ini cukup diperlukan di Indonesia sebagai negara yang sebagian devisanya diperoleh dari pertambangan.

Menurut James G. Speight (2002), secara komersial proses pembuatan amonium nitrat dibuat dari reaksi antara amonia dan asam nitrat. Adapun perbedaan proses pembuatan amonium nitrat tersebut yaitu proses Prilling dan proses Stengel. Prinsip dasar perbedaan kedua proses tersebut berdasarkan pada konsentrasi reaktan yang digunakan dan metode yang dipakai dalam pengeluaran padatan dari larutan.[3]

1. Proses Prilling

Proses pembuatan asam nitrat dengan menggunakan metode ini, yaitu amonia uap dan larutan amonium nitrat direaksikan di dalam reaktor dengan bantuan pengadukan. Panas reaksi yang terjadi digunakan untuk mendidihkan larutan dengan konsentrasi larutan amonium nitrat keluar reaktor sebesar 85%. Reaktor dioperasikan pada kondisi suhu 165 °C dan tekanan bar.

Reaksi yang terjadi dalam reaktor :



Larutan produk keluar reaktor dengan konsentrasi 85% kemudian diumpankan ke evaporator vacuum untuk menaikkan konsentrasi larutan sampai 95%. Larutan amonium nitrat keluar evaporator pada suhu antara 127-140,5°C dipompankan ke prilling tower dengan tinggi sekitar 200 ft (61 m), dimana larutan amonium nitrat dimasukkan pada bagian atas tower dengan cara disemprotkan. Kedalam prilling tower dialirkan udara secara berlawanan arah guna mendinginkan larutan dan sekaligus mengikat air yang ada di dalam campuran larutan sehingga terbentuk padatan amonium nitrat. Partikel keluar dari prilling tower selanjutnya diayak (screened), lalu dikeringkan dan dilakukan pengayakan ulang untuk mendapatkan ukuran partikel sesuai yang diinginkan.[2]

2. Proses Stengel

Proses pembuatan amonium nitrat dengan menggunakan metode ini, yaitu dengan mereaksikan amoniak uap dan larutan asam nitrat 60% di dalam stainless steel reaktor yang dioperasikan pada kondisi suhu 200°C dan tekanan 5 bar dengan konversi pembentukan produk sebesar 99%.

Reaksi yang terjadi dalam reaktor :



Campuran larutan amonium nitrat dan air keluar reaktor selanjutnya diumpankan ke evaporator guna memisahkan air yang ada di dalam campuran larutan kemudian dilakukan proses kristalisasi dan pengeringan untuk mendapatkan produk amonium nitrat kristal dengan kadar air sekitar 0,1%. [2]

Tabel 1. Perbandingan Proses Pembuatan Amonium Nitrat [1]

No	Proses Pembuatan	Suhu (°C)	Tekanan (bar)	Konversi (%)	Kemurnian (%)	Produk yang dihasilkan
1	Proses Prilling	140	4,5	95	95	Amonium nitrat prill dengan konsentrasi 95%
2	Proses Stengel (Efektif & Efisien)	143	4,5	99	99	Amonium nitrat granula

(Sumber: Agiel, A.F, 2020)

Dari tabel perbandingan proses yang telah dijelaskan di atas maka pada prarancangan kali ini dipilih pembuatan amonium nitrat dengan proses Stengel. Pemilihan proses ini dengan pertimbangan kemurnian produk yang dihasilkan lebih tinggi serta peralatan yang digunakan relatif sederhana.

Kapasitas produksi perlu direncanakan untuk mendirikan suatu pabrik, agar dapat mengetahui berapa jumlah permintaan kebutuhan senyawa ammonium nitrat didalam negeri maupun luar negeri. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan menurut nilai konsumsi setiap tahun dengan cara melihat perkembangan industri dalam kurun waktu berikutnya.

Tabel 2. Tabel impor amonium nitrat tahun 2014-2023 [6]

Tahun	Data Impor	
	Jumlah (ton)	%P
2014	84236	
2015	57324	-31.95%
2016	36151	-36.93%
2017	25105	-30.55%
2018	29377	17.02%
2019	32187	9.57%
2020	13555	-57.89%
2021	11675	-13.86%
2022	23587	102.03%
2023	41570	76.00%
	Total %P	33.44%
	%i	6.68%
	i	0.0668

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024)

Direncanakan pabrik ini akan didirikan pada tahun 2028. Pada produksi ini, data yang digunakan adalah data impor pada tahun 2014-2023. Sehingga perkiraan penggunaan ammonium nitrat pada tahun 2028 dapat dihitung menggunakan rumus Discounted sebagai berikut : [5]

$$A = P (1 + i)^n \dots\dots\dots (1)$$

Dimana : A= Kapasitas pabrik tahun 2028

P= Kapasitas pada tahun terakhir 2023

i = Indeks pertumbuhan kebutuhan rata-rata

n= jangka waktu pabrik berdiri

Sehingga kapasitas pabrik pada tahun 2028

$$A = 41.570 \text{ ton/tahun} \times (1 + (0.0668))^{2028-2023}$$

$$= 57.459 \text{ ton/tahun}$$

Sesuai data tersebut di atas dapat diketahui jumlah impor amonium nitrat setiap tahunnya fluktuatif. Oleh karena itu pabrik amonium nitrat dirancang beroperasi pada tahun 2028, dengan berdasarkan dari data kebutuhan amonium nitrat di atas, maka diperkirakan kebutuhan amonium nitrat pada tahun 2028 sebesar 57.459 ton/tahun dengan menganggap kebutuhan setiap tahunnya cenderung naik.

PROSES PRODUKSI AMONIUM NITRAT

Tahap penyiapan bahan baku dimaksudkan untuk mempersiapkan bahan agar sesuai dengan kondisi operasi reaktor. Bahan baku larutan asam nitrat yang telah memenuhi syarat baku mutu bahan baku disimpan pada Tangki Bahan Baku (T-01) pada kondisi tekanan 1 atm dan suhu 30 °C dengan bantuan pompa dialirkan ke Heater I (H-01) untuk dinaikkan suhunya sampai 143°C sebelum diumpankan ke reaktor.

Sedangkan bahan baku gas amoniak (NH₃) yang telah memenuhi syarat baku mutu bahan baku yang disimpan pada tekanan 11 atm dan suhu 21 °C dalam tangki bahan baku (T-02) terlebih dahulu diturunkan tekanannya dengan menggunakan expander gas (EP-01) sampai 4,5 atm. Gas amoniak keluar expander pada suhu 21 °C kemudian kemudian dilewatkan pada Heater II (H-02) untuk dinaikkan suhunya sampai 143 °C sebelum diumpankan ke reaktor.

Reaksi antara gas amoniak dengan larutan asam nitrat membentuk amonium nitrat dijalankan dalam reaktor pada kondisi suhu 143 °C dan tekanan 4,5 atm. Reaktor yang digunakan adalah reaktor gelembung (*bubble reactor*) berupa silinder vertikal dengan *Perforated plate* (plat berlubang) pada bagian bawah reaktor untuk menggelembungkan gas amoniak ke dalam larutan asam nitrat.

Reaksi pada reaktor sebagai berikut :



Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis (melepaskan panas) sehingga dibutuhkan air sebagai pendingin untuk menyerap kelebihan panas selama reaksi pembentukan produk berlangsung yang dilewatkan pada koil yang ditempatkan dalam reaktor. Produk larutan amonium nitrat keluar reaktor kemudian dengan bantuan pompa (P-02) diumpankan ke Evaporator (EV-01).

Larutan amonium nitrat yang diumpankan ke evaporator kemudian dinaikkan konsentrasinya sampai 85% dengan jalan menguapkan air yang ada di dalam campuran larutan. Karena jumlah air yang diuapkan relatif banyak maka digunakan 2 efek evaporator untuk menghemat penggunaan steam pemanas. Larutan amonium nitrat keluar efek kedua evaporator kemudian diumpankan ke Crystalizer (CR-01) untuk dilakukan proses kristalisasi. Kristalisasi dilakukan dengan cara mendinginkan larutan sampai suhu 40 °C. Produk kristal amonium nitrat keluar crystalizer dengan bantuan Screw Conveyor I (SC-01) diumpankan ke Centrifuge (CF-01). Pada Centrifuge (CF-01) kristal amonium nitrat dipisahkan dari campuran larutan. Produk padatan basah amonium nitrat yang telah dipisahkan, dengan bantuan Screw Conveyor II (SC-02) kemudian diumpankan ke Rotary Dryer (RD-01) untuk dilakukan proses pengeringan.

Proses pengeringan pada Rotary Dryer (RD-01) dilakukan dengan menggunakan udara panas pada suhu 82 °C. Tahap akhir pengeringan didapatkan produk amonium nitrat kering dengan kandungan air sebesar 0,1%. Produk amonium nitrat keluar Rotary Dryer (RD-01) pada suhu 45 °C dengan menggunakan Belt Conveyor (BC-01) dan Bucket Elevator (BE-01) dipindahkan untuk selanjutnya ditampung sementara dalam Bin Produk Amonium Nitrat (BA-01). Dari bin produk, amonium nitrat kemudian dikemas sebelum disimpan dalam Gudang Produk Amonium Nitrat (G-01). [2]

ANALISA EKONOMI

Perencanaan suatu pabrik perlu ditinjau dari faktor-faktor ekonomi yang menentukan apakah suatu pabrik tersebut layak untuk didirikan atau tidak.

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan pabrik amonium nitrat adalah: [4]

1. Waktu pengembalian modal (pay out time).
2. Titik impas (break event point).

3. Shut down point (SDP)
4. Interest rate of return (IRR).

Untuk menentukan faktor-faktor di atas terlebih dahulu perlu diketahui :

1. Total capital investment (TCI)
2. Total production cost (TPC)

1. Total Capital Investment (TCI)

Total capital investment diartikan sebagai jumlah modal yang diperlukan untuk mendirikan suatu pabrik mulai dari awal sampai pabrik selesai dibangun dan siap beroperasi.

Total capital investment dibagi atas dua bagian, yaitu :

- 1) Fixed Capital Investment (FCI), yaitu modal yang diperlukan untuk mendirikan suatu pabrik. Meliputi pembelian peralatan, pemasangan alat dan fasilitas lain sehingga pabrik dapat beroperasi. Hasil perhitungan didapat nilai FCI sebesar Rp.765.047.533.783
- 2) Working Capital Investment (WCI), yaitu modal yang diperlukan untuk menjalankan pabrik yang telah siap untuk beroperasi dalam jangka waktu tertentu. Hasil perhitungan didapat nilai WCI sebesar Rp. 135.008.388.314

Karena keterbatasan data yang dibutuhkan untuk membuat analisa ekonomi secara terinci (detail estimation), maka dalam perancangan ini digunakan metode study estimate, yaitu metode dimana semua investasi pabrik dihitung berdasarkan harga peralatan pabrik.

2. Total Production Cost (TPC)

Total production cost (total biaya produksi) terdiri dari:

- a. Manufacturing Cost (Biaya Produksi)

Manufacturing cost adalah biaya yang dikeluarkan oleh pabrik yang berhubungan dengan operasi produksi dan peralatan proses yang terdiri dari :

- 1) Direct Production Cost (biaya produksi langsung), yaitu meliputi biaya transportasi bahan baku, upah buruh, biaya supervisi langsung, perawatan dan perbaikan, power, utilitas dan royalties.
- 2) Fixed Charges (biaya tetap), yaitu biaya yang tetap dari tahun ke tahun dan tidak berubah dengan adanya perubahan laju produksi. Biaya tersebut adalah meliputi pajak, depresiasi, asuransi dan bunga bank.
- 3) Plant Overhead Cost (biaya tambahan pabrik), terdiri dari pelayanan medis dan kesehatan, tunjangan keselamatan, perawatan pabrik secara umum, keamanan sosial, asuransi jiwa, pengepakan, fasilitas rekreasi, laboratorium dan fasilitas penyimpanan.

- b. General Expenses (Biaya Umum)

Yaitu biaya-biaya umum yang dikeluarkan untuk menunjang operasi pabrik, yang meliputi biaya administrasi, biaya pemasaran dan distribusi, biaya penelitian dan pengembangan (research dan development) serta pajak pendapatan.

- c. Analisa Profitability

Dalam analisa ini digunakan beberapa asumsi, yaitu umur pabrik 10 tahun dengan kapasitas produksi masing-masing adalah :

1. tahun pertama 85%,
2. tahun kedua 95%,
3. tahun ketiga sampai ke sepuluh 100%,
4. pajak pendapatan 25% dari laba kotor.

Analisa kelayakan dapat dihitung dengan faktor faktor berikut:

- a. Break Event Point (BEP)

Break event point merupakan kondisi dimana pabrik beroperasi pada kapasitas tidak untung dan tidak rugi atau disebut titik impas.

b. *Pay out time* (POT)

Jumlah tahun yang telah berselang sebelum diperoleh suatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya capital investment oleh profit sebelum dikurangi depresiasi.

c. *Interest Rate of Return* (IRR)

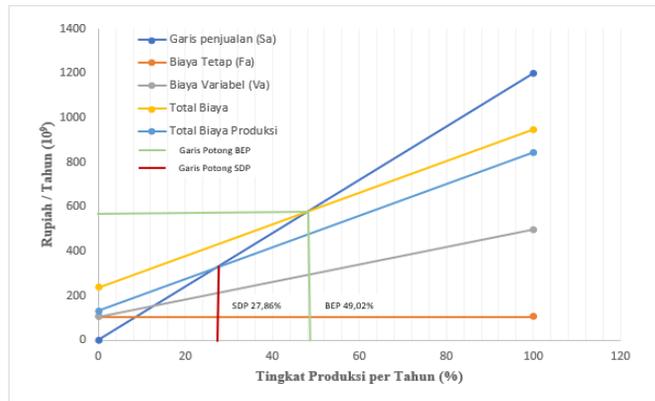
Didefinisikan sebagai beban discount yang mampu ditanggung oleh sebuah perusahaan sedemikian rupa sehingga *cumulative present value*.

d. *Shut Down Point* (SDP)

Merupakan suatu kondisi dimana pabrik beroperasi dengan kapasitas produksi tertentu mengalami penyusutan peralatan operasi sehingga pabrik harus dihentikan dan dikeluarkan biaya untuk pemeliharaan dan perbaikan.

Hasil-hasil perhitungan analisa ekonomi yang diperoleh pada Lampiran-D adalah sebagai berikut :

1. Total modal investasi (*total capital investment*) Rp.900.055.922.098
2. Total biaya produksi (*total production cost*) Rp. 952.591.234.500
3. *Pay out time* 2.36 tahun sebelum pajak dan 2.92 tahun setelah pajak
4. *Break even point* sebesar 49.02%
5. *Shut Down Point* sebesar 27.86%
6. *Interest rate of return* sebesar 17.68%



Gambar 1. Grafik BEP dan SDP [4]

KESIMPULAN

Prancangan pabrik amonium nitrat (NH_4NO_3) dari asam nitrat dan amoniak dengan proses stengel kapasitas produksi 30.000 ton/tahun ini direncanakan akan didirikan di Kawasan Industri Cilegon, Propinsi Banten. Membutuhkan bahan baku berupa Asam nitrat sebesar 4214, 10 kg/jam dan Amonia sebesar 821,75 kg/jam.

Sesuai perhitungan analisa ekonomi dapat diketahui :

- a. Keuntungan yang diperoleh sebelum pajak Rp. 247.408.765.499 dan sesudah pajak yaitu Rp. 185.556.574.124
- b. *Return of Investment* (ROI) untuk pabrik ini 32.34% sebelum pajak dan 24.25% sesudah pajak
- c. *Pay Out Time* (POT) untuk pabrik ini adalah 2.36 tahun sebelum pajak dan 2.92 tahun sesudah pajak.
- d. *Break Event Point* (BEP) adalah 49.02%, sedangkan saat ini menurut data kelayakan rata-rata di bank, akan memberikan pinjaman/kredit bila BEP dalam batas 40 – 60 %.
- e. *Shutdown Point* (SDP) sebesar 27.86%

Berdasarkan perhitungan analisis ekonomi di atas, maka prancangan pabrik ammonium nitrat dengan kapasitas produksi 30.000 ton/tahun cukup memungkinkan untuk dilanjutkan ke tahap perancangan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agiel, A.F, *Pra Rancangan Pabrik Ammonium Nitrat Dari Amonia Dan Asam Nitrat Dengan Proses Uhde Kapasitas 100.000 Ton/Tahun*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia. 2020.
- [2] Faith, Keyes & Clark, *Industrial Chemical*, 4 th ed. New York: John Willey and Sons, Inc, 1955.
- [3] James G. Speight, *Chemical Process and Design Handbook*. New York: Mc. Graw Hill Book, 2002.
- [4] La ifa and Nurdjannah, *Ekonomi Pabrik*. Ponorogo, Jawa Timur: WADE Group, 2019.
- [5] Peter, M. S and Klaus, T. D, *Plant Design and Economic For Chemical Engineering*, 3rd Edition. Kogakusha, Tokyo: McGraw-Hill, 1991.
- [6] <https://www.bps.go.id> (diakses pada tanggal 2 Februari 2024)