

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM NITRAT**  
**DARI AMONIA DAN ASAM NITRAT**  
**KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN**



Dimasukkan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Strata Satu Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik  
Universitas Setia Budi Surakarta

Oleh :  
Erlynda Desy Krismawati  
22160294D

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SETIA BUDI**  
**SURAKARTA**  
**2022**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM NITRAT  
DARI AMONIA DAN ASAM NITRAT  
KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN**

Oleh :

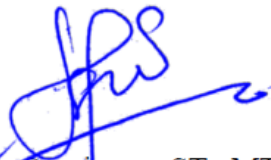
**Erlynda Desy Krismawati**

**22160294D**

Telah Disetujui Oleh Pembimbing

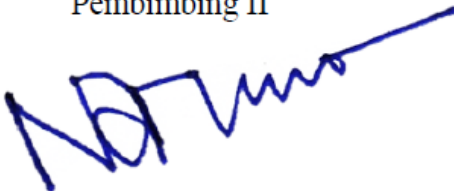
Pada Tanggal 5 Januari 2022

Pembimbing I



Dr. Supriyono, ST., MT.  
NIS.01199508011049

Pembimbing II



Dr. Narimo, S.T., M.M.  
NIS. 01199609021057

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Kimia



Gregorius Prima Indra/Budianto, S.T.,M.Eng.  
NIS.01201407261183

**LEMBAR PENGESAHAN**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM NITRAT  
DARI AMONIA DAN ASAM NITRAT  
KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN**





Oleh :

**Erlynda Desy Krismawati**

**22160294D**

Telah Dipertahankan Oleh Tim Penguji

Pada Tanggal 5 Januari 2022

	Nama	Tanda Tangan
Penguji I	: Dewi Astuti H., S.T., M.Eng.	
Penguji II	: Petrus Darmawan, S.T., M.T.	
Penguji III	: Dr. Narimo, S.T., M.M.	
Penguji IV	: Dr. Supriyono, S.T., M.T.	

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Suseno, M.Si.  
NIS.01199408011044

Kepala Program Studi



Gregorius Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng.  
NIS.01201407261183

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala jerih payah dan arahan-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir perencanaan pabrik majemuk ini dengan baik.

Judul Tugas Akhir ini adalah Perancangan Pabrik Amonium Nitrat dari Amonium dan Asam Nitrat Dengan Kapasitas 70.000 Ton/Tahun. Tugas Perancangan Pabrik Sintetis merupakan tugas akhir yang harus diselesaikan oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta sebagai salah satu kebutuhan untuk menyelesaikan studi sarjana. Melalui tugas ini, saya ingin memiliki pilihan untuk mengembangkan dan memahami kemampuan berpikir hipotetis dan kemampuan aplikasi yang diperoleh di alamat.

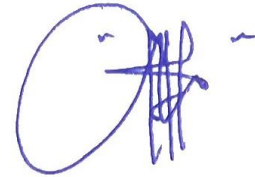
Kesiapan laporan pelaksanaan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, arahan dan dukungan dari semua pihak. Melalui laporan ini, mungkin pencipta ingin mengucapkan terima kasih:

1. Dr. Ir. Djoni Tarigan, M.B.A., selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
2. Dr. Suseno, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta
3. Gregorius Prima Indra Budianto, S.T., M.Eng., selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta
4. Dr. Supriyono, S.T., M.T., selaku Pembimbing I dan Dr. Narimo, S.T., M.M., selaku Pembimbing II yang penuh kesabaran telah memberikan bimbingan kepada penulis hingga terselesaikannya tugas akhir ini,
5. Dewi Astuti Herawati, S.T., M.Eng., selaku dosen Penguji I dan Petrus Darmawan, S.T., M.T., selaku penguji II yang telah meluangkan waktunya untuk menguji tugas akhir ini serta memberikan masukan demi kesempurnaan tugas akhir ini .
6. Seluruh Dosen Pengajar dan Staff Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta, atas semangat, bimbingan dan bantuannya kepada penulis selama menempuh pendidikan Strata 1.

7. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih telah ikut membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini

Penulis memahami bahwa proposal ini sebenarnya memiliki banyak kekurangan, dan diharapkan para pembaca dapat memberikan ide dan analisis yang bermanfaat. Semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak

Surakarta, 01 Januari 2022



Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Amonium Nitrat Berbentuk Prill.....	2
Gambar 2. Lokasi Pabrik yang akan didirikan.....	6
Gambar 3. Diagram Alir Kualitatif .....	25
Gambar 4. Diagram Alir Kuantitatif .....	26
Gambar 5. Struktur Organisasi.....	87
Gambar 6. Tata Letak Pabrik Amonium Nitrat.....	93
Gambar 7. Tata Letak Peralatan Proses .....	95
Gambar 8. Grafik BEP dan SDP .....	109
Gambar 9. Diagram Alir Proses Amonium Nitrat.....	117
Gambar 10. Diagram Alir Utilitas.....	118

---

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 1. Data Impor Amonium Nitrat di Indonesia .....	3
Tabel 2. Kapasitas Pabrik Amonium Nitrat yang Telah Berdiri di Indonesia .....	4
Tabel 3. Parameter Pemilihan Proses Pembuatan Amonium Nitrat .....	8
Tabel 4. Nilai Panas Pembentukan dan Energi Gibbs pada Kondisi Standar .....	14
Tabel 5. Harga $\Delta H_f$ .....	15
Tabel 6. Entalpi Gibbs Komponen.....	16
Tabel 7. Neraca Massa Reaktor-01 (R-01) .....	27
Tabel 8. Neraca Massa Prilling Tower-01 (B-01).....	28
Tabel 9. Neraca Massa Mixer-01 (M-01) .....	28
Tabel 10. Neraca Massa Coating Drum (D-01) .....	28
Tabel 11. Neraca Massa Absorber-01 (D-01).....	29
Tabel 12. Neraca Massa Evaporator-01 (V-01) .....	29
Tabel 13. Kapasitas panas untuk komponen cairan .....	30
Tabel 14. Kapasitas panas untuk komponen gas.....	30
Tabel 15. Kapasitas panas untuk komponen solid .....	30
Tabel 16. Neraca Panas Reaktor-01 (R-01) .....	31
Tabel 17. Neraca Panas Prilling Tower-01 (B-01).....	31
Tabel 18. Neraca Panas Coating Drum-01 (D-01).....	31
Tabel 19. Neraca Panas Prill Cooler-01 (E-01) .....	32
Tabel 20. Neraca Panas Absorber-01 (D-01).....	32
Tabel 21. Neraca Panas Evaporator-01 (V-01) .....	32
Tabel 22. Neraca Panas Heater-01 (E-01).....	33
Tabel 23. Neraca Panas Heater-02 (E-02).....	33
Tabel 24. Neraca Panas Cooler-01 (E-01) .....	33
Tabel 25. Neraca Panas Heater Udara-01 (E-01).....	33
Tabel 26. Total Air Pendingin yang dibutuhkan.....	55
Tabel 27. Peralatan-Peralatan Perpindahan Panas .....	56
Tabel 28. Jumlah Kebutuhan Air .....	57
Tabel 29. Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Proses.....	59



---

Tabel 30. Konsumsi Listrik Untuk Keperluan Utilitas .....	60
Tabel 31. Golongan dan Gaji Karyawan.....	88
Tabel 33. Luas Tanah Bangunan Pabrik .....	92
Tabel 34. Kode Alat .....	95
Tabel 35. Indeks Harga Alat .....	103
Tabel 36. Total Fixed Capital Investment.....	105
Tabel 37. Working Capital.....	106
Tabel 38. Manufacturing Cost.....	106
Tabel 39. General Expenses.....	107
Tabel 40. Fixed Cost .....	108
Tabel 41. Variable Cost.....	108
Tabel 42. Regulated Cost .....	108

---

## INTISARI

Pabrik Amonium Nitrat dari Asam Nitrat dan Amoniak dengan batas 70.000 ton/tahun direncanakan akan dibangun pada tahun 2025 di Karawang, Jawa Barat. Bahan mentah untuk korosif nitrat diperoleh dari PT. Multi Nitro Kimia, Amoniak diperoleh dari PT. Pupuk Kujang dan Asam stearat diperoleh dari PT. Dua Kuda Indonesia. Interaksi penyatuan Amonium nitrat melibatkan Reaktor Gelembung yang terjadi dalam keadaan eksotermik dan isothermal dilengkapi dengan lapisan pendingin, responsnya tidak dapat diubah, bekerja pada suhu 46 °C dan regangan 3,4 atm. Pabrik pengolahan ini dikategorikan sebagai fasilitas industri berisiko tinggi karena tegangan yang digunakan sangat tinggi.

Sintesis amonium nitrat dimulai dengan merespon korosif nitrat dan alkali di dalam reaktor (R-01). Benda tersebut keluar dari reaktor sebagai fluida yang kemudian berbeda dari fluida menjadi kuat di puncak granular (PT-01). Unit utilitas sebagai pendukung proses menyediakan steam, listrik, bahan bakar, air, dan pengolahan air proses untuk kelancaran proses produksi. Steam saturated dihasilkan dari steam boiler. Steam yang dibutuhkan untuk proses sebesar 3682,10 kg/jam, listrik 234,26 kW dan air sebesar 5923,67 kg/jam. Kebutuhan air diperoleh dari air sungai Citarum dan kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN dan generator digunakan sebagai penguat dengan asumsi PLN mengalami pemadaman listrik.

Hasil pemeriksaan menggunakan Fixed Capital Investment (FCI) pabrik ini adalah Rp. 64.736.128.538,79, Working Capital (WC) Rp. 141.765.054.478,37, Manufacturing Cost (MC) Rp. 591.810.172.251,67 dan General Expense (GE) sebesar Rp. 39.978.955.706,20. Persen Pengembalian Investasi (ROI) sebelum biaya 56,4% dan setelah biaya 42,3%. Pay Out Time (POT) sebelum charge adalah 1,5 tahun dan setelah charge adalah 1,9 tahun. Break Event Point (BEP) adalah 44,77%, Shut Down Point (SDP) adalah 29,79%. Dari informasi pemeriksaan kemungkinan di atas, dapat disimpulkan bahwa tanaman ini dapat dibuat.

---

## ABSTRACT

The Ammonium Nitrate Plant from Nitric Acid and Ammonia with a limit of 70,000 tons/year is planned to be built in 2025 in Karawang, West Java. The raw material for corrosive nitrate was obtained from PT. Multi Nitro Kimia, Ammonia obtained from PT. Kujang fertilizer and stearic acid were obtained from PT. Two Indonesian Horses. The ammonium nitrate pooling interaction involves a Bubble Reactor that occurs in exothermic and isothermal conditions equipped with a cooling layer, the response is irreversible, operates at a temperature of 46 C and a strain of 3.4 atm. This processing plant is categorized as a high risk industrial facility because the voltage used is very high.

Ammonium nitrate synthesis is initiated by responding to the corrosive nitrate and alkali in the reactor (R-01). The object exits the reactor as a fluid which then differs from the fluid to become strong at the granular peak (PT-01). The utility unit as process support provides steam, electricity, fuel, water, and process water treatment for the smooth production process. Saturated steam is produced from a steam boiler. Steam required for the process is 3682.10 kg/hour, electricity is 234.26 kW and water is 5923.67 kg/hour. Water needs are obtained from Citarum river water and electricity needs are met from PLN and a generator is used as an amplifier with the assumption that PLN experiences a power outage.

The result of the inspection using the Fixed Capital Investment (FCI) of this factory is Rp. 64,736.128,538.79, Working Capital (WC) Rp. 141,765,054,478,37, Manufacturing Cost (MC) Rp. 591,810,172,251.67 and General Expense (GE) of Rp. 39,978,955,706.20. Percent Return on Investment (ROI) before fees 56.4% and after fees 42.3%. Pay Out Time (POT) before charge is 1.5 years and after charge is 1.9 years. Break Event Point (BEP) is 44.77%, Shut Down Point (SDP) is 29.79%. From the possible examination information above, it can be concluded that this plant can be made.

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Kemajuan bisnis bahan mentah di Indonesia telah dimulai, terbukti dengan banyaknya organisasi rekayasa yang telah dirintis dan peluang munculnya hipotesis yang asing, baik itu bisnis, terutama produksi barang mentah atau suku cadang untuk organisasi hilir, khususnya hulu saat ini. klien. Salah satu organisasi hilir yang harus diawasi di Indonesia adalah kantor modern Ammonium Nitrate, yang merupakan pabrik penanganan yang memproduksi produk-produk sebagai bahan biasa untuk pengumpulan bahan peledak. Perkantoran modern ini sangat diperlukan di Indonesia sebagai negara yang devisanya sangat asing didapat dari pertambangan dan merupakan negara agraris.

Amonium nitrat adalah putih atau membosankan langsung, higroskopis, butiran kuat seperti kaca atau batu mulia. Gravitasi eksplisit 1,725. Temperatur pelarutan 155°C, meluruh pada 210°C, persamaan sub atom  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , berat sub atom 80,0396, kelarutan 118% pada 0°C, titik cair 170°C, sangat larut di udara, larut dalam etanol dan dalam metanol (SIKerNas dan Badan POM , 2012).

Amonium nitrat dijual dalam beberapa desain, seperti yang ditunjukkan oleh tujuannya. Cairan amonium nitrat dijual sebagai pupuk kandang, sebagian besar dicampur dengan urea. Cairan amonium dapat dibundel dalam jenis cairan amonium nitrat yang digunakan untuk proses pengerasan padat. Amonium nitrat padat dapat diberikan sebagai butiran (butiran besar), butiran (butiran kecil), potongan (tetes) dan mutiara (padatan yang konfigurasi pamerannya meluas dalam tiga sudut pandang). Prills dapat diproduksi dalam struktur ketebalan tinggi dan rendah tergantung pada obsesi cairan. Prills bermutu tinggi, biji-bijian dan batu berharga sebagai kotoran, butiran untuk bahan peledak dan butiran yang lebih rendah dapat digunakan untuk setidaknya satu pupuk kandang atau bahan peledak. (sumber: Badan Perlindungan Ekologi AS, 2000).

Pemanfaatannya dalam bisnis yang berdampak sangat besar, khususnya 75% (Keyes dan Clark, 1966). Kegunaan dari amonium nitrat adalah sebagai berikut :

1. Landasan lini produksi amonium nitrat dapat mengatasi masalah yang tumbuh di dalam negeri (mengurangi kebutuhan impor sambil mengurangi ketergantungan pada negara yang berbeda).
2. Simpan perdagangan asing.
3. Sebagai penyedia komponen *unrefined* untuk industri bahan peledak atau pupuk kandang di Indonesia
4. Buka posisi baru pintu terbuka
5. Menambahkan klien ke industri korosif alkali dan nitrat di Indonesia
6. Berikan pintu terbuka ke fondasi bisnis yang berbeda yang memanfaatkan amonium nitrat sebagai zat yang tidak dimurnikan.

Amonium nitrat berbentuk *prill* dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Amonium Nitrat Berbentuk *Prill*

Karakteristik amonium nitrat berbentuk *prill* :

1. Merupakan butiran-butiran kecil seukuran gotri
2. Memiliki tekstur berpori sehingga memiliki kemampuan untuk menyerap bahan
3. Berupa padatan berwarna putih
4. Mudah larut dalam air dan higroskopis sebagai padatan, meskipun tidak membentuk hidrat.

## 1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik

Dalam batas rencana pabrik Amonium Nitrat, beberapa pertimbangan harus dipertimbangkan, misalnya, impor amonium nitrat di Indonesia, batas pabrik saat ini dan aksesibilitas komponen mentah.

### 1.2.1 Impor Amonium Nitrat di Indonesia

Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) mengenai Impor amonium nitrat di Indonesia pada tahun 2015-2019 ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Data Impor Amonium Nitrat di Indonesia

Tahun	Kapasitas(Ton/Tahun)
2015	119.614,55
2016	86.282,07
2017	71.187,83
2018	73.474,35
2019	82.700,02

(Badan Pusat Statistik Indonesia, 2020)

Berdasarkan data impor kebutuhan Amonium Nitrat dalam negeri, kapasitas produksi pabrik dapat ditentukan menggunakan Metode Discounted yaitu :

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

$$F = 82.700,02 \times (1 + (-0,028)^5)$$

$$F = 71.752,5 \text{ ton/tahun}$$

Keterangan :

F = nilai pada tahun ke n

P = besarnya data pada tahun sekarang (Ton/Tahun)

i = kenaikan data rata-rata

n = selisih tahun (tahun ke - n)

Metode Discounted digunakan karena menghasilkan informasi penting, berbeda dengan teknik tikungan lurus dan polinomial. Dilihat dari estimasi batas dengan menggunakan teknik terbatas, maka batas potensi pembentukan Amonium nitrat pada tahun 2025 adalah 71.752,5 ton/tahun. Keputusan batas pabrik diambil pada 70.000 ton/tahun, batas lengkap diambil untuk mengatasi masalah Amonium Nitrat pada tahun 2025.

### 1.2.2. Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri

Kapasitas pabrik amonium nitrat yang telah berdiri digunakan sebagai pertimbangan untuk menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan. Pabrik ammonium nitrat yang telah berdiri ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Kapasitas Pabrik Amonium Nitrat yang Telah Berdiri di Indonesia

No.	Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	PT. Kaltim Nitrate Indonesia	Bontang	300.000
2	PT. Pupuk Kalimantan	Bontang	75.000
3	PT. Dahana	Subang	5.000
4	PT. Multi Nitrotama Kimia	Karawang	100.000
5	PT. Black Bear Resources indonesia, Jenis (ANSOL)	Bontang	82.000

Dengan beberapa pertimbangan di atas, maka akan didirikan pabrik amonium nitrat dengan proses *prilling* kapasitas 70.000 ton/tahun

### 1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Penetapan areal pabrik pengolahan mungkin merupakan hal utama untuk membantu kemajuan suatu fasilitas industri, terutama dari segi keuangan dan kemajuan di kemudian hari. Setelah memeriksa dan mempertimbangkan unsur-unsur yang mempengaruhi keputusan area pabrik, tidak sepenuhnya diselesaikan pabrik amonium nitrat di daerah Kutapohaci, Kec. Ciampel, Kabupaten Karawang, Jawa Barat seperti terlihat pada Gambar 2.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik ini antara lain:

#### 1. Faktor Primer

##### a. Bahan Baku

Zat alami mengambil bagian utama, dalam proses pembuatan fasilitas industri, sangat bergantung pada keberadaan komponen yang tidak dimurnikan. Area yang dekat dengan mata air komponen yang tidak dimurnikan akan lebih produktif. Untuk situasi ini, komponen yang tidak dimurnikan yang digunakan adalah korosif nitrat 58% (berat) dan alkalin 99,5% (berat). Bahan mentah untuk korosif nitrat didatangkan dari PT.

---

Multi Nitrotama Kimia Cikampek, Jawa Barat dengan limit 100.000 ton/tahun, terletak sekitar 11 km dari lokasi fasilitas industri. Sedangkan bahan alkali yang tidak dimurnikan diperoleh dari PT. Pupuk Kujang Cikampek, Jawa Barat dengan batas produksi 330.000 ton/tahun, kira-kira 9 km dari luas pondasi.

b. Pemasaran

Amonium nitrat sebagai prill ketebalan rendah merupakan unsur untuk membuat bahan peledak jenis Pindad Ammonium Nitrate Fuel (PANFO), dengan potongan 94% w sebagai amonium nitrat prill dan 6% w sebagai bahan bakar minyak. Bahan peledak ini dapat diiklankan di organisasi TNI-AD (PT. Pindad) di Bandung.

c. Utilitas

Utilitas dan kantor pendukung lainnya dapat diperoleh secara efektif, terutama untuk kebutuhan akses udara dari saluran air yang terletak sangat dekat dengan area pabrik..

d. Tenaga Kerja

Pasokan tenaga kerja dapat dipenuhi secara efektif dari wilayah sekitar lokasi lini produksi atau di luar pabrik, yang kebutuhan dan kapasitasnya sesuai standar organisasi.

e. Sarana Transportasi

Transportasi di wilayah Ciampel, Karawang sangat mudah dijangkau, sehingga mempermudah transportasi atau transportasi. Penetapan lokasi pabrik di Ciampel diharapkan dapat bekerja sama dengan penyedia bahan alam, serta promosi produk, karena dekat dengan kawasan modern..

2. Faktor Sekunder

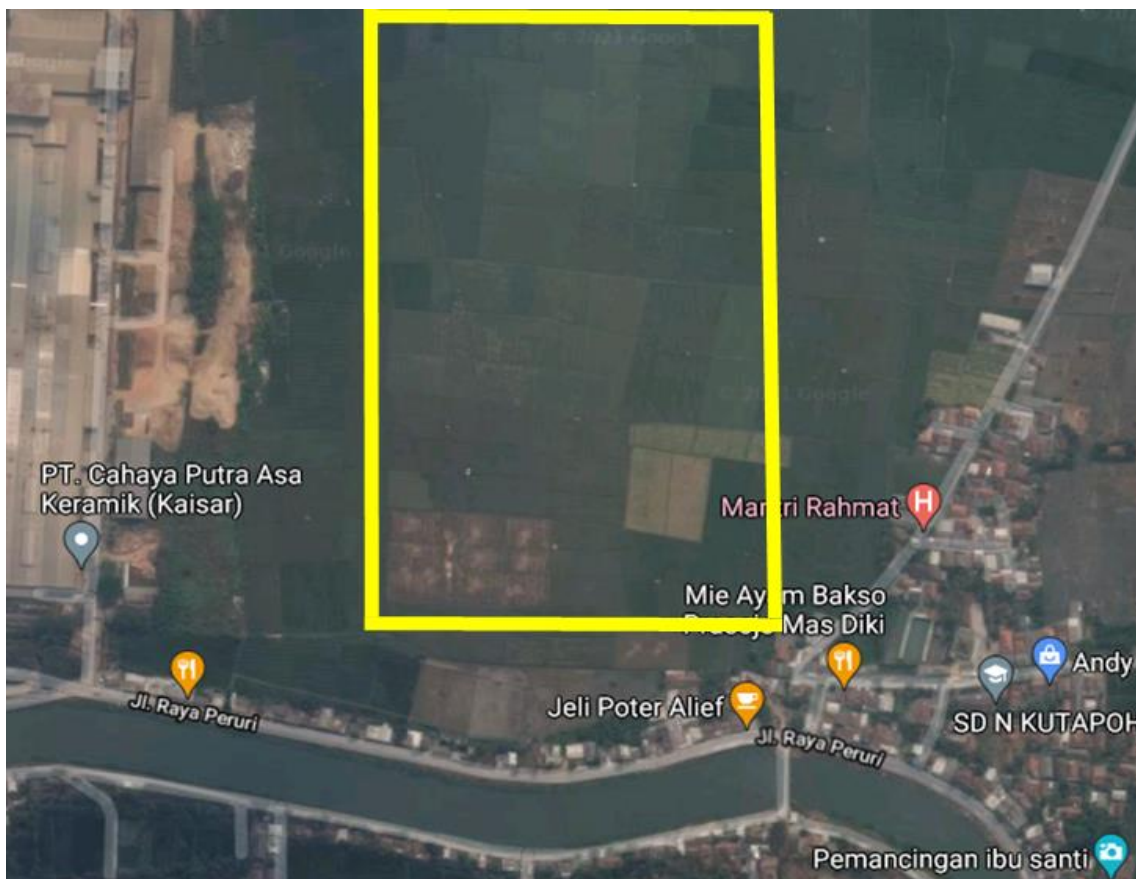
a. Kebijakan Pemerintah

b. Tanah dan Iklim

c. Keadaan Masyarakat



Lokasi pabrik dapat dilihat pada Gambar 2



(sumber: Google Maps)

**Gambar 2.** Lokasi Pabrik yang akan didirikan

#### 1.4 Proses yang dipilih

Menurut Keyes dan Clark (1966) ada empat jenis proses pembuatan amonium nitrat dalam bentuk padat, yaitu:

a. *Prilling Process*

Gas amonia dan asam nitrat ditanggapi dalam sebuah reaktor yang disebut baja tempered membunuh di bawah kapal hiruk-pikuk. Kontak antar bahan menyebabkan susunan panas, fiksasinya 85%. Praktis semua pengaturan nonpartisan tersedot ke evaporator vakum dan terkonsentrasi hingga 95%. Angin mengalir dari bagian bawah menara prilling, dan material mengeras menjadi partikel kecil melingkar (disebut prills). (Faith et al., 1996).

---

b. *Continous Vacuum Crystallization Process*

Amonium nitrat yang dibuat dalam reaktor sekitar 60%. Kemudian pada saat itu dipindahkan di evaporator pada suhu 60°C sehingga sampai pada sentralisasi 75-80%. Kemudian, pada saat itu, dipadatkan dalam kristalisasi vakum. Hasil dasar dari vacuum crystallizer adalah sebagai slurry yang sekitar 40% berat dari batu mulia, kemudian ditampung dalam rotator. Alkohol induk dimasukkan kembali ke dalam kerangka, kemudian, pada saat itu, permata yang mengandung 1% air dibawa ke pengering berputar berlawanan arah di mana pada 82,2°C kadar kelembaban berkurang 0,1%.

c. *Stengel Process*

Interaksi ini menciptakan amonium nitrat dengan ketebalan tinggi. Gas garam berbau dan korosif nitrat dipanaskan dan dijaga terus-menerus dari titik tertinggi reaktor tekan ke atas. Suhu respons dibatasi hingga 200 °C. Susunan amonium nitrat selanjutnya langsung masuk ke pemisah angin topan yang ditambahkan ke reaktor. Benda yang keluar dari separator adalah amonium nitrat cair dengan kadar kelembapan 0,2% berat dan suhu pelarutan sekitar 200 °C. Cairan tersebut kemudian dibentuk menjadi butiran

d. *Grainer Process*

Siklus ini merupakan interaksi lama dan jarang digunakan lagi. Interaksi ini diselesaikan dengan mengkonsentrasikan susunan amonium nitrat yang terbunuh dari evaporator, sehingga pengelompokan susunan menjadi 98-98,5% berat, pada suhu 305-310 °F. Kristalisasi dilakukan dalam reproduksi sapi jantan, di mana pengaturan panas dicampur sampai permata dibingkai dan kadar air 0,1% berat. (Faith et al., 1996).

e. *Proses UhDe*

Interaksi ini adalah pilihan yang sangat terkenal karena memiliki biaya spekulasi paling rendah. Siklus Uhde diselesaikan dengan merespons gas garam berbau dan korosif nitrat dalam reaktor kantong udara dengan respons keseimbangan pada suhu mendekati 200 oC dan regangan 4-5 bar. Susunan yang keluar dari reaktor langsung dimasukkan ke dalam drum,

kemudian dialirkan ke evaporator untuk dipekatkan, sedangkan uap yang keluar dari evaporator setengahnya digunakan sebagai media penghangat dan tidak dirawat secara lengkap ke pengaman sebagai pengaman gas berbau garam. . Susunan meninggalkan evaporator memasuki prilling tower, dimana butiran amonium nitrat dibentuk dan diayak untuk mendapatkan butiran amonium nitrat yang ideal. (Uhde GmbH, 1989)

Mengingat perbedaan siklus pembuatan amonium nitrat, rencananya pabrik amonium nitrat ini akan menggunakan sistem prilling. Ini karena beberapa perenungan, antara lain dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini:

**Tabel 3.** Parameter Pemilihan Proses Pembuatan Amonium Nitrat

No	Proses Parameter	Proses Grainer	Proses Stengel	Proses Prilling	Proses UhDe
1.	Bahan Baku	- Amonia (NH <sub>3</sub> ) 99,5% - Asam Nitrat (HNO <sub>3</sub> ) konsentrasi 50%	- Amonia (NH <sub>3</sub> ) 99,5% - Asam Nitrat (HNO <sub>3</sub> ) konsentrasi 60%	- Amonia (NH <sub>3</sub> ) 99,5% - Asam Nitrat (HNO <sub>3</sub> ) konsentrasi 58%	- Amonia (NH <sub>3</sub> ) 99,5% - Asam Nitrat (HNO <sub>3</sub> ) konsentrasi 60%
2.	Kondisi Operasi Reaktor	- Temperatur : 150-155°C - Tekanan : 4,5 bar	- Temperatur : 200-300°C - Tekanan : 4,5 bar - Dapat terjadi dekomposisi amonium nitrat	- Temperatur : 46°C - Tekanan : 3,5 psig	- Temperatur : 175-200°C - Tekanan 1-5 bar - Lebih aman karena tidak terjadi dekomposisi amonium nitrat
3.	Konversi	98,5%	99%	95%	99,5%
4.	Produk	- Amonium nitrat kristal/grain mengandung 0,1% <i>moisture</i> . - Butir yang dihasilkan terlalu kecil.	- Amonium nitrat <i>granules</i>	- Amonium nitrat <i>prill</i> dengan konsentrasi 99,5%	- Amonium nitrat <i>prill</i> yang seragam dengan kemurnia 99,5%
5.	Peralatan	- <i>Reactor</i> - <i>Evaporator</i> - <i>Cryztalizer</i> - <i>Centrifuge</i> - <i>Dryer</i>	- <i>Reactor</i> - <i>Separator</i> - <i>Water cooler belt</i> - <i>Grinder</i> - <i>Screen</i>	- <i>Reactor</i> - <i>Prilling tower</i> - <i>Coating drum</i> - <i>Prill cooler</i>	- <i>Reactor</i> - <i>Mixing tank</i> - <i>Evaporator</i> - <i>Prilling tower</i> - <i>Cooling drum</i> - <i>Screen</i> - <i>Coating</i>

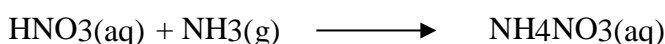
---

## Kegunaan Produk

Amonium nitrat dalam bentuk *prill* berdensitas rendah digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bahan peledak jenis *amonium nitrat fuel oil* (ANFO) yang banyak digunakan pada industri pertambangan dan bidang pertahanan khususnya di Indonesia.

### 1.5 Tinjauan Proses

Pembuatan amonium nitrat dari amonia dan asam nitrat merupakan reaksi heterogen cair – gas dengan persamaan reaksi:



Reaksi berjalan pada kisaran suhu 300 – 3000 K pada tekanan tinggi. Reaksi berlangsung dalam waktu 30 menit. Dengan hasil konversi sebesar 99% terhadap amonia.

#### 1.5.1. Sifat Fisika dan Kimia

##### 1. Bahan Baku

###### a. Amonia

Sifat Fisika (Perry, 1997) :

Rumus molekul :  $\text{NH}_3$

Berat molekul : 17,03 g/mol

Wujud : Gas tak berwarna

Titik lebur :  $-77,73^\circ\text{C}$  (1 bar)

Titik didih :  $-33,34^\circ\text{C}$  (1 bar)

Densitas :  $0,69 \text{ g/cm}^3$

Kelarutan dalam 100ml : *Cold Water* ( $0^\circ\text{C}$ ) : 89,9g

*Hot water* ( $96^\circ\text{C}$ ) : 7,4g

*Specific gravity* : 0,817 ( $-79^\circ\text{C}$ )

: 0,5971 (fase gas)

Sifat Kimia :

a) Amonia dapat membentuk kombinasi yang mudah

terbakar dengan udara pada nilai tepi atas (16-25% volume).

- b) Taruhan ledakan aroma garam akan meningkat. Ledakan peril antasida berkembang ketika disajikan dengan oksigen pada suhu dan kondisi tinggi. Asam nitrat

Sifat Fisika (Perry, 1997):

Rumus molekul :  $\text{HNO}_3$

Berat molekul : 63,01 g/mol

Warna : Cairan tak berwarna

Titik lebur :  $-42^\circ\text{C}$

Titik didih :  $83^\circ\text{C}$

Densitas :  $1,51 \text{ g/cm}^3$

Kelarutan dalam air : 47 % w/w ( $0^\circ\text{C}$ )

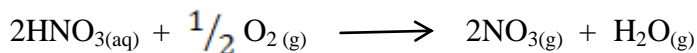
31 % w/w ( $25^\circ\text{C}$ )

18 % w/w ( $50^\circ\text{C}$ )

*Specific gravity* :  $1,502^{1/2}$

Sifat Kimia :

- a) Asam nitrat tidak stabil terhadap panas dan cahaya matahari dan dapat terurai sebagai berikut:



- b) Susunan korosif nitrat pekat berwarna kuning yang berasal dari naungan  $\text{NO}_2$  yang dipecah. Untuk mengurangi korosif nitrat, korosif nitrat disimpan dalam botol berwarna tanah.

## 2. Bahan Pendukung

- a. Asam stearat

Sifat Fisika (Perry, 1997):

Rumus molekul :  $\text{CH}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$

Berat molekul : 284,48 g/mol

Wujud : Padatan

---

Titik lebur : 69,6 °C  
Titik didih : 361 °C  
Densitas : 941 kg/m<sup>3</sup>  
Kelarutan dalam air : 3 mg/L (20 °C)

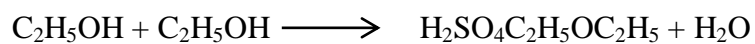
b. Etanol

Sifat Fisika (Perry, 1997) :

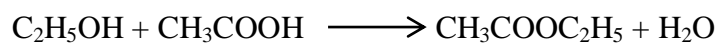
Rumus molekul : C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH  
Berat molekul : 46,07 g/mol  
Warna : Cairan tak berwarna  
Titik lebur : -114,14 °C  
Titik didih : 78,29 °C  
Densitas : 0,79 g/cm<sup>3</sup>  
Kelarutan dalam air : Tercampur penuh

Sifat Kimia :

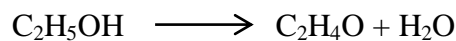
a) Reaksi Eterifikasi (pembentukan senyawa eter)



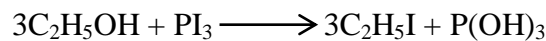
b) Reaksi Esterifikasi adalah reaksi antara alkohol dan asam karboksilat untuk membentuk senyawa eter.



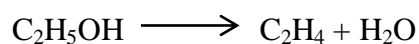
c) Reaksi oksidasi



d) Reaksi dengan fosfor iodida menghasilkan etil iodida



e) Reaksi dehidrasi



c. Asam sulfat

Sifat Fisika (Perry, 1997) :

Rumus molekul : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

---

Berat molekul	: 98,08 g/mol
Warna	: Tidak berwarna
Titik lebur	: 10,49 °C
Titik didih	: 340°C
Densitas	: 1,84 g/cm <sup>3</sup>

### 3. Produk

#### a. Amonium nitrat

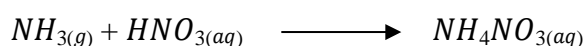
Sifat Fisika :

Rumus molekul	: NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>
Berat molekul	: 80 g/mol
Titik lebur, °C	: 170 °C
Titik didih, °C	: 210 °C
Densitas	: 0.69 g/cm <sup>3</sup>
Kelarutan	: 118 g/100 mL (0°C) 150 g/100 mL (20°C) 297 g/100 mL (40°C) 410 g/100 mL (60°C) 676 g/100 mL (80°C) 1024 g/100 mL (100°C) 1690 g/100 mL (150°C)

### 1.5.2. Konsep Reaksi

#### 1. Dasar Reaksi

Amonium nitrat merupakan reaksi heterogen dalam fase gas-cair tanpa gaya, mengingat kemungkinan terjadinya reaksi yang selaras, terutama antara basa destruktif dan basa, terhadap segala sesuatu yang terjadi pada reaksi yang terjadi antara basa kuat destruktif dan basa rapuh. Dalam pengucapan Bronsted, destruktif adalah zat yang dapat memberikan proton, dan basa adalah zat yang dapat mengakui proton. Respon untuk sistem prilling ini adalah:



$$\Delta H_{298}^{\circ} = -28,81 \text{ kcal/mol}$$

Reaksi berlangsung dengan kondisi operasi: (Kamenjar. J.L. dkk. )

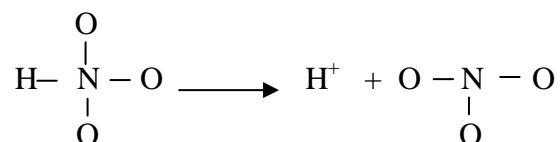
$$\text{Tekanan} = 3,4 \text{ atm}$$

$$\text{Suhu} = 46 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

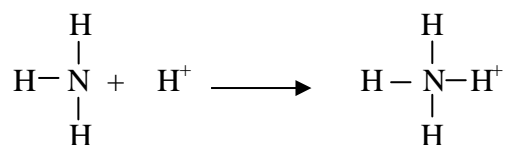
$$\text{Konversi} = 95 \%$$

## 2. Mekanisme Reaksi

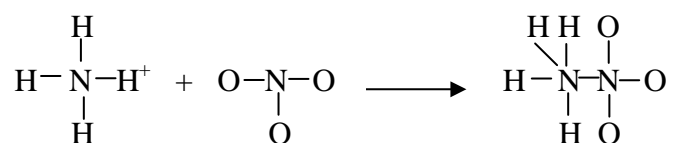
a.  $\text{HNO}_3$  dalam keadaan larutan akan membentuk ion-ionnya :



b. Ion positif akan menyerang elektron bebas yang dimiliki oleh amonia, membentuk ion amonium.



c. Ion amonia yang reaktif dan bermuatan positif akan bergabung dengan ion nitrat yang bermuatan negatif.



Respon ini merupakan respon keseimbangan yang terjadi secara bertahap, respon heterogen antara gas  $\text{NH}_3$  dan cairan  $\text{HNO}_3$ , respon tersebut tidak sepenuhnya ditentukan oleh kecepatan respon zat dan kecepatan penyebaran gas  $\text{NH}_3$  menjadi  $\text{HNO}_3$ .

Dengan memanaskan kedua respon sebelum masuk ke dalam reaktor, wajar jika respon akan berlanjut secara tiba-tiba dan sampai pada keadaan di mana amonium nitrat dibingkai yang tidak berbahaya.

## 3. Kondisi Operasi

Respon terjadi pada suhu  $46^{\circ}\text{C}$  dengan tegangan 3,4 atm. Respon selesai dalam keadaan isothermal, sehingga suhu dalam reaktor



umumnya harus konsisten pada 46°C, sehingga digunakan reaktor kantong udara (reaktor gelembung).

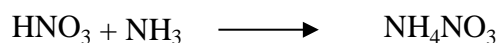
#### 4. Tinjauan Termodinamika

Untuk memutuskan apakah responsnya eksotermik atau endotermik, penting untuk menguji menggunakan standar pengaturan yang berapi-api ( $\Delta H_f^0$ ). Saat memutuskan apakah responsnya searah atau reversibel dengan menghitung energi bebas Gibbs. Kualitas standar untuk panas Gibbs dan energi bebas ditampilkan di Tabel 4.

**Tabel 4.** Nilai Panas Pembentukan dan Energi Gibbs pada Kondisi Standar

Komponen	$\Delta H_f^0$ (kcal/mol)	$\Delta H_f^0$ (J/mol)
Amonia (NH <sub>3</sub> )	-10,97	-2609,52
Asam Nitrat (HNO <sub>3</sub> )	-32,29	-9845,24
Amonium Nitrat (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> )	-87,29	-20809,52

Reaksi yang terjadi adalah :



Ditinjau dari pembentukan ( $\Delta H_f^0$ ) :

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{reaksi}} &= \Delta H_f^0 \text{ produk} - \Delta H_f^0 \text{ reaktan} \\ &= \Delta H_f^0 \text{ NH}_4\text{NO}_3 - (\Delta H_f^0 \text{ NH}_3 + \Delta H_f^0 \text{ HNO}_3) \\ &= -235,55 \text{ kcal/mol} - (-10,96 - 195,78) \text{ kcal/mol} \\ &= -28,81 \text{ kcal/mol} \end{aligned}$$

Apabila ditinjau dari energi Gibbs ( $\Delta G_f^0$ ) :

$$\begin{aligned} \Delta G_{\text{Reaksi}} &= \Delta G_f^0 \text{ produk} - \Delta G_f^0 \text{ reaktan} \\ &= \Delta G_f^0 \text{ NH}_4\text{NO}_3 - (\Delta G_f^0 \text{ NH}_3 + \Delta G_f^0 \text{ HNO}_3) \\ &= -45,58 \text{ kcal/mol} - (-3,976 - 19,10) \text{ kcal/mol} \\ &= -22,504 \text{ kcal/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ln K_{298K} &= \frac{-\Delta G_f^0}{RT} \\ &= \frac{-(-22,504 \text{ kcal/mol})}{1,987 \times 10^{-3} \text{ kcal/mol.K} \times 298 \text{ K}} \end{aligned}$$

$$= 38,005$$

$$K_{298K} = 3,20 \times 10^{16}$$

Maka nilai K pada 319,15 K dapat dihitung dengan meninjau persamaan kesetimbangan :

$$\ln \left( \frac{K}{K_1} \right) = - \frac{\Delta H}{R} \times \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln \left( \frac{K}{3,20 \times 10^{16}} \right) = - \frac{28,81 \text{ kJ/mol}}{1,987 \times 10^{-3} \text{ kJ/molK}} \times \left( \frac{1}{319,15} - \frac{1}{298,15} \right)$$

$$\ln K_{319,15 K} = \frac{-3.1998}{3,20 \times 10^{16}}$$

$$\ln K_{319,15 K} = \frac{e^{-3.1998}}{3,20 \times 10^{16}}$$

$$K_{319,15 K} = 2,70 \times 10^{10}$$

Dari hasil estimasi, nilai K pada suhu 448,15 K sangat besar, sehingga responnya irreversible (ke satu sisi).

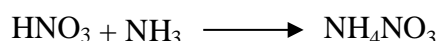
Untuk memutuskan ide respons (eksotermik/endotermik) dan judul respons (reversibel/ireversibel), penting untuk bekerja menggunakan panas pengembangan standar pada 1 atm dan 25°C dari reaktan dan item.

**Tabel 5.** Harga  $\Delta H_f$

Komponen	$\Delta H_f^0$ (Kkal/mol 25°C)	J/mol
Amonia (NH <sub>3</sub> )	-10,97	-2609,52
Asam Nitrat (HNO <sub>3</sub> )	-41,35	-9845,24
Amonium Nitrat (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> )	-87,40	-20809,52

(Sumber : Perry, 1997)

Reaksi proses pembentukan natrium difosfat heptahidrat :



$$\begin{aligned} \Delta H_R^0_{298K} &= \Delta H_f^0 \text{ produk} - \Delta H_f^0 \text{ reaktan} \\ &= \Delta H_f^0 \text{ NH}_4\text{NO}_3 - (\Delta H_f^0 \text{ NH}_3 + \Delta H_f^0 \text{ HNO}_3) \\ &= (-20809,52 - (-9845,24 + (-2609,52))) \\ &= -8354,76 \text{ J/mol} \end{aligned}$$

Data yang diperoleh untuk  $\Delta H_R^{\circ}$  <sub>298K</sub> adalah -8354,76 J/mol, karena  $\Delta H_R^{\circ}$  <sub>298K</sub> negatif maka reaksinya eksotermis.

Konversi pembentukan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  terhadap  $\text{NH}_3$  adalah 95%. Dengan perbandingan mol  $\text{HNO}_3 : \text{NH}_3 = 1:1$  Reaksi netralisasi berlangsung spontan atau tanpa katalis, reaksi tersebut merupakan reaksi *irreversible* (satu arah), yang dapat dibuktikan dengan perhitungan sebagai berikut:

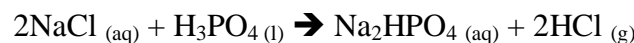
$$\Delta G_f^{\circ} = -RT \ln K_{298 \text{ K}}$$

Harga  $\Delta G_f^{\circ}$  untuk masing-masing komponen (suhu 298K) sebagai berikut:

**Tabel 6.** Entalpi Gibbs Komponen

Komponen	$\Delta G_f^{\circ}$ (kJmol)	J/mol
Amonia ( $\text{NH}_3$ )	-16,40	-16400
Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ )	-74,70	-74700
Amonium Nitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )	-183,84	-183840

(Sumber : Perry 7<sup>th</sup> ed, Table 2-220)



$$\begin{aligned} \Delta G_f^{\circ} &= \sum \Delta G_{\text{produk}} - \sum \Delta G_{\text{reaktan}} \\ &= \Delta G_f^{\circ} \text{NH}_4\text{NO}_3 - (\Delta G_f^{\circ} \text{NH}_3 + \Delta G_f^{\circ} \text{HNO}_3) \\ &= -183840 - (-74700 + (-16400)) \\ &= -92740 \text{ j/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta G_f^{\circ} &= -RT \ln K_{298 \text{ K}} \\ -92740 \text{ kal/mol} &= -8,314 \text{ J/mol.K} \times 319,15 \text{ K} \times \ln K_{298 \text{ K}} \end{aligned}$$

$$\ln K = \frac{-92740 \text{ kal/mol}}{-8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}} \times 319 \text{ K}}$$

$$\ln K = 37,4318$$

$$K = 1,80 \times 10^{16}$$

Nilai konstanta kesetimbangan pada 46°C dapat dihitung dengan rumus berikut : (Smith, J.M. dan Van Ness, H.C. 1975):

$$\begin{aligned} \ln \left( \frac{K}{K_1} \right) &= -\frac{\Delta H}{R} \times \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right) \\ \ln \left( \frac{K}{1,8 \times 10^{16}} \right) &= -\frac{8354,76 \text{ J/mol}}{8,314 \text{ J/Kmol}} \times \left( \frac{1}{313,15 \text{ K}} - \frac{1}{298,15 \text{ K}} \right) \end{aligned}$$

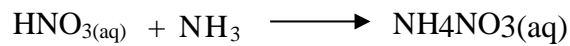
---

$$K = 6,85 \times 10^{15}$$

Dari hasil perhitungan termodinamika, harga K pada suhu 46°C diperoleh adalah  $6,85 \times 10^{15}$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa reaksi ini searah kekanan (*irreversible*).

#### 5. Tinjauan Kinetika

Reaksi pembentukan amonium nitrat adalah cair-gas yang bersifat *irreversible*. Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut:



Pada suhu 46°C diperoleh  $k = 0.022 \text{ Lmol/s}$  dan konversi reaksi = 95%. Waktu tinggal di dalam reaktor adalah 3 m.