



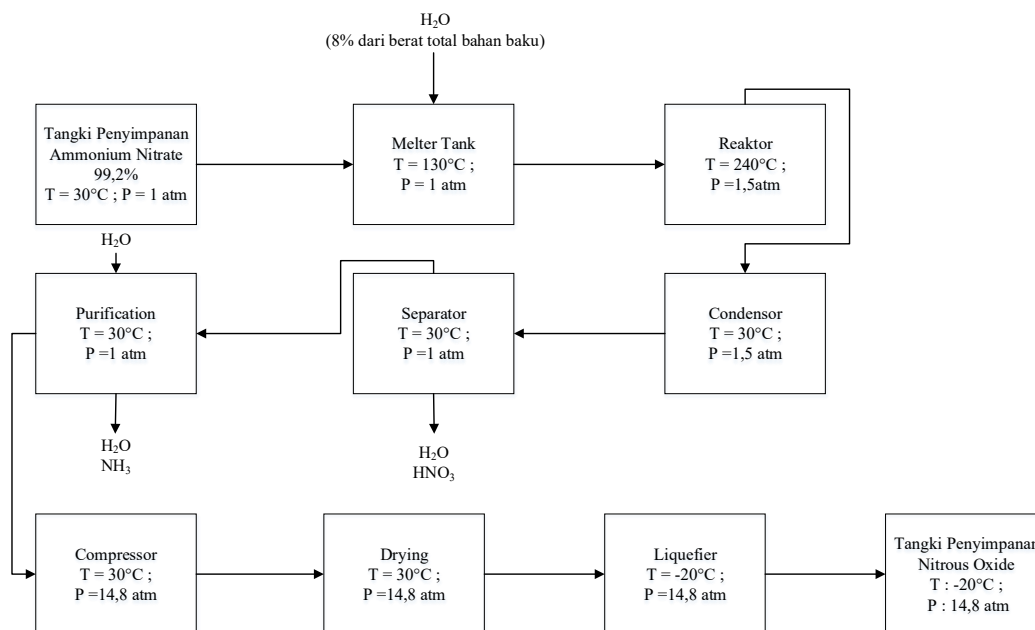
BAB II

URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES

II. 1. Macam – macam Proses

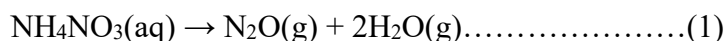
Nitrous Oxide dapat diproduksi dengan berbagai macam proses dan bahan baku, berbagai macam proses tersebut diantaranya adalah sebagai berikut ;

1. Produksi Nitrous Oxide dari Ammonium Nitrate dengan Proses Dekomposisi



Gambar II. 1. Blok Diagram Proses Produksi Nitrous Oxide dari Ammonium Nitrate dengan Proses Dekomposisi

Secara umum nitrous oxide diproduksi dengan mendekomposisi serbuk kristal ammonium nitrate. Reaksi pembentukan nitrous oxide ini hanya melalui satu tahapan reaksi eksotermis :



Reaksi dekomposisi ini berlangsung pada suhu 250°C hingga 255°C, dimana pada mulanya melarutkan ammonium nitrate dengan konsentrasi 80-93% hingga menjadi larutan panas. Larutan ini akan dialirkan menuju reaktor PRD untuk dilakukan proses dekomposisi termal, dengan kondisi suhu operasi reaktor



Pra Rancangan Pabrik

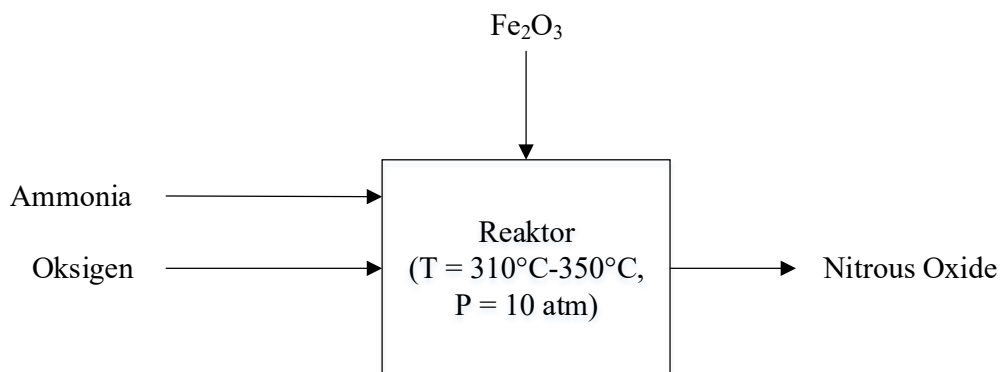
“Pabrik Nitrous Oxide dari Ammonium Nitrate dengan Proses Dekomposisi”

mendekati 240°C. Disamping itu, pada suhu 210°C juga menimbulkan reaksi disosiasi dimana ammonium nitrate akan terurai menjadi asam nitrat dan amonia. Reaksi ini mampu menyerap panas yang dihasilkan dari reaksi eksotermis dan dapat mengendalikan kenaikan suhu dari proses ini. Untuk menekan reaksi disosiasi diperlukan suatu kondisi reaktor dengan tekanan sedikit berada diatas tekanan atmosfer. Reaksi :



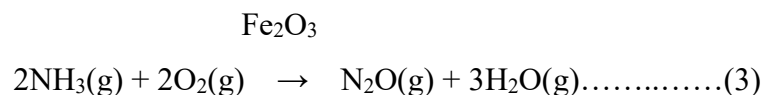
Reaksi diatas hanya terjadi pada 1% ammonium nitrat, sisanya 99% ammonium nitrat akan terdekomposisi menjadi gas nitrous oxide (European Industrial Gases Association, 2024, Hal. 6-7).

2. Produksi Nitrous Oxide dari Amonia dengan Proses Oksidasi



Gambar II. 2. Blok Diagram Proses Produksi Nitrous Oxide dari Amonia dengan Proses Oksidasi

Pada proses ini amonia dioksidasi oleh oksigen sehingga akan terbentuk nitrous oxide dengan bantuan katalisator Fe_2O_3 . Reaksi berlangsung pada suhu 310°C - 350°C dengan tekanan 10 atm. Reaksi :



Pada kondisi tersebut dilepaskan panas dan pemakaian katalisator. Secara teoritis proses ini mudah akan tetapi untuk mengoksidasi amonia banyak reaksi samping yang terjadi. Oleh karena itu, konversi dari reaksi ini hanya berkisar 85% (United States Patent Office1,946,114, 1934, Hal. 1-2).



Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik Nitrous Oxide dari Ammonium Nitrate dengan Proses Dekomposisi”

II. 2. Seleksi Proses

Berdasarkan proses produksi nitrous oxide dapat dilakukan dengan beberapa bahan baku dan proses yang berbeda pula, sehingga pemilihan proses dapat ditinjau dari beberapa perbandingan sebagai berikut :

Tabel II. 1. Perbandingan Proses Produksi Nitrous Oxide

No.	Pertimbangan	Reaksi Oksidasi	Reaksi Dekomposisi
1.	Bahan Baku	Amonia	Ammonium Nitrate
2.	Suhu Operasi	310°C - 350°C	250°C - 255°C
3.	Tekanan	10 atm	>1 atm
4.	Konversi	85%	99%
5.	Alat Utama	Fixed Bed	Plug Flow

Tabel II. 2. Kelebihan dan Kekurangan Proses Pembuatan Nitrous Oxide

Proses	Kelebihan	Kekurangan
Dekomposisi	- Proses dekomposisi lebih sederhana dan efisien, dimana mengubah NH_4NO_3 menjadi N_2O dan H_2O tanpa reagen tambahan - Dekomposisi dapat dilakukan pada suhu yang relatif moderat, mengurangi kompleksitas kontrol suhu tinggi - Dekomposisi langsung menghasilkan N_2O dengan kemurnian yang	- Ammonium nitrate sangat sensitif terhadap suhu dan tekanan, yang dapat meningkatkan resiko ledakan - Suhu yang terlalu tinggi dapat menghasilkan gas berbahaya seperti NO dan NO_2 - Kondisi yang tidak tepat dapat mengurangi efisiensi serta dapat menyebabkan pembentukan produk



Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik Nitrous Oxide dari Ammonium Nitrate dengan Proses Dekomposisi”

	lebih tinggi dibandingkan proses oksidasi	samping yang berbahaya
Oksidasi	1. Bisa dikontrol lebih mudah terutama dengan oksigen murni atau katalis 2. Bisa menghasilkan N_2O dengan kemurnian tinggi jika reaksi dikontrol dengan baik 3. Tidak terlalu sensitif terhadap kejadian ledakan, menggunakan oksigen sebagai oksidan, yang lebih stabil dibandingkan reaksi dekomposisi langsung	1. Proses ini memerlukan suhu yang lebih tinggi dan peralatan yang lebih kompleks 2. Dapat menghasilkan NO dan NO_2 yang berbahaya, sehingga memerlukan penanganan gas yang cermat 3. Cenderung lebih rumit karena membutuhkan kondisi suhu tinggi dan reagen katalis yang stabil

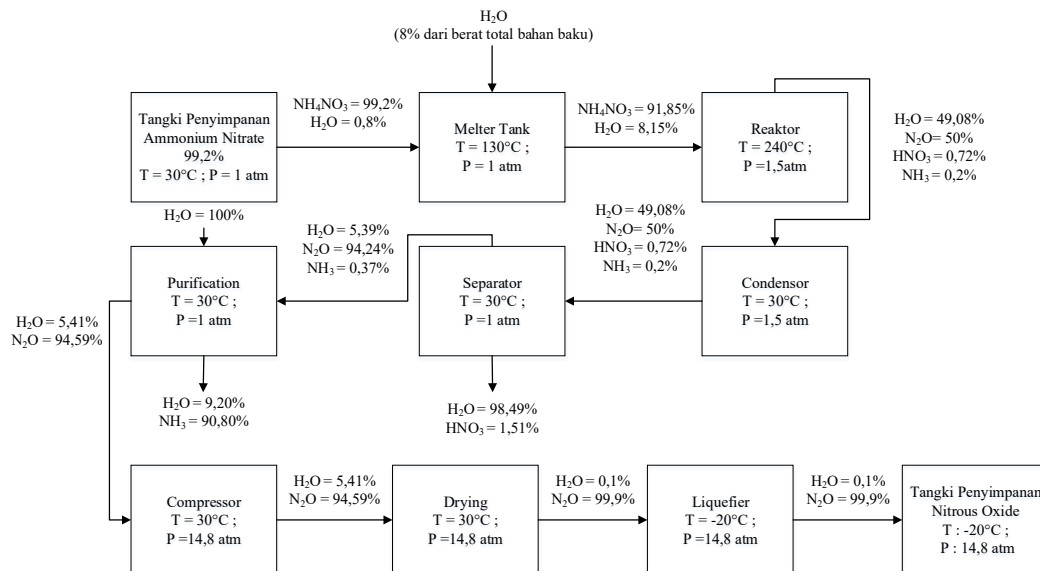
Sumber : (United States Patent Office, 1946, 114, 1934, Hal. 1-2) dan (European Industrial Gases Association, 2024)

Proses dekomposisi lebih disarankan karena lebih sederhana dan langsung menghasilkan N_2O dalam jumlah yang lebih banyak dan dengan kemurnian yang cukup tinggi. Selain itu, karena proses ini dapat dilakukan pada suhu yang lebih rendah dan tidak memerlukan katalis tambahan, risiko kerumitan dan biaya operasional lebih rendah dibandingkan dengan oksidasi.

Berbeda dengan proses oksidasi. Meskipun dapat menghasilkan N_2O dengan kemurnian yang lebih tinggi, proses oksidasi lebih rumit dan memerlukan suhu yang lebih tinggi serta peralatan yang lebih mahal. Selain itu, risiko pembentukan gas berbahaya lebih tinggi dan memerlukan sistem pengendalian yang cermat untuk mencegah polusi atau bahaya. Secara keseluruhan, proses

dekomposisi lebih disarankan karena kesederhanaan, efisiensi, dan kemurnian produk yang lebih tinggi, meskipun harus hati-hati dengan faktor risiko ledakan.

II. 3. Uraian Proses



Gambar II. 3. Uraian Proses Produksi Nitrous Oxide dari Ammonium Nitrate dengan Proses Dekomposisi

1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahapan ini merupakan tahapan untuk mempersiapkan bahan baku sebelum masuk ke dalam reaktor. Bahan baku pembuatan nitrous oxide yaitu ammonium nitrate dengan kemurnian 99%. Bahan baku ini disimpan dalam tangki penyimpanan dengan kondisi operasi suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Ammonium nitrate berupa serbuk kristal diumpankan menuju melter untuk dilelehkan yang sebelumnya melter sudah di tambahkan 8% air dari berat total bahan baku dan akan di panaskan hingga suhu 130°C.

2. Tahap Pembentukan Produk

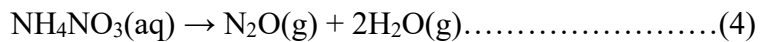
Lelehan ammonium nitrat akan dialirkan menuju reaktor untuk mendekomposisi ammonium nitrate menjadi gas nitrous oxide, uap air dan beberapa kontaminan. Reaktor beroperasi pada suhu mendekati 240°C dengan tekanan yang lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Reaksi dekomposisi



Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik Nitrous Oxide dari Ammonium Nitrate dengan Proses Dekomposisi”

ammonium nitrate ini menghasilkan konversi 99% menjadi produk gas nitrous oxide. Reaksi :



3. Tahap Pemurnian Produk

Gas hasil reaksi dekomposisi masih memiliki suhu yang cukup tinggi oleh karena itu dilakukan pendinginan menggunakan kondensor. Selain menurunkan suhu gas hasil reaksi kondensor ini bertujuan untuk mengkondensasi uap air hasil reaksi yang dapat mengikat impurities berupa asam nitrat yang dapat menjadi produk samping dari pabrik ini. Selanjutnya gas akan dimurnikan kembali dari impurities berupa amonia pada suatu kolom absorpsi menggunakan air proses untuk mengikatnya.

4. Tahap Penyimpanan Produk

Gas nitrous oxide yang murni akan dialirkan menuju kompresor untuk di kompres sebelum menuju tahap penegringan. Gas yang telah di kompres akan masuk ke dalam unit pengeringan yang memanfaatkan proses adsorpsi dengan molecular sieve untuk menyerap kandungan uap air yang masih tersisa dalam gas. Selanjutnya gas nitrous oxide akan dikondensasi untuk tahap liquifikasi menggunakan refrigerant dan disimpan dalam tangki dengan suhu -20°C dengan tekanan 15 bar.