

**MODIFIKASI SISTEM NITROGEN PADA SAAT *START-UP* PABRIK
AMMONIA 1A MENGGUNAKAN *COMPRESSOR NATURAL GAS
BOOSTER*****Farah Fitri Annisa¹⁾, Mentari Adinda Fithia²⁾, Zainal Arifin³⁾, Dedy Irawan^{4,*)}, dan Majus
Luther Sirait⁵⁾**^{1), 2)} Program Studi Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda,
Samarinda, Indonesia^{3), 4)} Program Studi Petro dan Oleo Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda,
Samarinda, Indonesia⁵⁾ PT. Pupuk Kalimantan Timur, Bontang, Indonesia

*) Email : ddy_iwn@yahoo.com

(Received: 20-09-2021; Revised: 29-09-2021; Accepted: 29-09-2021)

Abstrak

Start up merupakan langkah awal dalam pengoperasian pabrik. Proses *start up* di Pabrik Ammonia departemen Operasi 1A memerlukan beberapa persiapan, yaitu mengalirkan seluruh sistem dengan nitrogen dan *line up* sistem yang diperlukan. Sirkulasi nitrogen difungsikan untuk *heating up* beberapa unit, seperti reformer dan HTS. *Heating up* dilakukan agar temperatur pada unit reformer dan HTS dapat cepat tercapai dan proses dapat segera berlangsung. Uraian proses *heating up* saat sirkulasi nitrogen diimprovisasi dilakukan menggunakan kompresor *natural gas booster*, proses ini sekaligus melalui unit desulfurizer untuk dilakukan *heating up*. Sehingga tidak perlu lagi menggunakan *natural gas* untuk *heating up* unit desulfurisasi kemudian membuangnya. Tagapan yang dilakukan adalah analisis data, pengambilan data dan pengolahan data. Berdasarkan hasil analisa ekonomi dapat diketahui bahwa pada saat *start-up* dengan melakukan kondisi *improvement* akan lebih hemat karena *natural gas* yang biasanya terbuang menjadi tidak terbuang lagi dan mendapatkan penambahan keuntungan dari gas tersebut, produksi akan menjadi lebih cepat 3 jam sehingga *profit* bertambah ,dan menghemat banyaknya penggunaan gas proses dan fuel yang digunakan untuk proses *start-up* selama 3 jam. Serta waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan modal yang dikeluarkan adalah sebanyak empat kali *start up*.

Kata kunci: *heating up*, modifikasi, *natural gass booster*, *start up***Abstract**

Start up is the first step in the operation of the factory. The *start-up* process at the Ammonia Plant Operations department 1A requires some preparation, namely draining the entire system with nitrogen and the required system *line-up*. Nitrogen circulation is used for *heating up* several units, such as reformers and bycatch. *Heating up* is done so that the temperature of the reformer and bycatch units can be quickly achieved and the process can take place immediately. The description of the *heating up* process when improvised nitrogen circulation is carried out using a *natural gas booster* compressor, this process simultaneously goes through the desulfurizer unit for *heating up*. So there is no need to use *natural gas* for *heating up* the desulfurization unit and then throwing it away. The responses carried out are data analysis, data collection and data processing. Based on the results of the economic analysis, it can be seen that at *start-up* by carrying out *improvement* conditions it will be more efficient because *natural gas* that is usually wasted is no longer wasted and gains additional profits from the gas, production will be 3 hours faster so that profits increase, and save the amount of process gas and fuel used for the *start-up* process for 3 hours. And the time needed to return the capital issued is four times the *start up*.

Keyword: *heating up*, modification, *natural gas booster*, *start up*

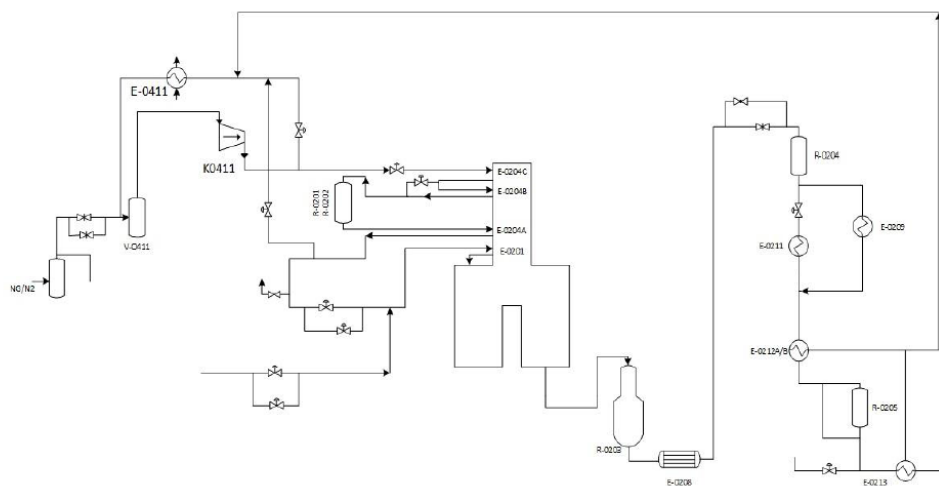
PENDAHULUAN

Start up merupakan langkah awal dalam pengoperasian pabrik. Proses *start up* di Pabrik Ammonia departemen Operasi 1A memerlukan beberapa persiapan, yaitu mengalirkan seluruh sistem dengan nitrogen dan *line up* sistem yang diperlukan. Dalam pelaksanaan *start up* unit reformer dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu sirkulasi nitrogen untuk *heating up*, memasukkan *steam* proses, memasukkan gas proses, memasukkan udara proses.

Sirkulasi nitrogen difungsikan untuk *heating up* beberapa unit, seperti reformer dan HTS. *Heating up* dilakukan agar temperatur pada unit reformer dan HTS dapat cepat tercapai dan proses dapat segera berlangsung. Saat ini, sirkulasi nitrogen di Operasi Pabrik 1A menggunakan *blower* (K-0203) yang digerakkan oleh motor dengan daya 320 KW dan mampu mentransportasikan fluida berupa gas nitrogen menuju sistem nitrogen sirkulasi. Sistem *heating up* dengan sirkulasi nitrogen akan terus berlangsung hingga temperatur *outlet primary reformer* dinyatakan tercapai, yaitu sebesar 450-500°C dan temperatur outlet HTS sebesar >200°C. Dengan kenaikan temperature *flue gas* sebesar 40°C/jam dapat diperkirakan waktu *heating up* ini selama 11-12 jam.

Uraian proses *heating up* adalah sebagai berikut, start N₂ *blower* (K-0203), menaikkan *flow* perlahan-lahan hingga 35.000 Nm³/jam, dan tekanan dalam sistem dipertahankan maksimal 5 kg/cm²G. Sumber panas pada saat *heating up* diperoleh dari *flue gas* yang dihasilkan dari *tube* yang dipanaskan oleh *burner*. Kenaikan temperatur *flue gas* sebesar 40°C/jam. Untuk menaikkan temperatur dapat dilakukan dengan menaikkan atau menambah pembakaran *burner* agar diperoleh distribusi panas yang merata. Apabila temperatur *flue gas* terus dinaikkan, maka akan menaikkan temperatur sistem sirkulasi nitrogen.

Uraian proses *heating up* saat sirkulasi nitrogen diimprovisasi dilakukan menggunakan kompresor *natural gas booster*, proses ini sekaligus melalui unit desulfurizer untuk dilakukan *heating up*. Sehingga tidak perlu lagi menggunakan *natural gas* untuk *heating up* unit desulfurisasi kemudian membuangnya. Ketika *heating up* dengan sirkulasi nitrogen dinyatakan tercapai atau *reformer* sudah siap untuk dimasukkan *steam*, maka perlu ada fluida yang mengambil panas pada sisi koil seiring bertambahnya temperatur *flue gas*. Oleh karenanya, sebagian nitrogen dari E-0204 A akan disirkulasikan kembali untuk mengamankan sisi koil selama *reformer* di *heating up* oleh *steam*. Apabila kondisi di *reformer* akan mencapai persyaratan untuk reaksi, maka sebelumnya gas proses dapat mulai dipersiapkan sekaligus mengamankan sisi koil di area konveksi menggantikan fluida nitrogen.



Gambar 1. Alur Sistem Sirkulasi N₂ menggunakan Kompresor Natural Gas Booster (K-0411)

Pada umumnya dalam industri terdapat proses-proses yang berlangsung tidak pada temperatur lingkungan, diinginkan di atas temperatur lingkungan (distilasi, evaporasi, dll.) ataupun di bawah temperatur lingkungan (pencairan gas, refrigerasi, dll.). Untuk mengkondisikan agar sesuai temperatur yang diinginkan, diperlukan transfer panas dengan cara mengontakkan dengan media lain yang temperaturnya berbeda, baik secara langsung maupun tidak. Media lain ini berupa pemanas jika diinginkan temperatur yang lebih tinggi, atau pendingin jika diinginkan temperatur yang lebih rendah.

Agar terjadi transfer panas dengan baik antar fluida yang berbeda temperaturnya, maka diperlukan alat penukar panas (*heat exchanger*). *Heat exchanger* merupakan suatu alat yang digunakan sebagai media perpindahan panas antar fluida (Kern, 1983). Perpindahan panas terjadi akibat perbedaan temperatur kedua fluida. Karena panas yang dipertukarkan terjadi dalam suatu sistem, maka kehilangan panas dari suatu fluida akan sama dengan panas yang diterima oleh fluida lain. Makin besar perbedaan temperatur antara kedua fluida, makin besar pula jumlah energi panas yang dapat dipindahkan.

METODOLOGI

Tahapan Analisa

Tahapan yang dilakukan untuk merancang nitrogen sirkulasi saat *start-up* pabrik ammonia departemen operasi 1A adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan informasi tentang setiap alat yang menunjang proses *improvement heating up* (data sheet dan PHD).
2. Mengambil data yang diperlukan.
3. Menghitung neraca energi setiap alat dan membandingkan kebutuhan energi sebelum *improvement* dan saat dilakukan *improvement*.
4. Membuat simulasi mengacu pada *data sheet* dan kondisi *improvement* dari hasil neraca panas.
5. Menganalisa hasil simulasi
6. Mendesain *heat exchanger* baru untuk menurunkan temperatur nitrogen dan *natural gas return* secara bergantian.
7. Mendesain *line* untuk nitrogen *return* dari E-0212 ke *Heat Exchanger* baru.
8. Mendesain *line* untuk nitrogen *return* dari E-0204A ke *Heat Exchanger* baru.
9. Mendesain *valve* untuk mengatur *flow natural gas return* dari E-0204 A agar bisa masuk kompressor K-0411.
10. Menghitung keekonomian (*cost to benefit*)

Pengambilan Data

Dalam penyusunan diperlukan data untuk melakukan desain kondisi baru (*improvement*) nitrogen sirkulasi saat *start-up*. Data tersebut diperoleh dari *distributed control system* (DCS), literatur dan data desain alat pada unit amoniak pabrik 1A yang meliputi data primer dan data sekunder.

Data primer diperoleh dari data pada tanggal 1 November 2018 saat *switch to steam* (jam 03.02 AM) dan masukkan gas proses (jam 6.10 AM) dari *distributed control system* (DCS), maupun kepala bagian ammonia. Data primer tersebut digunakan karena sebagian data tersebut dapat mewakili sistem baru nantinya dengan mengacu pada sistem nitrogen sirkulasi K-0203 saat ini. Data primer tersebut antara lain berupa data kondisi operasi seperti suhu, tekanan, *Flow rate* dari setiap alat yang menunjang *improvement* nitrogen sirkulasi dan komposisi *natural gas* dari laboratorium. Data sekunder diperoleh dari studi literatur umum maupun dari unit Amonia Pabrik-1A. Data sekunder meliputi :

- *Process flow diagram* bagian sirkulasi N_2 *start up* unit amoniak pabrik 1A
- *Data sheet* K-0411, E-0204C, E-0204 B, R-0202/ R-0201, E-0204 A, E-0201, H-0201, R-0203, E-0208, R-0204, E-0211 / E-0209, E-0212 A/B, E-0411, V-0411
- Data hasil analisa *Compressor NG Booster* oleh PPE sebagai acuan

Data PPE yang digunakan untuk analisa adalah sebagai berikut:

- Flow N_2 : 37100 Nm³/h
- Temperatur suction : 35°C
- Tekanan Suction : 11,03 kg/cm²A

Pengolahan Data

Metode yang dilakukan pada penyusunan tugas khusus ini adalah dengan pengolahan data dengan menggunakan simulasi *software AP* maupun simulasi menggunakan *software* analisa performa dan desain *heat exchanger*. Langkah awal yang harus dilakukan adalah mengumpulkan data-data yang dipergunakan untuk simulasi. Kemudian, data yang telah diperoleh akan dihitung neraca energinya dan disimulasikan ke dalam *software AP*. Setelah itu dilakukan perancangan *heat exchanger*, *line nitrogen return*, dan *valve* tambahan. Sirkulasi pada tugas ini terdiri dari 3 skenario, yaitu :

1. Sirkulasi nitrogen menggunakan kompresor K-0411 menuju seluruh *equipment* dan kembali ke kompresor K-0411.
2. Sirkulasi nitrogen menggunakan kompresor K-0411 untuk mendinginkan *coil – coil* di *reformer* ketika proses *heating-up tube reformer* digantikan *steam*.

Langkah terakhir yaitu menghitung ekonomi. Dalam menghitung ekonomi, data – data yang dibutuhkan adalah harga per alat, harga ammonia, harga nitrogen, waktu penghematan *start-up*, dan kurs dolar. Ekonomi yang dihitung adalah sebagai berikut:

1. *Sales*, untuk mengetahui hasil pemasukan yang didapat dalam waktu penghematan.
2. *Profit*, untuk mengetahui berapa keuntungan hasil dari *improvement*.
3. *Percent of sales*, untuk mengetahui berapa persen hasil penjualan.
4. *Return of investment*, untuk mengetahui berapa persen modal yang kembali.
5. *Pay out time*, waktu yang dibutuhkan untuk balik modal dari kondisi *improvement* sirkulasi nitrogen pada saat *start-up*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Modifikasi ini dilakukan dengan merancang sirkulasi nitrogen pada saat *start-up* pabrik ammonia 1A menggunakan *compressor natural gas booster* (K-0411). Kondisi *improvement* yang sebelumnya menggunakan blower (K-0203) ini bermanfaat untuk menghemat waktu *heating up* pada saat *start up* agar berlangsung lebih cepat dan hemat, *compressor natural gas booster* (K-0411) akan dicoba untuk difungsikan dalam sirkulasi nitrogen pada saat *start up*.

Tabel 1. Data desain

No.	Alat	Pressure Drop (kgf/cm ²)		Ud (kcal/m ² hr ^{oC})	Duty (Gcal/hr)	Area (m ²)
		Shell	Tube			
1.	E-0204C	0.1585		78.05	1.58	248.20
2.	E-0204B	0.3252		100.63	4.92	327.30
3.	E-0204A	0.2731		102.85	2.21	248.20
4.	E-0201	1.2681		83.88	19.11	417.98
5.	E-0208	-	0.2	417	89.12	1263
6.	E-0211	0	0.14	188	1	136
7.	E-209	0.7	0.3	383	8.53	781
8.	E-0212A/B	0.28	0.43	519	21.83	1488
9.	E-0213	0.38	0.51	727	17.04	1734
10.	E-0411	0.62	0.47	613	1.53	49

Usulan penggantian blower (K-0203) dengan *compressor natural gas booster* (K-0411) memerlukan beberapa penambahan jalur baru, penambahan *valve* dan analisa kemampuan beberapa peralatan. Telah dilakukan sebelumnya analisa *feasibility compressor natural gas booster* (K-0411) dan telah dinyatakan mampu untuk melakukan sirkulasi nitrogen saat *heating up*. Berdasarkan hasil simulasi sirkulasi nitrogen, hasil analisa performa E-0411 menunjukkan bahwa *heat exchanger* (E-0411) tidak mampu mendinginkan ke suhu yang diinginkan sebagai *suction compressor* (K-0411) seperti yang terlihat pada Tabel 2. Oleh karena itu, kerja E-0411 akan dibantu oleh tambahan *heat exchanger* baru yang akan pasang secara seri dengan E-0411.

Tabel 2. Data Aktual Saat *Start up*

Keterangan alat		Jam 2:30	Jam 3:02	Jam 6:10
Inlet E-0204C	TI0259	27.538	27.876	23.551
Outlet E-0204C/Inlet E-0204B	TI0202	181.839	237.265	231.738
Outlet E-0204B/Inlet E-0204A	TI0203	249.448	298.501	403.201
R-0201/R-0202	TI0258	234.016	236.874	229.934
Outlet R-0201/R-0202	TI0201	186.672	229.934	330.127
Outlet E-0204A	TI0204	274.115	331.236	410.83
Inlet E-0201	TI0207	53.907	158.053	355.591
Outlet E-0201/Inlet H-0201	TI0208	342.29	389.545	494.335
Outlet H-0201/Inlet R-0203	TI0255	485.339	516.195	739.894
Outlet R-0203/Inlet E-0208	TI0222	384.855	401.969	578.896
Outlet E-0208/Inlet R-0204	TI0225	212.432	217.526	318.695
Outlet R-0204/Inlet E-0209 dan E-0211	TI0232	217.45	213.02	318.695
Outlet E-0209	TI0235	220.259	213.775	202.068
Outlet E-0211	TI0233	87.151	84.295	154.402
Inlet E-0212A/B	TI0236	222.349	214.139	200.0219
Outlet E-0212A/B/Inlet E-0213	TI0238	147.371	153.533	156.41

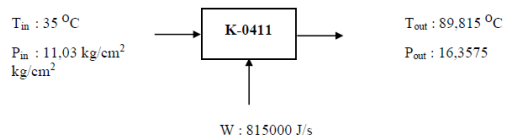
Keterangan:

- switch to steam pada jam 03.02 AM
- masukkan gas proses pada jam 06.10 AM

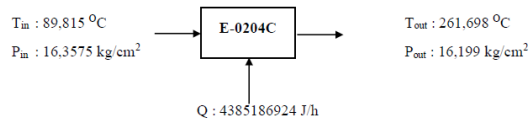
Neraca Energi

Perhitungan neraca energi ditampilkan pada Gambar 2.

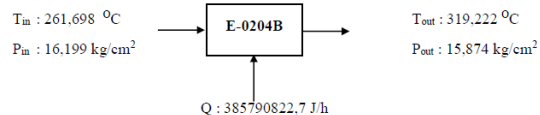
A. Neraca Energi Kompresor K-0411



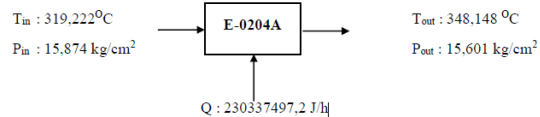
B. Neraca Energi Heater E-204C



C. Neraca Energi Heater E-204B



D. Neraca Energi Heater E-204A



Gambar 2. Perhitungan Neraca Energi

Desain Alat

Dalam perancangan modifikasi sirkulasi nitrogen, terdapat beberapa tambahan alat yang perlu di desain, yaitu:

1. *Pipa*
Penambahan pipa dibutuhkan untuk jalur sirkulasi dari E-0212 menuju E-0411 dan jalur untuk sirkulasi dari E-0204A ke E-0411
2. *Control Valve*
Penambahan *control valve* dibutuhkan pada jalur E-0204A menuju E-0411 untuk *nitrogen return* untuk menurunkan tekanan agar sesuai dengan kebutuhan *suction compressor* (K-0411).
3. *Block Valve*
4. *Venting*
5. *Spectacle blind*
6. *Heat Exchanger*

Penambahan pipa dilakukan pada 2 jalur, yaitu jalur penghubung antara E-0212A/B menuju H.E baru dan jalur penghubung antara E-0204A menuju H.E baru. Hasil desain menunjukkan *pressure outlet* pipa pada jalur E-0204A tersebut masih dalam rentan tinggi atau dapat dikatakan belum memenuhi syarat tekanan *suction* kompresor K-0411. Oleh karena itu diperlukan penambahan *control valve* sehingga tekanan saat keluar E-0411 dapat memenuhi syarat masuk kompresor K-0411 menggunakan software ASPEN (Aspen Technology, 2000). Hasil *design control valve* untuk jalur baru dapat dilihat pada Tabel 3. Penambahan jalur pipa ini juga ditunjang dengan penambahan *block valve*, *spectacle blind* dan *venting* untuk pengamanan fluida serta penambahan *check valve* yang berfungsi untuk mencegah aliran balik (*back flow/reverse flow*). Penambahan *heat exchanger* (HE) baru tipe BEM dengan luas area 110,8 m² akan dipasang berdekatan dengan E-0411. Dipilih exchanger tipe *shell and tube* dengan nitrogen dibagian shell-nya dikarenakan sifat nitrogen yang tidak korosif sehingga tidak menyulitkan saat perbaikan atau *cleaning* dikemudian hari, dengan skema *1-1 passes* untuk meningkatkan efisiensi perpindahan panas.

Analisa Ekonomi

Tabel 3. *Chemical Engineering Plant Cost Index* (Peters and Timmerhaus, 2003)

Tahun	Indeks	Tahun	Indeks	Tahun	Indeks	Tahun	Indeks
1981	297	1991	361.3	2001	404.7033	2011	454.7363
1982	314	1992	358.2	2002	409.7066	2012	459.7396
1983	317	1993	359.2	2003	414.7099	2013	464.7429
1984	322.7	1994	368.1	2004	419.7132	2014	469.7462
1985	325.3	1995	381.1	2005	424.7165	2015	474.7495
1986	318.4	1996	381.7	2006	429.7198	2016	479.7528
1987	323.8	1997	386.5	2007	434.7231	2017	484.7561
1988	342.5	1998	389.5	2010	449.733	2018	489.7594
1989	355.4	1999	390.6	2001	404.7033	2019	494.7627
1990	357.6	2000	394.1	2002	409.7066		

Berdasarkan hasil analisa ekonomi dapat diketahui bahwa pada saat *start-up* dengan melakukan kondisi *improvement* akan lebih hemat karena natural gas yang biasanya terbuang menjadi tidak terbuang lagi dan mendapatkan penambahan keuntungan dari gas tersebut, produksi akan menjadi lebih cepat 3 jam sehingga *profit* bertambah ,dan menghemat banyaknya penggunaan gas proses dan fuel yang digunakan untuk proses *start-up* selama 3 jam. Serta waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan modal yang dikeluarkan adalah sebanyak empat kali *start-up*.

SIMPULAN

Hasil modifikasi sistem nitrogen pada saat *start-up* pabrik ammonia 1A menggunakan *compressor natural gas booster* membuat produksi akan menjadi lebih cepat 3 jam sehingga *profit* bertambah ,dan menghemat banyaknya penggunaan gas proses dan fuel yang digunakan untuk proses *start-up* selama 3 jam. Serta waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan modal yang dikeluarkan adalah sebanyak empat kali *start-up*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Atas terselesaikannya artikel ini, Penulis ingin mengucapkan Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Seluruh Manajemen Politeknik Negeri Samarinda khususnya Pengelola Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda
2. Seluruh Manajemen PT. Pupuk Kalimantan Timur, khususnya Bagian Operasi Pabrik 1A
3. Pihak-pihak lain yang secara langsung terlibat dalam penyelesaian artikel ini

DAFTAR PUSTAKA

- Aspen Tecnology. (2000). Aspen Plus User Guide. Version 10.2. Aspen Technology, Inc. USA
- Kern, D.Q. (1983). Process Heat Transfer. International Student Edition. McGraw-Hill International Book Company, Tokyo.
- Peters, M.S. and Timmerhaus, K.D. 2003. Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5thed. Mc-Graw Hill Book Co., Inc., New York.