

# JURNAL REDOKS

## **Pelindung**

Muhammad Firdaus, S.T.M.T  
(Dekan Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang)

## **Pengarah**

Ir.M. Saleh Al Amin, M.T (Wakil Dekan I)  
Adiguna, S.T,M.Si ( Wakil Dekan II)  
Aan Sefentry, S.T,M.T ( Wakil Dekan III)

## **Pimpinan Editorial**

Husnah ,S.T,M.T

## **Dewan Editorial**

Ir.Muhammad Bakrie, M.T  
Muhrinsyah Fatimura, S.T,M.T  
Rully Masriatini, S.T,M.T  
Nurlela, S.T,M.T  
Marlina, S.T,M.T  
Reno Fitrianti, S.T,M.Si  
Andriadoris Maharanti, S.T,M.T  
Ir.Agus Wahyudi.M.M

## **Mitra Bestari**

Dr.Erfina Oktariani, S.T,M.T ( STMI Kementerian Perindustrian RI)  
Dr.Rer.nat. Risfidian Mohadi, S.Si., M.Si (Universitas Sriwijaya).  
Dr. Eko Ariyanto, M.Eng, Chem (Universitas Muhamadiyah Palembang)  
Daisy Ade Riany Diem, ST., MT. (Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana)

## **Staff Editor**

Endang Kurniawan, S.T  
Yuni Rosiati, S.T

## **Alamat Redaksi :**

Program Studi Teknik Kimia Universitas PGRI Palembang  
Jalan Jend. A. Yani Lorong Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang Sumatera Selatan  
Telp. 0711-510043 Fax. 0711-514782 e-mail : [tekim.upgri@gmail.com](mailto:tekim.upgri@gmail.com)

# JURNAL REDOKS

Volume 1, Nomor 2, Juli – Desember 2016

## DAFTAR ISI

<b>Artikel Penelitian</b>	<b>Halaman</b>
1. Pengolahan Air Limbah Pewarna Sintetis Untuk Menurunkan Kadar COD Dan Warna Dengan Metode Adsorpsi. ( <i>Nurlela</i> ) .....	1-5
2. Penurunan Kadar Fenol Dalam Limbah Cair Industri Tenun Songket Dengan Proses Elektrokoagulasi ( <i>Atikah</i> ) .....	6-15
3. Penerapan Produksi Bersih Pada Industri Pulp dan Kertas. ( <i>Reno Fitrianti</i> )...16-25	
4. Studi Pengaruh Proses Pengintegrasian Panas Terhadap Konversi Amoniak Pada <i>Intercooler</i> Reaktor Amoniak Pusri II Dengan Analisis Pinch. (Desy Rosarina) 26-34	
5. Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Variasi Penambahan Katalis KOH Pada Proses Transesterifikasi. ( <i>Muhrinsyah Fatimura, Daryanti, Santi</i> ). 35-43	
6. Evaluasi Kinerja Filter Keramik Pada Pengolahan Air Sungai Musi Berdasarkan Fluks Membrane. ( <i>Husnah</i> ).....	44-49
7. Pengaruh Waktu Dan Massa Zat Asam Benzoate Terhadap Kadar Vitamin C Dalam Pembuatan Sirup Mangga. ( <i>Rully Masriantini</i> ) .....	50-55
Petunjuk Untuk Penulisan .....	iii
Daftar Pustaka .....	iv

## **Petunjuk Untuk Penulis**

### **A. Naskah**

Naskah yang diajukan oleh penulis harus diketik dengan komputer menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar, menyertakan 1 (satu) soft copy dalam bentuk CD. Penulisan memakai program Microsoft Word dengan ukuran kertas A4, jarak 1,15 spasi. Naskah yang diajukan oleh penulis merupakan naskah asli yang belum pernah diterbitkan maupun sedang dalam proses pengajuan ditempat lain untuk diterbitkan, dan diajukan minimal 1 (satu) bulan sebelum penerbitan.

### **B. Format Penulisan Artikel**

#### **Judul**

Judul ditulis dengan huruf besar, nama penulis tanpa gelar, mencantumkan instansi asal, e-mail dan ditulis dengan huruf kecil menggunakan huruf Times new Roman 11.

#### **Abstrak**

Abstrak ditulis dalam bahasa Indonesia antara 100-250 kata, dan berisi pernyataan yang terdapat dalam isi tulisan, menyatakan tujuan dari penelitian, prosedur dasar (pemilihan objek yang diteliti, metode pengamatan dan analisis), ringkasan isi dan kesimpulan dari naskah menggunakan huruf Time New Roman 11, spasi 1,15.

#### **Kata Kunci**

Minimal 3 (tiga) kata kunci ditulis dalam bahasa Indonesia

#### **Isi Naskah**

Naskah ditulis menggunakan huruf Times New Roman 11. Penulisan dibagi dalam 5 (lima) sub judul, yaitu Pendahuluan, Kajian Pustaka, Metode Penelitian, Hasil Pembahasan dan Kesimpulan. Penulis menggunakan standar Internasional (misal untuk satuan tidak menggunakan feet tetapi meter, menggunakan terminalogi dan simbol diakui international (Contoh hambatan menggunakan simbol R). Bila satuan diluar standar SI dibuat dalam kurung (misal = 1 Feet (m)). Tidak menulis singkatan atau angka pada awal kalimat, tetapi ditulis dengan huruf secara lengkap, Angka yang dilanjutkan dengan simbol ditulis dengan angka Arab, misal 3cm, 4kg. Penulis harus secara jelas menunjukkan rujukan dan sumber rujukan secara jelas.

### **Daftar Pustaka**

Rujukan / Daftar pustaka ditulis dalam urutan angka, tidak menurut alpabet, dengan ketentuan

seperti dicontohkan sbb :

1. Standar Internasional :  
IEC 60287-1-1 ed2.0; Electric cables – Calculation of the current rating – Part 1 – 1 : Current rating equations (100% load factor) and calculation of losses – General. Copyright © International Electrotechnical Commission (IEC) Geneva, Switzerland, [www.iec.ch](http://www.iec.ch), 2006
2. Buku dan Publikasi :  
George J Anders; Rating of Electric Power Cables in Unfavorable Thermal Environment. IEEE Press, 445 Hoes Lane, Piscataway, NJ 08854, ISBN 0-471- 67909-7, 2005.
3. Internet :  
Electropedia; The World’s Online Electrotechnical Vocabulary.  
<http://www.electropedia.org>, diakses 15 Maret, 2011.

Setiap pustaka harus dimasukkan dalam tulisan. Tabel dan gambar dibuat sesederhana mungkin. Kutipan pustaka harus diikuti dengan nama pengarang, tahun publikasi dan halaman kutipan yang diambil. Kutipan yang lebih dari 4 baris, diketik dengan spasi tunggal tanpa tanda petik.



# STUDI PENGARUH PROSES PENGINTEGRASIAN PANAS TERHADAP KONVERSI AMONIAK PADA INTERCOOLER REAKTOR AMONIAK PUSRI II DENGAN ANALISIS PINCH

**Desy Rosarina**

*Dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Tangerang  
e-mail : derosaheryansyah@gmail.com*

## ABSTRAK

*Amoniak merupakan salah satu senyawa penting yang banyak digunakan dalam industri kimia sebagai bahan baku. Di Indonesia, secara komersil amoniak diproduksi oleh PT. Pupuk Sriwidjadja dan di pabrik PUSRI II, untuk memproduksi 1 ton amoniak cair dibutuhkan gas alam sebesar 13627 MMBTU sebagai fuel dan 245750 MMBTU sebagai bahan baku. Belum optimalnya sistim pendinginan antar bed dan belum maksimalnya pemanfaatan panas hasil reaksi di reaktor amoniak menyebabkan konversi yang dihasilkan masih rendah. Dengan analisis pinch yang merupakan kombinasi antara Hukum I Termodinamika dan Hukum II Termodinamika, dapat diketahui titik- titik kehilangan panas yang paling tinggi, yaitu pada bed 1, bed 2, dan bed 3. Dengan analisis pinch dapat dibuat suatu sistim jaringan alat penukar panas yang baru pada ammonia converter, dan dari sistim yang baru ini akan didapat konversi yang lebih baik.*

**Kata Kunci :** *Amoniak, Analisis Pinch,*

## PENDAHULUAN

Dalam industri, salah satu komponen yang mempengaruhi tingginya biaya produksi adalah biaya untuk bahan bakar, sementara itu harga bahan bakar meningkat dari tahun. Hal ini akan mempengaruhi selling price produk yang dijual di pasar. Di sisi lain isu lingkungan hidup menjadi faktor lain yang mempengaruhi biaya produksi, dimana adanya kegiatan industri maka akan menghasilkan limbah yang memerlukan suatu instalasi pengolahan limbah.

Industri pupuk merupakan salah satu industri kimia dengan biaya produksi tinggi, sedangkan harga jual relatif rendah. Karena itu pabrik pupuk perlu diintegrasikan dengan pabrik lain, seperti pabrik amoniak, yang mampu untuk menunjang pabrik pupuk, baik dari segi penyediaan bahan baku maupun menghasilkan produk amoniak yang dapat dijual langsung ke pasar dengan harga jual yang tinggi.

Amoniak yang diproduksi oleh PT. Pupuk Sriwidjaya, membutuhkan energi yang cukup besar untuk memproduksi 1 ton amoniak. Di Pusri II, untuk memproduksi 1 ton amoniak cair dibutuhkan gas alam 13617 MMBTU sebagai fuel dan 24570 MMBTU sebagai bahan baku, dengan total produksi keseluruhan dalam satu hari sebesar 792 ton per hari (Anonim, 1988).

Reaksi pembentukan amoniak terjadi antara gas nitrogen dan hidrogen berlangsung pada temperatur dan tekanan tinggi. Secara termodinamika, semakin tinggi temperatur dan tekanan, maka konversi akan semakin rendah. Reaksi yang terjadi adalah eksotermis dimana reaksi menghasilkan panas yang di buang ke lingkungan (Bejan, 1988; Felder and Roseau, 1997; Kotas, 1986; Hougen /1959.; Lovegrove,1999. dan Cornelissen, 1997).

Pada penelitian ini akan dilakukan studi pengintegrasian panas dari setiap bed sehingga akan dihasilkan suatu pembagian panas dari jaringan alat penukar panas sehingga beban panas di intercooler dapat dikurangi.

## ANALISIS PINCH

Yang dimaksud dengan *pinch technology* adalah suatu metodologi yang didasarkan pada prinsip-prinsip termodinamika untuk mengurangi pemakaian energi pada overall suatu proses. Teknologi *pinch* digunakan untuk merancang dan mengembangkan jaringan alat penukar panas, dengan mengintegrasikan aliran panas (sebagai sumber panas) dengan aliran dingin (sebagai penyerap panas). Tujuan yang ingin dicapai adalah pemanfaatan panas yang ada di dalam aliran proses semaksimal mungkin atau penggunaan energi seminimal mungkin. Hasil analisa dengan teknologi pinch, mulai diaplikasikan didalam industri pada tahun 1980-an (March, 1988; Radgen, 1996; Radgen, 1997 dan Wall and Gong, 1996).

Menurut Wall (1996), tahap awal pada analisis pinch adalah diketahuinya neraca massa dan neraca panas pada suatu peralatan/proses, sehingga dapat tentukan peluang-peluang utama (target) untuk penghematan energi dan selanjutnya dibuat suatu disain dari *heat exchanger network* (HEN).

Perancangan dengan teknik *pinch* ini akan mampu menentukan target energi, yaitu energi minimum yang seharusnya diperlukan pada suatu jaringan alat penukar panas. Alat bantu yang dipergunakan dalam teknologi *pinch* adalah diagram grid, tabel masalah (*problem table*), kurva *composite*, dan kurva *grand composite* (Shukuya and Hammache, 2002).

### **Kurva Composite and Kurva Grand Composite**

Untuk menganalisis pinch pada suatu peralatan, ada dua data yang menjadi acuan utama, yaitu data dari flowsheet dan data-data thermal. Data pada flowsheet menunjukkan deskripsi proses keseluruhan, sedangkan data thermal menunjukkan data-data pada suatu jaringan heat exchanger. Dari data thermal akan diperoleh suatu target untuk konsumsi energi minimum, dengan ditunjukkan dalam suatu *composite curve*.

Menurut Perry *et al.* (1984), Rastogi and Misra (1978), Rascovic *et al.* (2002) dan Smith (1995), pada setiap analisis Pinch diperlukan prosedur dan langkah pengerjaan yang berkesinambungan. Secara umum, tahap-tahap analisis pinch adalah mengikuti langkah-langkah berikut :

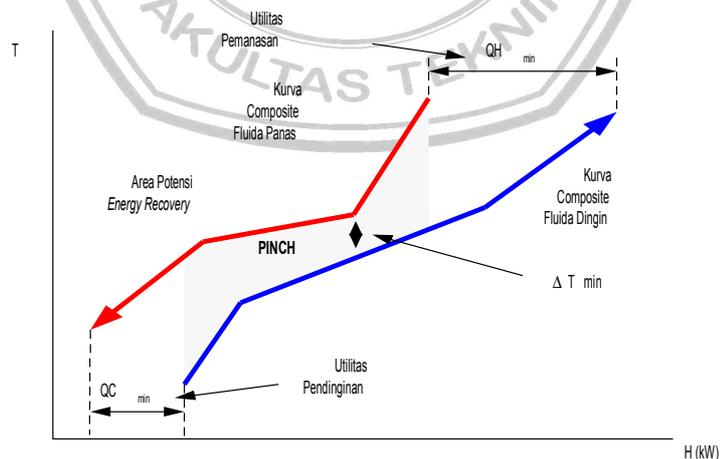
1. Identifikasi aliran pada proses  
Aliran fluida didalam proses dibagi menjadi 3 (tiga) yaitu ; aliran fluida panas (*hot fluid*), aliran fluida dingin (*cold fluid*), dan aliran fluida utilitas
2. Mengolah data-data termodinamika  
Untuk analisis pinch, data-data termodinamika yang paling penting adalah temperatur fluida (T) dan entalpi ( $\Delta H$ )
3. Pemilihan beda temperatur pertukaran panas minimum ( $\Delta T_{min}$ ) antara fluida panas dan fluida dingin
4. Pembuatan Diagram *Cascade*  
Kurva menggunakan alokasi entalpi pada setiap aliran sehingga menghasilkan kebutuhan utilitas panas atau utilitas dingin yang ada dalam proses.
5. Pembuatan Kurva *Composite* dan *Grand Composite*  
Kurva *Composite* adalah kurva antara temperatur dengan entalpi. Kurva ini terdiri dari temperatur pada sumbu ordinat dan entalpi pada sumbu absis. Profil kurva ini menggambarkan panas yang ada di dalam proses,  $Q_H$ , dan panas yang diperlukan pada proses,  $Q_C$ . Dari Kurva ini juga di dapat

temperatur Pinch yang menunjukkan tidak adanya perpindahan panas dari fluida panas dengan fluida dingin konsiderasi temperatur fluida yang bersangkutan  
Kurva *Grand Composite*, menunjukkan variasi suplai dan kebutuhan panas yang ada di dalam proses. Diagram inipun berguna untuk memilih jenis utilitas yang diperlukan dalam proses. Penggunaan kurva ini bertujuan untuk memaksimalkan tingkat utilitas yang dinilai lebih murah biaya operasinya.

Menurut March (1998) dan Wall (1996), untuk memahami prinsip pinch itu sendiri, maka keyword yang perlu diperhatikan adalah Panas yang ditransfer harus menyebrangi pinch point. Dari keseluruhan tahapan dalam analisis pinch salah satu hal penting yang menjadi kunci utama Teknologi *Pinch*, adalah kurva *composite*. Kurva composite merupakan kurva yang terbentuk antara temperatur (T) dengan enthalpi (H) atau lebih dikenal dengan diagram T-H. kurva ini menunjukkan profil panas yang tersedia pada suatu proses (hot composite curve) dan panas yang dibutuhkan pada suatu proses (cold composite curve), yang digambarkan dalam suatu diagram yang sama (Smith and Ness, 1996).

Kurva *composite* dapat memprediksi target kebutuhan utilitas panas dan utilitas dingin, arah perpindahan panas, dan menempatkan panas yang yang dapat *direcover* seperti ditunjukkan pada gambar berikut. Untuk menggambarkan jaringan alat penukar kalor didalam konfigurasi proses, maka digunakan diagram grid untuk menggambarkan jaringan alat penukar panas (Heat Exchanger Network).

Jaringan alat penukar kalor ini terdiri dari dua bagian yaitu aliran panas dan aliran dingin. Aliran panas merupakan aliran proses yang membutuhkan pendinginan, sedangkan aliran dingin adalah aliran yang membutuhkan pemanasan. Aliran panas terletak pada bagian atas, mengalir dari kiri ke kanan dan aliran dingin terletak pada bagian bawah, mengalir dari kanan ke kiri. Diagram ini juga memprediksi kemungkinan *cross pinch* yang memungkinkan terjadinya perpindahan panas dari seksi diatas pinch (*above pinch point*) ke seksi di bawah pinch (*below pinch point*), seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Kurva *composite*

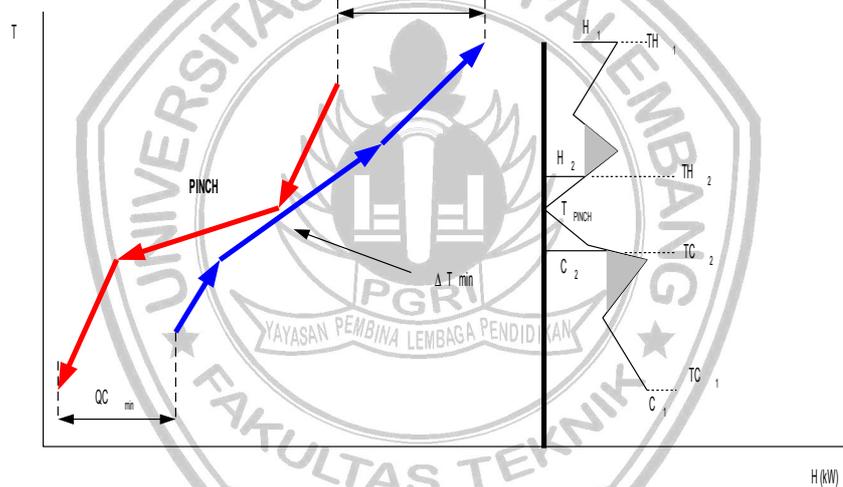
Kurva *Grand Composite* dibentuk berdasarkan penggunaan data-data aliran pada Kurva *Composite* dan Utilitas, kurva ini akan menghasilkan data tentang kapasitas sumber utilitas dan target utilitas yang harus dipenuhi oleh proses. Sebagai langkah awal dalam pembuatan kurva grand composite adalah pembuatan kurva *composite* (Alberty, 1979 dan Reid I., 1991)

Gambar 2 menunjukkan kurva composite dan grand composite dari suatu proses yang telah mengalami modifikasi proses dimana kurva cold composite akan bergeser dgn perubahan temperature

naik  $\frac{1}{2}$  dari  $\Delta T_{\min}$ . dan hot composite akan bergeser dengan perubahan temperatur turun  $\frac{1}{2}$  dari  $\Delta T_{\min}$ . Dengan kata lain, kurva ini menunjukkan pengurangan pendekatan temperatur yang diizinkan pada fluida panas, sedangkan aliran dingin merupakan penambahan temperatur yang diizinkan. Hasilnya nanti akan berdasarkan temperatur proses yang memiliki pendekatan temperatur ( $\Delta T_{\min}$ ).

Perubahan temperatur dari aliran proses dan level utilitas terjadi ketika level utilitas menyentuh kurva grand composite. Perubahan temperature tersebut akan mempermudah untuk menargetkan jumlah utilitas yang dibutuhkan dalam suatu proses. Kurva grand composite dibentuk dari entalpi sebagai absis (sumbu x) dan temperatur (sumbu y)

Dapat diilustrasikan pada gambar dibawah ini, bahwa pelunya untuk mensuplai utilitas panas panas level temperatur tertinggi. Kurva Grand Composite menunjukkan bahwa utilitas panas dapat disuplai dari dua level temperatur  $TH_1$  (Uap Tekanan Tinggi) dan  $TH_2$  (Uap Tekanan Rendah). Total kebutuhan utilitas panas minimum adalah  $Q_{h,\min} = H_1 + H_2$ . demikian juga dengan kebutuhan utilitas dingin  $Q_{c,\min} = C_1$  (Refrigan) +  $C_2$  (Air Pendingin). Titik  $TH_2$  dan  $TC_2$  dimana  $H_2$  dan  $C_2$  menyentuh kurva Grand Composite disebut ‘Utility Pinch’, seperti diilustrasikan dalam gambar 2.



Gambar 2. Kurva Grand Composite

## METODOLOGI PENELITIAN

Dalam studi ini, analisis *pinch* yang mempunyai kekuatan untuk menyajikan informasi sistem dengan menggunakan diagram-diagram yang sederhana (seperti kurva *composite* dan kurva *grand composite*) dan memberikan target-target energi sebelum perancangan rinci.

Studi pengintegrasian panas ini secara garis besarnya akan dibagi dalam tiga tahapan utama, yaitu evaluasi proses-proses saat ini untuk mengidentifikasi kehilangan energi, evaluasi proses yang dimodifikasi untuk mendapatkan alternatif-alternatif yang mungkin untuk mengurangi konsumsi energi, dan perancangan jaringan penukar panas untuk mencapai target tersebut.

Sebagai langkah awal pada tahap pertama ini adalah analisa data dari tiap proses untuk mengidentifikasi kehilangan-kehilangan energi. Secara garis besar, langkah-langkah yang akan dilaksanakan pada tahap ini untuk masing-masing proses yang terdapat pada jaringan adalah sebagai berikut:

- Menggambarkan diagram alir untuk masing-masing proses hanya menggunakan peralatan-peralatan yang utama saja.

- b. Memplotkan kondisi-kondisi operasi saat ini, yaitu:
  - Komposisi feed masuk reaktor
  - Kondisi operasi gas *quench*, di antara *bed*.
  - Kondisi operasi di setiap *bed* konverter amoniak (tekanan dan temperatur), serta karakteristik katalis.
  - Kondisi operasi di interchanger dan bottom exchanger di antara *bed*.
  - Konversi produk yang dihasilkan.
- c. Perhitungan neraca massa setiap *bed*.
- d. Perhitungan neraca panas di setiap *bed*, interchanger dan bottom exchanger.
- e. Perhitungan neraca eksergi di setiap *bed*.
- f. Neraca eksergi di interchanger.
- g. Neraca eksergi di bottom exchanger.

Hasil dari perhitungan-perhitungan ini untuk mengidentifikasi peluang-peluang untuk memaksimalkan peningkatan proses. Dari data-data yang dihasilkan, maka dapat dibuat *grand composite curve*. Dari kurva tersebut, dapat diidentifikasi titik-titik di mana terdapat kehilangan energi yang signifikan.

Setelah titik-titik kehilangan energi yang signifikan teridentifikasi, maka selanjutnya akan dilakukan modifikasi-modifikasi dengan melakukan reposisi aliran fluida di dalam proses. Proses-proses yang telah dimodifikasi selanjutnya akan dievaluasi evaluasi untuk mendapatkan alternatif-alternatif yang dapat mengurangi kehilangan energi dengan mengulangi langkah-langkah seperti pada identifikasi proses, sehingga akhirnya diperoleh suatu usulan proses baru dengan kondisi yang optimal dan dapat memberikan konversi yang proporsional.

Setelah modifikasi proses yang berpotensi untuk meningkatkan pemanfaatan ulang kalor diperoleh, langkah selanjutnya adalah merancang jaringan pemanfaatan ulang panas secara sistematis untuk mencapai target yang telah ditetapkan tersebut.

## INTEGRASI PANAS SISTIM INTERCOOLER PADA AMMONIA CONVERTER 105 DA

Faktor temperatur dan tekanan di dalam ammonia converter mempengaruhi konversi produk pada pagi, siang dan malam hari. Pada pagi hari, temperatur udara akan beranjak naik dan berada pada range 25 – 30 °C. Pada sore hari dan malam hari, temperatur lingkungan beranjak turun. Tidak stabilnya kondisi lingkungan pada waktu pagi, sore dan malam hari akan mempengaruhi eksergi pada pagi, sore dan malam hari.

Pada skema awal dari proses, temperatur yang keluar dari bed-1 (482.9 °C), temperaturnya diturunkan terlebih dahulu sebelum masuk ke bed-2 sebagai feed. Pendinginan pada aliran keluar bed-1 dilakukan secara langsung dengan dengan gas *quench* yang berasal dari aliran feed masuk reaktor pada temperatur 133 °C. Konversi yang terbentuk pada bed-1 secara disain adalah 16.91 %. Eksergi yang hilang ke lingkungan sebesar -19838232.367 KJ.

Pada bed 2, temperatur keluar bed-2 (464.7 °C) di turunkan temperaturnya sebelum menjadi feed di bed-3 hingga mencapai 384 °C. Pendinginan terjadi di interchanger dimana interchanger ini juga berfungsi untuk memanaskan feed sebelum masuk bed-1. Konversi pada bed-2 turun dibandingkan konversi pada bed-1 yaitu 8.48 %. Hal ini dapat terjadi karena temperatur masuk dan keluar bed-2 lebih tinggi dibandingkan pada bed-1. Eksergi yang hilang ke lingkungan sebesar 12350053 KJ. Pada bed-3, aliran keluar bed-3 didinginkan kembali di bottom exchanger hingga temperatur produk mencapai 338.3 °C. Konversi pada bed-3 adalah 10.08 %. Neraca massa, neraca panas, neraca eksergi total seperti ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 1 Neraca Massa Total Di Ammonia Converter (105 DA)

KOMP.	INPUT		OUTPUT	
	Kmol	Kg	Kmol	Kg
CH <sub>4</sub>	546.485	8743.760	546.485	8743.760
H <sub>2</sub>	5260.085	10520.170	3767.006	7534.013
N <sub>2</sub>	1750.940	49026.320	1253.247	35090.920
Ar	248.745	9949.800	248.745	9949.800
NH <sub>3</sub>	173.045	2941.765	1168.431	19863.322
TOTAL	7979.300	81181.815	6983.914	81181.815

Tabel 2 Neraca Panas di Ammonia Converter (105 DA)

	INPUT (KJ)	OUTPUT (KJ)
BED -1	Q = 62805297.702 Q <sub>R</sub> = 24395692.367	Q = 87200990.068
BED -2	Q = 92773947.155 Q <sub>R</sub> = 15058841.441	Q = 107832788.596
BED -3	Q = 86857655.563 Q <sub>R</sub> = 10512279.515	Q = 97369935.078
HE - 1	Q <sub>S</sub> = 107832788.596 Q <sub>T</sub> = 41488568.400	Q <sub>S</sub> = 86857655.563 Q <sub>T</sub> = 62463701.433
HE-2	Q <sub>S</sub> = 16909055.224 Q <sub>T</sub> = 97369935.078	Q <sub>S</sub> = 40037380.315 Q <sub>T</sub> = 74241609.987

Tabel 3 Neraca Eksergi di Ammonia Converter (105 DA)

	INPUT (KJ)	OUTPUT (KJ)
BED -1	Ex = 32398165.228 Ex <sub>ch</sub> = -0.00433	Ex = 52236937.595 Ex <sub>1</sub> = -19838232.367
BED -2	Ex = 51179002.128 Ex <sub>ch</sub> = -0.008845	Ex = 63529054.961 Ex <sub>1</sub> = -12350052.833
BED -3	Ex = 46789332.830 Ex <sub>ch</sub> = -0.01116	Ex = 55342888.990 Ex <sub>1</sub> = -8553556.200
HE 1	Ex <sub>SH</sub> = 63529054.961 Ex <sub>T</sub> = 18116844.480	Ex <sub>SH</sub> = 46789332.830 Ex <sub>T</sub> = 33507556.331 Ex <sub>1</sub> = 1349010.279
HE 2	Ex <sub>SH</sub> = 4288151.393 Ex <sub>T</sub> = 55342888.991	Ex <sub>SH</sub> = 17393772.911 Ex <sub>T</sub> = 37433458.760 Ex <sub>1</sub> = 4257808.712

Dari neraca panas dan neraca eksergi terlihat bahwa perbedaan yang cukup signifikan antara energi dan eksergi. Dimana nilai energi sebenarnya merupakan kerja yang tersedia dan termanfaatkan (*available work*) untuk mengkonversikan reaktan menjadi produk seperti ditunjukkan pada neraca eksergi, yang telah dikoreksi oleh temperatur lingkungan sekitar. Sedangkan energi yang tidak termanfaatkan (*lost available work / lost exergy*) hilang ke lingkungan sekitar proses.

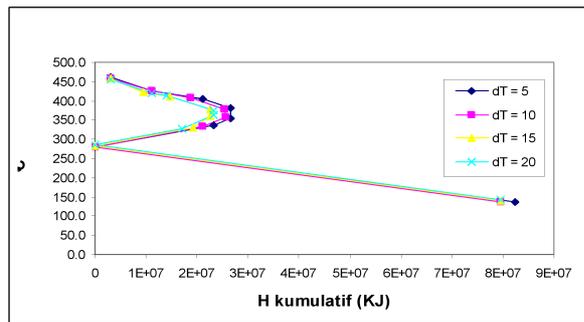
Dari neraca eksergi ini pula terlihat titik-titik kehilangan eksergi (*lost exergy*) yang paling besar berada pada bed-1. Sehingga dari identifikasi awal ini dapat diketahui titik-titik kemungkinan panas yang dapat diintegrasikan.

Dari neraca panas terlihat bahwa perbedaan yang cukup signifikan. Dimana nilai energi sebenarnya merupakan kerja yang tersedia dan termanfaatkan (*available work*) untuk mengkonversikan reaktan menjadi produk seperti ditunjukkan pada neraca eksergi, yang telah

dikoreksi oleh temperatur lingkungan sekitar. Sedangkan energi yang tidak termanfaatkan (*lost available work / lost exergy*) hilang ke lingkungan sekitar proses.

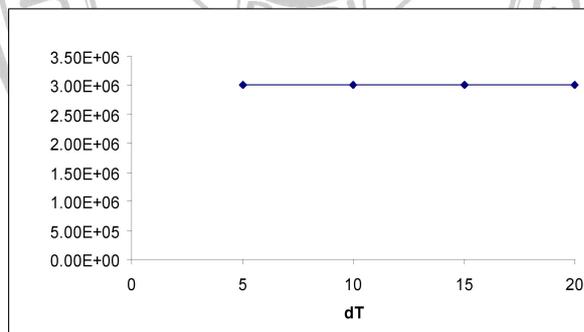
Dari identifikasi awal proses, dapat dibuat suatu tinjauan analisis pinch sebagai pemecahan masalahnya. Sebagai langkah awal dalam tinjauan analisis pinch ini adalah kurva composite dan kurva grand composite, dimana dari kurva composite dan grand composite dapat diketahui kebutuhan dari utilitas panas dan utilitas dingin dari jaringan alat penukar panas.

Dari skema awal sebelum dimodifikasi di dapat kurva grand composite untuk  $\Delta T = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta T = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta T = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

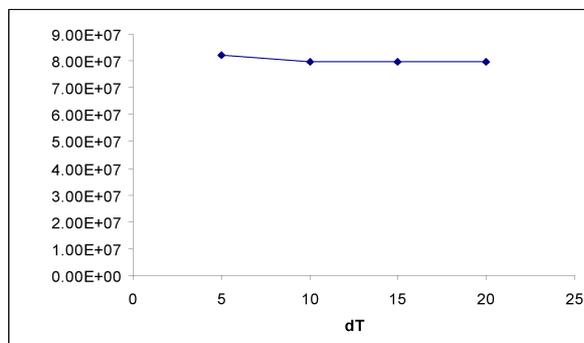


Gambar 3 Kurva Grand Composite untuk  $\Delta T = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta T = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta T = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$   $\Delta T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Dari Kurva Grand Composite pada gambar 4.1 terlihat bahwa untuk suplai pada hot utilitas pada masing-masing temperatur adalah sama yaitu sebesar  $3.02 \times 10^6$  KJ. Sedangkan untuk suplai ke utilitas dingin bervariasi, dimana suplai yang paling tinggi berada pada  $\Delta T = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , seperti ditunjukkan pada gambar 4.2 dan gambar 4.3. Sehingga untuk membuat jaringan yang baru dianalisa pada  $\Delta T = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Gambar 4 Suplai dari Utilitas Panas Untuk masing-masing  $\Delta T$



Gambar 5. Suplai Panas ke Utilitas Dingin untuk Masing-masing  $\Delta T$

## KESIMPULAN

Dari analisis analisis pinch di dapat kesimpulan :

1. Dengan adanya jaringan alat penukar panas yang telah dimodifikasi maka beban heat exchanger dapat dikurangi dan temperatur masuk setiap bed dapat di jaga konstan.
2. Akibat pengaruh temperatur lingkungan yang berbeda pada saat pagi, sore dan malam hari, maka konversi akan bervariasi dimana konversi amoniak yang paling tinggi terjadi pada pagi hari, dimana pada waktu pagi kehilangan energi lebih rendah sehingga konversi lebih besar dibandingkan pada waktu siang dan malam hari.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alberty, Robert A., 1979, "*Kimia Fisika II*", edisi kelima, Penerbit Erlangga.
- Anonim, 1998, *Operating Instructions Manual PUSRI II*, PT. Pupuk Sriwidjaja, Palembang.
- Bejan, Adrian, 1988, "*Advanced Engineering Thermodynamics*", Jhon Wiley and Sons.
- Cornelissen, R.L., 1997, "*Thermodynamics and Sustainable*," Development, Enschede, Netherlands.
- Felder, Richard M. and Ronald W. Rousseau, 1997, "*Elementary Principles of Chemical Processes*", second edition, Jhon Wiley and Sons.
- Hougen, Olaf A., Kenneth M. Watson, and Roland A. Ragartz, 1959, "*Chemical Process Principles*", Part II : Thermodynamics", second edition, John Wiley & Sons.
- Kotas, T.J., 1986, "*Exergy Method of Thermal and Chemical Plants*", Chem Eng Res Des, vol. 64, may.
- Lovegrove, K., Luzzi A., McCann M., and Freitag O., 1999, "*Exergy Analysis of Ammonia-Based Solar Thermochemical Power Systems*", Solar Energy, vol.66, No. 2, pp. 103-115, Elsevier Science Ltd.
- March, Linhoff, 1998, "*Introduction to Pinch Technology*", Targeting House Gadbrook Park Northwich, Cheshire CW 7UZ, England.
- Perry H., Robert, dan Don Green , 1984, "*Perry's Chemical Engineers Handbook*", edisi keenam, McGraw Hill Book Company.
- Radgen, P.,1996, "*Pinch and Exergy Analysis of a Fertilizer Complex*", part 1, Nitrogen , no. 224.
- Radgen, P., 1997, "*Pinch and Exergy Analysis of a Fertilizer Complex*", part 2, Nitrogen, no. 225.
- Rastogi, R.P., and Misra, R.R., 1978, "*An Introduction to Chemical Thermodynamics*", first edition, Vikas Publishing House, PVT Ltd, New Delhi.
- Raskovic, Predrag, Gradimir I., Nenad Radojkovic, Mica V., Goran W., Dragan K., 2002, "*Process Integration-Exergy Loses of the Heat Exchanger Network*", Facta Universitatis, series: mechanical engineering, vol 1, pp 1253-1261.
- Reid, R.C., Jhon M. Prausnitz and Thomas K. Sherwood, 1991, "*Sifat gas dan Zat Cair*", edisi ketiga, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Smith, Robin, 1995, "*Chemical Process Design*",Mc. Graw Hill Companies Inc., international edition.
- Shukuya, Masanori and Abdelaziz Hammache, 2002, "*Introduction to the Concept of Exergy-for a Better Understanding of Low-Temperature-Heating and High-Temperature-Cooling System*", Submitted.

- Smith, J.M and H.C. Van Ness, 1996, “*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*”, fifth edition, The McGraw-Hill Companies Inc.
- Wall, Goran, dan Mei Gong, 1996, “*Exergy Analysis versus Pinch Technology*”, ECOS’96, Stockholm, Swedia.
- Wall, Goran, 1986, “*Exergy- A Useful Concept*”, Physical Resource Theory Group, edisi ketiga, Goteborg.

