

Retrofit And Evaluation The Heat Exchanger Network In Main Column Fractionator Section Rccu Using Pinch Technology

Affandry Taufik, Sri Herlianty

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Affandry90@yahoo.com

Abstrak

Main Colmn Fraksionator Section adalah bagian dari RCCU yang memisahkan komponen hasil reaksi berdasarkan fraksinya. Kebutuhan pendingin aliran keluaran dan pemanasan aliran keluaran akan memberikan keuntungan maksimal jika dapat dimanfaatkan sebagai pengganti utilitas. Pemanfaatan panas aliran existing network saat ini belum optimal, sehingga diperlukan optimalisasi jaringan pemanas dengan menggunakan Teknologi Pinch pada Main Column Fraksionator sebagai solusi penghematan energi.. Dari perancangan jaringan penukar panas yang optimum diatas didapat ΔT_{min} sebesar 19,43 °C dengan besar energi yang dapat di hemat adalah adalah 0,36 MMKcal/jam dan penghematan capital cost \$ 125.052,8.

1 Pendahuluan

Usia kilang yang tua dan margin kilang yang tipis membawa tuntutan dibuatnya kilang dengan konfigurasi yang ekonomis dan efisien. Pertimbangan *security of supply* dan margin kilang yang tipis mengharuskan operasi didukung oleh jaringan penukar pemanas (*heat exchanger network*) dengan efisiensi yang baik.

Titik awal dari perancangan diawali dengan jaringan penukar panas ini diawali dengan penentuan ΔT_{min} , kemudian dilanjutkan dengan konfigurasi penukar panas. Pengintegrasian panas sangat diperlukan terutama pada sistem reaktor dan sistem kolom destilasi (Douglas,1988) sepaeri pada unit *Residue Catalytic Cracking* (RCC) dengan *Main Column Fraksionator Section*-nya.

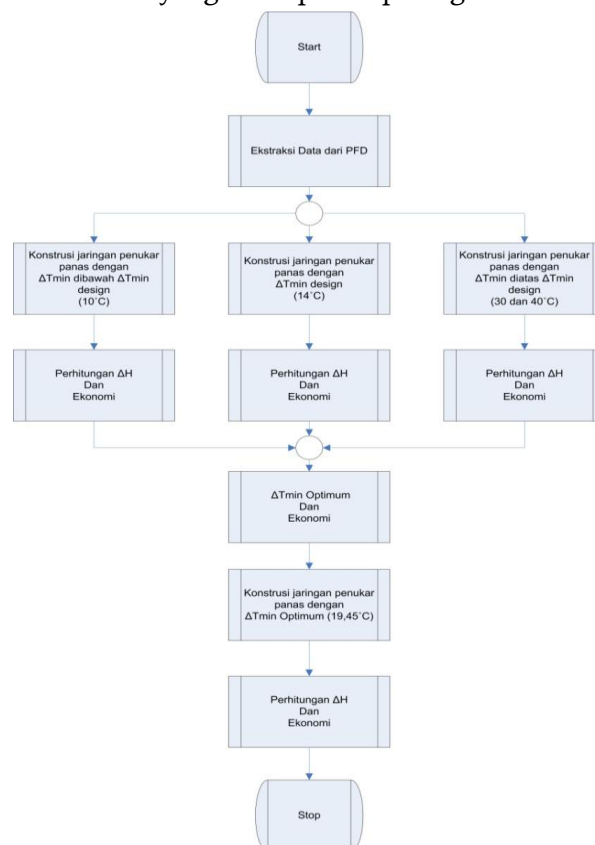
Unit *Residue Catalytic Cracking* (RCC) pada Pabrik Pertamina RU VI Balongan adalah unit yang mengkonversi residu menjadi komponen ringan seperti LPG, Naptha, LCO, dan DCO. Unit ini memerlukan utilitas pemanas dan pendingin dalam proses pengolahannya, terutama pada *Main Column Fraksionator Section*. Kebutuhan pendinginan dan pemanasan pada aliran akan memberikan keuntungan maksimal jika dapat dimanfaatkan sebagai pengganti utilitas. Pemanfaatan panas aliran *existing network* saat ini belum optimal, sehingga diperlukan optimalisasi jaringan pemanas dengan menggunakan pendekatan ΔT_{min} dengan jumlah *Heat Exchanger* minimum yang dilanjutkan dengan retrofit pada jaringan ini.

2 Metodologi

Bagian ini menjelaskan tentang proses perancangan jaringan pemanas yang meliputi algoritma, penentuan ΔT_{min} , penentuan jumlah *Heat Exchanger* minimum dan keekonomian, serta pengaruhnya pada *existing capacity* dan kenaikan kapasitas.

2.1 Algoritma Retrofit

Metode ini merujuk kepada metoda yang telah dikembangkan (*CanmetENERGY*,2012) untuk mengoptimalkan jaringan penukar panas *existing* pada *Main Column Fraksionator Section* yang ditampilkan pada gambar 2.1 .



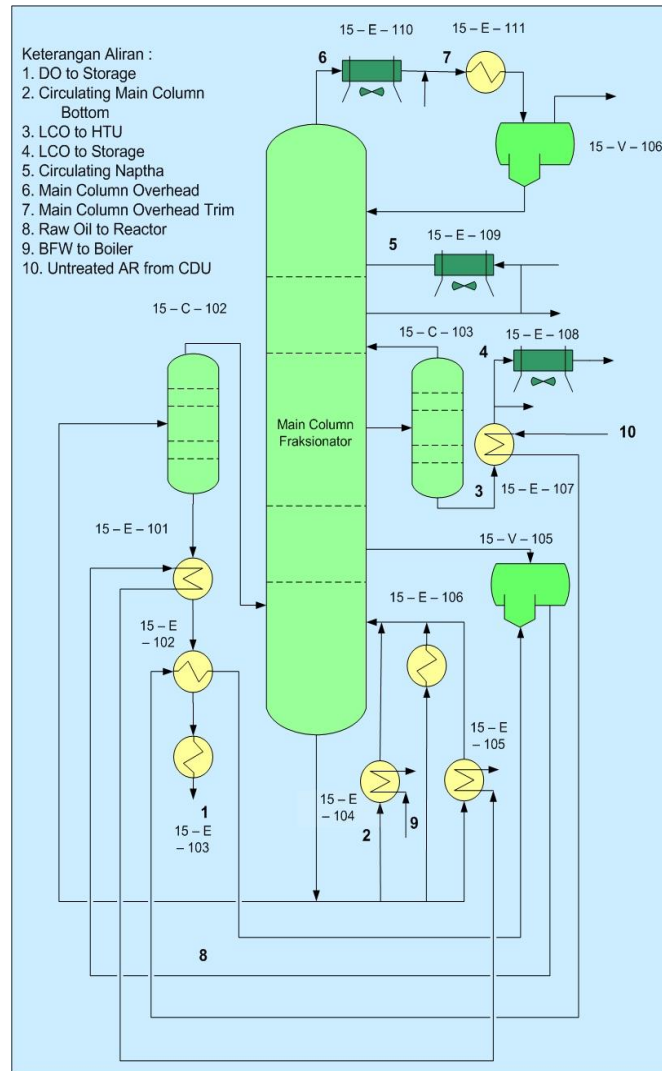
Gambar 2.1 Algoritma retrofit

2.2 Ekstraksi Data dari PFD dan Persamaan Yang Digunakan Dalam Perhitungan Selanjutnya dilakukan ekstraksi data untuk mendapatkan data aliran panas, dingin dan suhu targetnya. Yang dijelaskan pada bagian 2.2.1.

2.2.1. Ekstraksi Data dari PFD

Data di ekstraksi dari PFD *Main Column Fraksionator Section* pada gambar 2.2. Data yang diambil adalah :

1. Aliran dingin yang ingin dipanaskan.
2. Aliran panas yang ingin didinginkan.
3. Kapasitas panas aliran
4. Suhu target (masukan dan keluaran)



Gambar 2.2 PFD dan jaringan penukar panas *existing network* dan telah disederhanakan

Dari PFD yang telah disederhanakan diatas, dapat di ekstraksi data pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tabel data hasil ekstraksi

| No stream / aliran | Suhu Masuk (°C) | Suhu Keluar (°C) | Kapasitas aliran (MMKcal/jam (°C)) | Panas aliran (MMKcal/jam) | Keterangan |
|--------------------|-----------------|------------------|------------------------------------|---------------------------|------------|
| 1 | 347 | 80 | 0,019 | 5,073 | Panas |
| 2 | 357 | 274 | 0,407 | 33,8 | Panas |
| 3 | 219 | 172 | 0,045 | 2,115 | Panas |
| 4 | 172 | 50 | 0,063 | 7,76 | Panas |
| 5 | 119 | 99 | 0,546 | 10,937 | Panas |
| 6 | 86 | 50 | 0,473 | 17,02 | Panas |
| 7 | 50 | 43 | 0,0003 | 0,002 | Panas |
| 8 | 206 | 274 | 0,512 | -34,8 | Dingin |
| 9 | 145 | 223 | 0,125 | -9,75 | Dingin |
| 10 | 145 | 184 | 0,094 | -3,66 | Dingin |

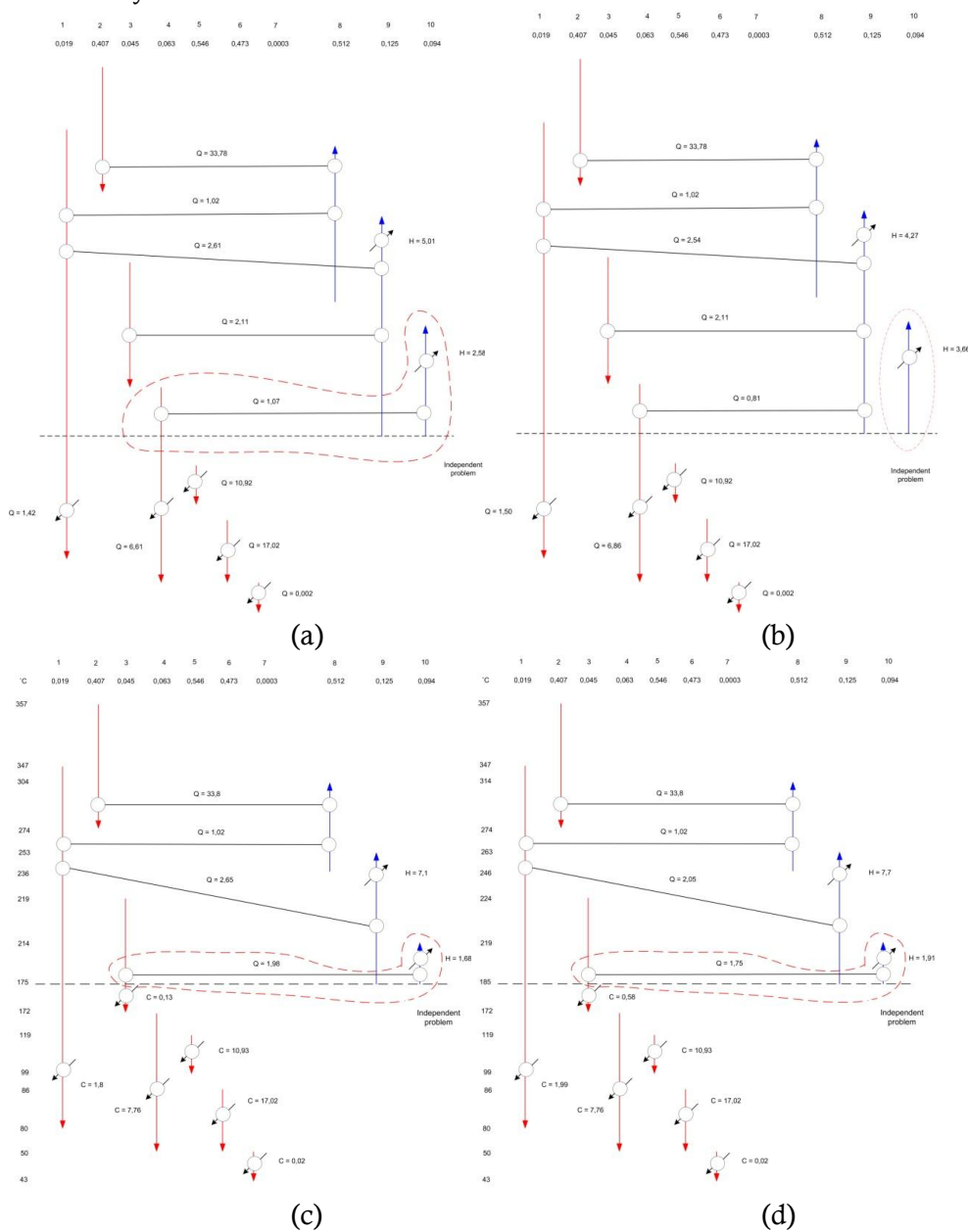
2.3 Penentuan ΔT_{min}

Berdasarkan aturan Linhoff (1998) ΔT_{min} untuk unit FCC/RCC adalah 30°C dan 40°C , sedangkan ΔT_{min} dari jaringan pemanas exsisting network) adalah 14°C . Selanjutnya jaringan pemukar panas dioptimasi dengan nilai ΔT_{min} 10°C , 14°C , 30°C dan 40°C sehingga diperoleh enthalpi dan keekonomian yang optimum.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Konstruksi Jaringan Pemanas dengan ΔT_{min} 10°C , 14°C , 30°C dan 40°C

Setelah data diekstraksi dari PFD, kemudian dilakukan pembuatan suhu interval dan konstruksi jaringan pemanas untuk mengetahui konfigurasi jaringan, jumlah unit dan ekonominya.



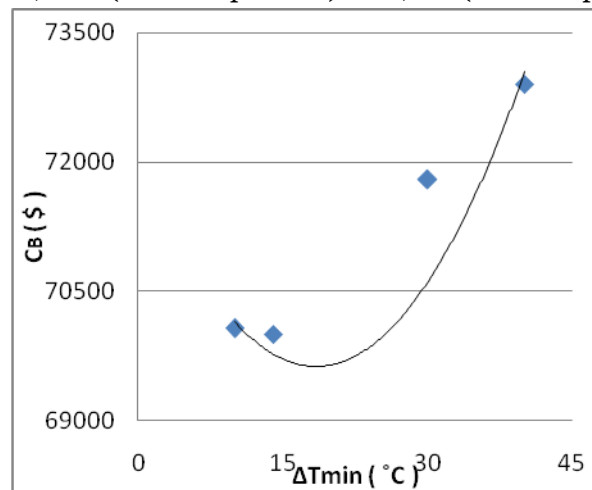
Gambar 2.3 Jaringan Penukar Panas Dengan ΔT_{min} (a) 10°C , (b) 20°C , (c) 30°C , (d) 40°C .

Hasil pengamatan pada Proses Flow Diagram (PFD) menunjukkan bahwa ΔT_{min} yang digunakan kontraktor atau *existing* ΔT_{min} sebesar 14°C menghasilkan ΔH sebesar 28,52 MMKcal/jam, setelah dimodifikasi dapat dikurangi menjadi 28,12 MMKcal/jam dengan biaya investasi \$ 195.027,8 berkurang menjadi \$ 70.006,33. Selanjutnya digunakan ΔT_{min} sebesar 10°C , 30°C , dan 40°C , masing – masing memberikan ΔH sebesar 28,1 MMKcal/jam, 28,17 MMKcal/jam, dan 28,37 MMKcal/jam, dengan biaya investasi alat \$70.068,98 , \$ 72.018,49 , \$ 72.339,22. Semua biaya investasi unit *heat exchanger* / penukar panas mengikuti persamaan sebagai berikut:

$$C_B = \exp \{ 11,0545 - 0,9228 \times (\ln (A)) + 0,09861 \times (\ln (A))^2 \} \quad (1)$$

Harga ΔT_{min} digunakan untuk mengoptimasi dari nilai minimum ekonomi atau biaya investasi unit *heat exchanger* / penukar panas (C_B), dengan melakukan pendekatan kuadrat pada biaya investasi untuk ΔT_{min} 10°C , 14°C , 30°C dan 40°C seperti pada gambar 2.7, sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

$$C_B \text{ minimum} = 0,2833 (\Delta T_{min} \text{ Optimum})^2 - 11,012 (\Delta T_{min} \text{ Optimum}) + 129,42 \quad (2)$$

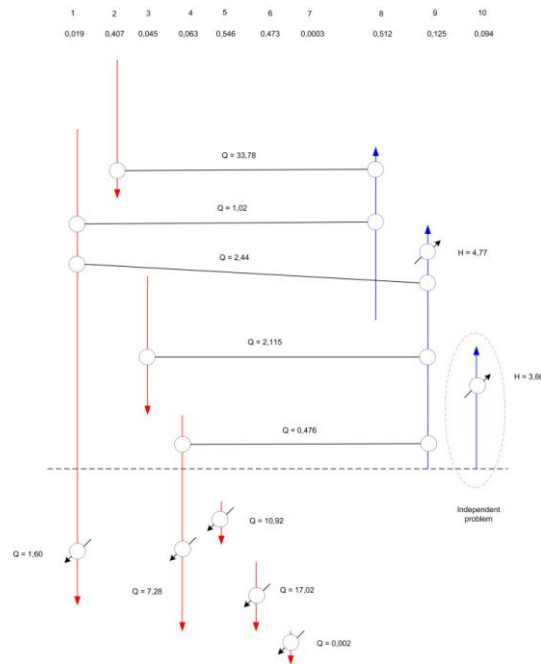


Gambar 2.4 Kurva hubungan antara ΔT_{min} dengan C_B

Akar hasil persamaan (2) adalah ΔT_{min} optimum dengan nilai $19,43^{\circ}\text{C}$, kemudian dilakukan pembuatan suhu interval dan konstruksi jaringan pemanas untuk mengetahui rangkaian jaringan, jumlah unit dan ekonomi optimum.

2.5 Konstruksi Jaringan Pemanas dengan ΔT_{min} sebesar $19,43^{\circ}\text{C}$

Konstruksi jaringan pemanas bertujuan untuk mengetahui konfigurasi yang optimum,

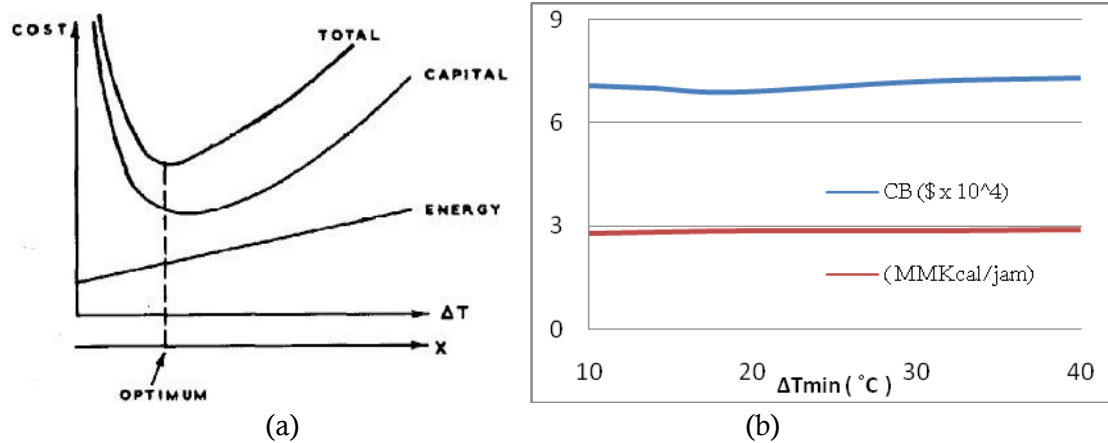


Gambar 2.5 Jaringan Penukar Panas Dengan ΔT_{min} 19,43°C

Tabel 2.2 . Tabel energi dan ekonomi Untuk Tiap ΔT_{min}

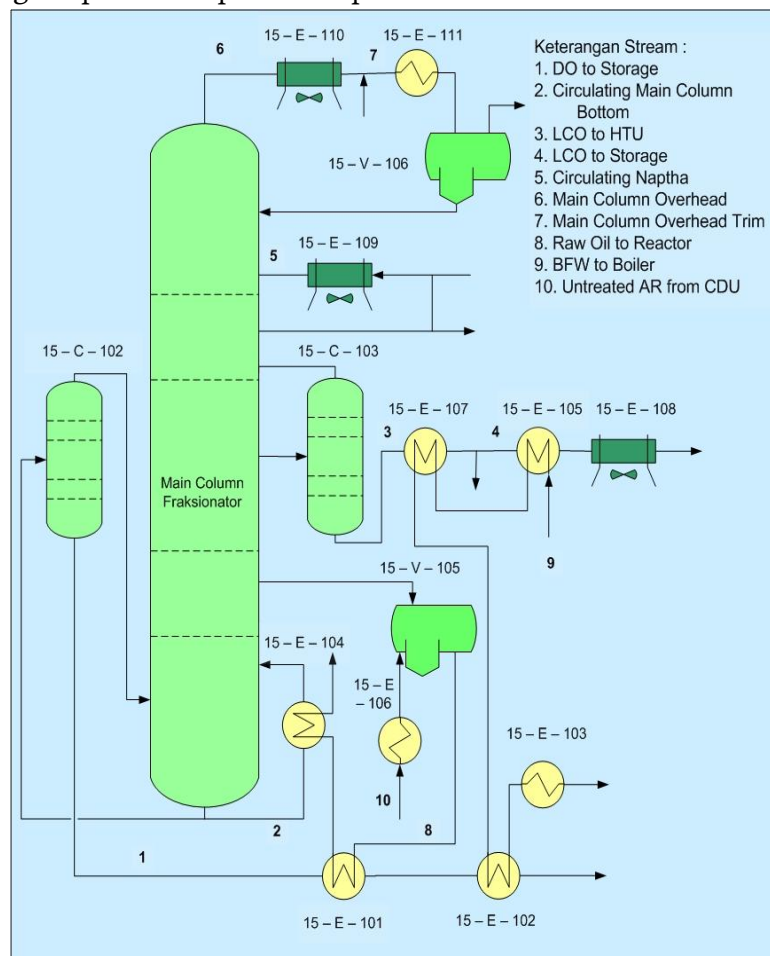
| | $\Delta T_{min} \leq \Delta T_{min}$ <i>Exsisting</i> | ΔT_{min} <i>Exsisting</i> sebelum modifikasi | ΔT_{min} <i>Exsisting</i> setelah modifikasi | ΔT_{min} Optimum | ΔT_{min} rekomendasi Linhoff (1988) | ΔT_{min} rekomendasi Linhoff (1988) |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| ΔT_{min} (°C) | 10 | 14 | 14 | 19,43 | 30 | 40 |
| Luas Area Total (ft ²) | 8.480 | 12.523,09 | 8.470 | 8.465 | 8.791,2 | 8.842,4 |
| Total ΔH (MMKcal/jam) | 28,1 | 28,52 | 28,12 | 28,16 | 28,17 | 28,37 |
| C_B (\$) | 70.068,98 | 195.027,8 | 70.006,33 | 69.975,01 | 72.018,49 | 72.339,22 |

Hasil perhitungan untuk ΔT_{min} sebesar 19,43 °C menghasilkan ΔH sebesar 28,1 MMKcal/jam dengan biaya pembelian alat \$ 69.975. Hasil perhitungan ekonomi untuk tiap ΔT_{min} sesuai dengan gambar yang ditunjukkan pada gambar 2.9 yang telah dikemukakan oleh linhoff (1988).



Gambar 2.6 Kurva hubungan antara biaya pembelian alat (C_B) dan energi (ΔH) terhadap ΔT_{min} (a)

Hasil retrofit ini menunjukkannya penghematan yang dapat dilakukan oleh rancangan jaringan penukar panas dengan ΔT_{min} 19,43 $^{\circ}C$ terhadap jaringan penukar panas yang ada atau *existing* sebesar \$ 125.052,8 seperti pada tabel 2.3. Adapun rancangan jaringan optimum dapat dilihat pada 2.11.



Gambar 2.11 Rancangan Process Flow Diagram (PFD) Baru Dengan Jaringan Penukar Panas Dengan ΔT_{min} Optimum

Tabel 2.3. Tabel Penghematan antara ΔT_{min} existing dengan ΔT_{min} 19,43 °C

| | ΔT_{min} yang ada atau existing (ΔT_{min} 14 °C) | ΔT_{min} 19,43 °C | Selisih atau Penghematan |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Luas Area Total (ft ²) | 12.523,09 | 8.465 | 4.058,09 |
| Total ΔH (MMKcal /jam) | 28,52 | 28,16 | 0,36 |
| C_B (\$) | 195.027,8 | 69.975 | 125.052,8 |

4 Kesimpulan

Dari perancangan jaringan penukar panas yang optimum diatas didapat ΔT_{min} sebesar 19,43 °C dengan besar energi yang dapat di hemat adalah adalah 0,36 MMKcal/jam dan penghematan capital cost \$ 125.052,8.

5 Daftar pustaka

- CanmetENERGY, 2012, "Energy Recovery at a Fluid Catalytic Cracking (FCC) Unit", Varennes
- Douglas, 1988, "Conceptual Design Of Chemical Process", McGraw-Hill Book., New York
- Linhoff, 1998, Introduction to Pinch Technology, Targeting House, England
- Perry,R.H., and Green, 1997, "Perry's Chemical Engineer's Hand Book", 7th edition, McGraw-Hill Book.,New York
- Pertamina,1993, "Pedoman Operasi Kilang di PERTAMINA UP-VI Balongan", Balongan
- Sadeghbeigi, Reza. 1995. Fluid Catalytic Cracking handbook : desgin, operation, and troubleshooting of FCC facilities. Gulf Publishing Company, Houston, Texas.