

**ANALISIS PINCH PADA JARINGAN PENUKAR  
KALOR DENGAN MENGGUNAKAN  
PROGRAM BERBASIS MATLAB**



**SKRIPSI**

**Dibuat sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**JIMMI LONG**

**03991485026**

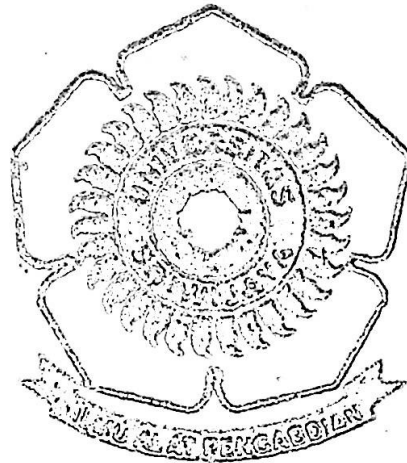
**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
KAMPUS PALEMBANG  
2013**

S  
621-407

Jim  
a  
2013



**ANALISIS PINCH PADA JARINGAN PENUKAR  
KALOR DENGAN MENGGUNAKAN  
PROGRAM BERBASIS MATLAB**



**SKRIPSI**

Dibuat sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya

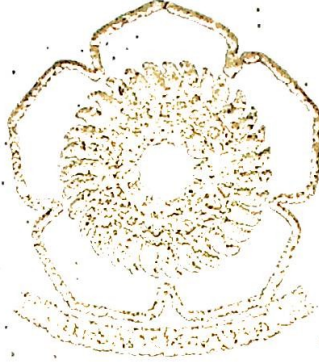
Oleh :

**JIMMI LONG**

**03091405026**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
KAMPUS PALEMBANG  
2013**

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
PALEMBANG



SAMPUL

ANALISIS PENYERAPAN JAMBUJAYA PEHULUAN  
KALAHN BONGGAN MENGGUNAKAN  
PROGRAM BERBASIS MATLAB

Oleh :

JHONNY LONCI  
01031425026

Diketahui oleh :  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

  
**Comarul Hadi S.T., M.T.**  
NIP : 196902131995031001

Diperiksa dan disetujui oleh :  
Dosen Pembimbing,

  
**Ir. Dyos Santoso, M.T.**  
NIP : 196012231991021001

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN

AGENDA  
DITERIMA TGL  
PARAF

: 02/01-2019/TTA  
: JANUARI 2019  
: *fi*

## SKRIPSI

NAMA : JIMMI LONG  
NIM : 03091405026  
MATA KULIAH : KONVERSI ENERGI  
SPESIFIKASI : ANALISIS *PINCH* PADA JARINGAN  
PENUKAR KALOR DENGAN  
MENGUNAKAN PROGRAM BERBASIS  
*MATLAB*  
Diberikan Tanggal : April 2013  
Selesai Tanggal : Desember 2013

Palembang, Desember 2013

Diperiksa dan disetujui oleh :  
Dosen Pembimbing,



Ir. Dyos Santoso, M.T.  
NIP : 196012231991021001



Diketahui oleh :  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Omarul Hadi S.T., M.T.  
NIP : 196902131995031001



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN**

---

**HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa berikut ini :

Nama : JIMMI LONG  
NIM : 03091405026  
Jurusan : TEKNIK MESIN  
Bidang Studi : KONVERSI  
Judul : ANALISIS PINCH PADA JARINGAN PENUKAR KALOR  
DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM BERBASIS  
*MATLAB*

Skripsi / Tugas Akhir ini adalah benar hasil karya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah dinyatakan dengan benar dan saya dapat mempertanggung jawabkan bahwa hasil yang saya tulis tidak plagiat.

Demikianlah surat ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, Januari 2014

Penulis,



*Jimmi Long*

**Jimmi Long**  
NIM. 03091405026

**Motto :**

*"Sebesar apapun ruang yang diberikan Tuhan pada kita, akan terasa sempit jika tanpa perjuangan dan doa" ( Mario Teguh).*

***Kupersembahkan kepada :***

- ***Tuhan Yang Maha Esa***
- ***Ibu dan Ayah tercinta***
- ***Saudara-saudaraku yang tersayang***
- ***Rekan-rekan angkatan '09***
- ***Almumaterku***

## ABSTRAK

Analisa *pinch* adalah suatu metodologi untuk meminimalkan konsumsi energi proses kimia dengan menghitung target energi termodinamika layak (atau konsumsi energi minimum) dan mencapai target tersebut dengan mengoptimalkan sistem pemulihan panas, metode suplai energi dan kondisi operasi proses. Hal ini juga dikenal sebagai proses integrasi, integrasi panas, integrasi energi atau teknologi *pinch*.

Jika dibandingkan dengan analisis secara manual, maka membutuhkan waktu puluhan menit untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan. Dan kemungkinan kesalahan dalam perhitungan juga bisa terjadi. Dengan membuat program berbasis *Matlab*, maka waktu yang diperlukan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan tidak sampai satu menit. Dengan maksimal empat aliran panas dan empat aliran dingin pada jaringan penukar kalor (*HEN*), program ini dapat menampilkan beberapa informasi seperti diagram interval temperatur, kaskada, komposit, komposit global, dan diagram *pinch*, serta memberikan perincian kalor yang dibutuhkan seperti utilitas panas dan dingin. Dari hasil validasi yang dilakukan penulis dengan menggunakan program *matlab*, didapatkan hasil yang sama dengan perhitungan secara manual.

**Kata kunci :** *Pinch, HEN, Matlab*

## ABSTRACT

*Pinch analysis is a method for minimize the consumption energy of chemical process to compute feasible target energy thermodynamic (minimum consumption energy) and achive it with optimize heat recovery system, supply energy method and process operation condition. It's call integration process, heat integration, energy integration or pinch tecnology.*

*Comparison with manual analysis, we need ten minutes more time to get the information giving. And false possibility in computing will be happen. Using Matlab's program, the time required to obtain the required information is not up to one minute. With up to four of each hot and cold streams in the heat exchanger network (HEN), the program can display some informations such as diagrams temperature interval, cascade, composite, grand composites, and pinch diagrams, and provide details of the required heat as hot and cold utility . From the results of the validation performed by the author using matlab program, obtained the same equal results with manual calculation.*

**Key words :** *Pinch, HEN, Matlab*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul “**Analisis Pinch pada Jaringan Penukar Kalor dengan menggunakan Program Berbasis Matlab**” dengan baik. Laporan Skripsi ini penulis buat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan mata kuliah Tugas Akhir di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya Palembang.

Penulis juga banyak mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, juga kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, maupun ide-ide untuk penulis selama proses penyelesaian laporan skripsi ini. Terutama kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Taufik Toha, DEA selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Qomarul Hadi S.T., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
3. Bapak Dyos Santoso S.T., M.T. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya sekaligus selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang selalu mendukung untuk kemajuan akademik.
4. Seluruh staff dosen dan administrasi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.



5. Ayah dan Ibuku tercinta yang telah memberikan doa, kasih sayang, dorongan dan semangat baik secara moril maupun material demi keberhasilan penulis.
6. Kakak dan saudara-saudaraku yang telah banyak memberikan dorongan untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Seluruh teman-teman seperjuangan angkatan 2009 .

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari sempurna. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun guna penyempurnaan laporan akhir ini. Semoga laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Palembang, Desember 2013

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
 <b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
 <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Jaringan Penukar Kalor (HEN).....	6
2.2 <i>Heat – Exchange Pinch Diagram</i> .....	10
2.3 <i>Matlab</i> .....	21
 <b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Studi Literatur .....	26
3.2 Persiapan Data .....	26
3.2.1 Penggunaan Perangkat Keras yang disarankan .....	26
3.2.2 Kebutuhan Perangkat Lunak .....	27
3.2.3 Data Input.....	27
3.3 Perancangan Program.....	28
 <b>BAB IV. IMPLEMENTASI DAN ANALISIS PROGRAM</b>	
4.1 Kelebihan / Keunggulan Program.....	37
4.2 Prosedur Implementasi Program.....	37

4.2.1 Tampilan <i>Form</i> awal.....	37
4.2.2 Tampilan <i>Form</i> Proses.....	41
4.2.3 Tampilan <i>Form</i> Kaskada.....	42
4.2.4 Tampilan <i>Form</i> Komposit.....	44
4.2.5 Tampilan <i>Form</i> Komposit Global .....	46
4.2.6 Tampilan <i>Form</i> Diagram <i>Pinch (HEN)</i> .....	47
4.3 Hasil Analisis.....	49

## **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	58
5.2 Saran .....	59

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Sintesis dari HEN .....	9
2.3a Konsep Aliran Panas .....	13
2.3b Membuat aliran Komposit panas menggunakan superposisi .....	14
2.4a Konsep Aliran Dingin .....	15
2.4b Membuat aliran Komposit dingin menggunakan superposisi .....	16
2.5 Penempatan Aliran Komposit dengan tidak ada Integrasi Panas .....	19
2.6 Sebagian Integrasi Panas .....	19
2.7 Integrasi Panas yang tidak Layak .....	20
2.8 <i>Thermal Pinch Diagram</i> .....	20
2.9 Aturan Terkait dengan Panas yang melalui <i>Pinch</i> .....	21
2.10 Ruang Kerja Matlab .....	22
2.11 Tampilan M-File pada Matlab .....	24
2.12 Tampilan GUI pada Matlab .....	25
3.1 <i>Flowsheet</i> dan Tabel untuk dua aliran panas dan aliran dingin .....	28
3.2 Diagram Proses Pengolahan Data .....	29
3.3 Diagram Prosedur Proses Data .....	30
3.4 Diagram Alir Interval Temperatur .....	32
3.5 Diagram Alir Pencarian Utilitas Minimum .....	34
3.6 Diagram Alir Pencarian Temperatur <i>Pinch</i> .....	36
4.1 Tampilan <i>Form</i> Awal .....	38
4.2 Pesan Dialog Salah Input .....	39
4.3 Dialog Keluar Aplikasi .....	41
4.4 Diagram Interval Temperatur .....	41
4.5 <i>Form</i> Diagram Kaskada .....	43
4.6 <i>Form</i> Diagram Komposit .....	45
4.7 <i>Form</i> Diagram Komposit Global .....	46
4.8 <i>Form</i> Diagram <i>Pinch</i> ( <i>HEN</i> ) .....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 MENS vs HENS .....	11
4.1 Hasil Validasi .....	50

# BAB I

## PENDAHULUAN



### I.1 Latar Belakang

Karena kurangnya sumber kalor dan meningkatnya jumlah konsumen, serta persaingan yang kuat dalam meningkatkan efisiensi kalor, maka sangat dibutuhkan optimasi untuk kebutuhan kalor. Dalam pengalaman industri, perhitungan untuk pemanasan minimum dan kebutuhan pendinginan, secara signifikan perlu dilakukan penghematan kalor. Integrasi proses, khususnya teknologi *pinch* adalah metode analisis yang baik untuk mengidentifikasi dan memilih solusi teknis yang konkret untuk meningkatkan efisiensi dan memberikan solusi manufaktur optimal.

Langkah pertama dalam analisis integrasi kalor adalah perhitungan pemanasan dan pendinginan minimum yang merupakan persyaratan untuk membuat jaringan penukar panas atau *heat exchanger network (HEN)*. Pada sebuah alat penukar panas (*heat Exchanger*), pertukaran panas antara aliran panas dan aliran dingin: aliran panas perlu didinginkan dan aliran dingin perlu dipanaskan. Dalam pembangkit listrik tenaga uap, dapat diamati dari siklus termodinamika bahwa sintesis dari HEN yang optimal adalah dengan meminimalisasi utilitas, sehingga dapat meningkatkan efisiensi siklus. Jadi desain yang berkaitan dengan *HEN* untuk efisiensi optimal adalah tujuan utama penggunaan teknologi *pinch* dalam optimasi *power plant*.

Berbagai usaha dilakukan untuk menganalisis sistem *pinch* sehingga beberapa orang kesulitan dalam menganalisis *pinch* pada jaringan penukar kalor. Butuh waktu yang cukup lama untuk menganalisis *pinch* pada jaringan penukar kalor secara manual.

Untuk mempercepat dan mempermudah proses analisis metode *pinch* pada jaringan penukar kalor, sangat dibutuhkan bantuan dari beberapa program yang dapat menganalisis metode *pinch*. Beberapa program yang dapat membantu analisis metode *pinch* adalah *Matlab* (*Matrix Laboratory*) dan *Microsoft Excell*. Penulis menggunakan *Matlab* untuk membuat sebuah program berbasis *Matlab* karena *Matlab* dapat melakukan perhitungan dan memecahkan persoalan dengan solusi yang dinyatakan dengan notasi matematika. *Matlab* merupakan bahasa dengan kemampuan tinggi untuk perhitungan secara teknik. Dengan menggunakan *Matlab*, analisis dengan metode *pinch* dapat dilakukan dengan cepat dan mudah.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana menganalisis *pinch* pada alat penukar kalor dengan menggunakan program berbasis *Matlab*.

## **I.3 Batasan Masalah**

Karena luasnya permasalahan sistem *pinch*, maka penulis membatasi penelitian dengan hanya meneliti jaringan penukar kalor dan menganalisis sistem *pinch* hingga utilitas dan jumlah alat penukar kalor yang digunakan. Maksimal aliran yang dianalisis adalah 4 (empat) aliran panas dan 4 (empat) aliran dingin. Versi *Matlab* yang digunakan yaitu 7.8.0.347(R2009a).

## **I.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan utama dari penelitian ini adalah membuat program berbasis *Matlab* dan menerapkannya dalam analisis *pinch* pada jaringan penukar kalor.

## **I.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dalam penelitian ini, yaitu dapat bermanfaat bagi mahasiswa, perusahaan dan para peneliti. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai perincian kalor yang dipakai, mempermudah dan mempercepat dalam menganalisis jaringan penukar kalor dengan metode *pinch* serta memberikan kontribusi atau pengetahuan kepada mahasiswa teknik mesin, khususnya dalam bidang konversi energi.



## **I.6 Sistematika Penulisan**

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis membaginya dalam beberapa bab pokok dengan menggunakan sistematika penulisan atau langkah penyusunan laporan sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini membahas tentang pengetahuan umum tentang HEN, analisis *pinch*, dan *Matlab*.

### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini berisi tentang metode yang digunakan dalam desain *pinch* dan perancangan aplikasi menggunakan *Matlab*, Flowchart Program serta penyusunan laporan.

**BAB IV : IMPLEMENTASI DAN ANALISIS PROGRAM**

Pada bab ini akan dibahas perhitungan analisa *pinch* dari data yang sudah diperoleh dengan menggunakan program yang sudah dibuat dengan *Matlab*. Setelah melakukan pembahasan maka akan dilakukan analisis terhadap hasil pembahasan.

**BAB V : KESIMPULAN**

Pada bab ini akan disajikan secara garis besar hasil dari seluruh analisis yang telah dilakukan dan disertai kesimpulan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Eskandari, Fazlollah and Masoud Behzad, "*Higher Efficiency Targeting in a Steam Power Plant by Using Pinch Technology*", U.P.B. Sci.Bull., Series D, Vol. 71, Iss.4, 2009.
- [2] Shenoy, Uday V., "*Heat Exchanger Network Synthesis: Optimization Process by Energy and Resource Analysis*", Gulf Publishing Company, United States of America, 1995.
- [3] [http://en.wikipedia.org/wiki/Pinch\\_analysis](http://en.wikipedia.org/wiki/Pinch_analysis) (diakses tanggal 28 Maret 2013)
- [4] <http://faculty.ksu.edu.sa/5556/Documents/Forms/AllItems.aspx> Chapter 9 (diakses tanggal 27 Juli 2013)
- [5] Gonzalez, Rafael C. And Richard E. Woods and Steven L. Eddins, "*Digital Image Processing Using Matlab, Third Edition*", Person Education, inc, 2008.
- [6] Marvin, "*Pengolahan Citra Digital Menggunakan Matlab. Informatika*", Jakarta, 2007.
- [7] Smith, R., "*Chemical Process Design*", McGraw-Hill, Inc., 1995., Page 162.
- [8] Linnhoff, B., "*A User Guide on Process Integration for the Efficient Use of Energy*", The Institution of Chemical Engineers, England, 1982.
- [9] Ramza, Hary dan Dewanto, "*Teknik Pemrograman Menggunakan Matlab*", Grasindo, Jakarta, 2007.

[10] Sugiharto, Aris, "*Pemrograman GUI Dengan Matlab*", Andi Offset,  
Yogyakarta, 2006.