



# **PROSIDING**

**TEMU ILMIAH NASIONAL  
DOSEN TEKNIK 2007**

**TEMA :**

**“Peran Pengembangan Sains Dan Teknologi  
di Perguruan Tinggi Dalam Meningkatkan  
Kemandirian Bangsa”**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TARUMANAGARA  
JAKARTA, 29 AGUSTUS 2007**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS TARUMANAGARA**

**SERTIFIKAT**

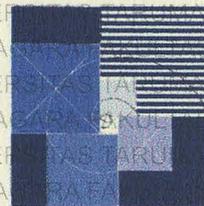
**Nomor : 1139-TIM/FT-UNTAR/VIII/2007**

**Diberikan Kepada:**

**DR. IR. HASAN BASRI**

**Sebagai,**

**PEMAKALAH**



**TEMU ILMIAH NASIONAL DOSEN TEKNIK 2007**

**'PERAN PENGEMBANGAN SAINS DAN TEKNOLOGI DI PERGURUAN TINGGI DALAM MENINGKATKAN KEMANDIRIAN BANGSA'**

**Diselenggarakan oleh:**

**Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara**

**Di Ruang Seminar Gedung Blok K/IX Kampus I UNTAR**

**Jakarta, 29 Agustus 2007**

**Dekan,**

**Ir. Ignatius Haryanto, MM**

			PHILLIPS
	<b>12.30- 13.00</b>	<b>ISHOMA</b>	
	13.30- 14.00	Hasan Basri dan Tomy Sulaiman FT-Mesin UNSRI	Analisis Kebutuhan Daya Pada Pabrik Mini Biodiesel
	14.00- 14.30	Yogi Chandra, ST. dan Ir. Sofyan Djamil, M.Si. FT-Mesin Untar	Karakteristik pemilihan bahan elektroda dan parameter las terhadap uji impak pada baja mangan hadfield dan baja karbon medium
	14.30- 15.00	Ir. Suroso, MT. FT-Mesin Untar	Analisis Aspek Mekanikal Proyek Pembangunan Gedung 32 Lantai
	<b>15.00- 15.15</b>	<b>Rehat</b>	
	15.15-15.45	Sahala M. Lumbanraja FT-Mesin Untar	Energi Nuklir Sebagai Energi Alternatif di Indonesia
	15.45- 16.15	Drs Aminuddin, M.Si. FT-Mesin Untar	Sistem Pengontrolan Air Minum Secara Otomatis Berbantuan Programable Logic Controller

**PRESENTASI PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
TEMPAT : BLOK K LANTAI IX (R.SIDANG II)**

<b>NO.</b>	<b>WAKTU</b>	<b>PENULIS</b>	<b>JUDUL</b>
	11.00- 11.30	I Wayan Sukania, ST., MT. FT-Industri Untar	Gambaran dan Usulan Perbaikan Halte Bus di Jakarta
	11.30- 12.00	Khomeni Suntoso, ST. FT-Industri Untar	Perancangan Faktorial Terhadap Faktor Pendukung Perancangan Fasilitas Pabrik
	12.00- 12.30	Lamto Widodo, ST., MT. FT-Industri Untar	Analisis Sensitivitas Dinamis Studi Kelayakan Industri Kertas Berbahan Baku Bagasse
	<b>12.30- 13.00</b>	<b>ISHOMA</b>	
	13.30- 14.00	Agustinus P. Irawan, ST., MT. dan Jemmy Susanto	Studi Eksperimental Karakteristik Governor Jenis Proell dan Hartell Hasil Desain yang Digunakan Sebagai Modul Praktikum Fenomena
	14.00- 14.30	Harto Tanujaya, ST., MT.	Analisis Perbandingan Unjuk Kerja Refrigerator Yang Menggunakan Musicool 22 (MC 22) Dengan Kondensor <i>Coating</i> dan <i>Uncoating</i>
	14.30- 15.00	Ariswan dan Ir. Erwin Siahaan, M.Si.	Pengaruh Ukuran Butir Terhadap Kinerja Aluminium Anode
	<b>15.00- 15.15</b>	<b>Rehat</b>	
	15.15- 15.45	Dr. Abrar Riza, ST., MT.	Gas Produser sebagai Bahan Bakar Alternatif untuk Turbin Gas 10 MW
	15.45- 16.15	Ir. Asrul Azis, M.Sc.	Pengujian Kondensasi Air Dan Campuran Air-Etilenglikol Didalam Tabung Horizontal

Pengujian Kondensasi Air Dan Campuran Air-Etilenglikol Didalam Tabung Horizontal 241  
*Ir. Asrul Azis, M.Sc.*

Analisis Perbandingan Unjuk Kerja Refrigerator Yang Menggunakan Musicool 22 (MC 22) Dengan Kondensor *Coating* dan *Uncoating* 249  
*Harto Tanujaya, ST., MT. dan Fritz Markus Louhenapessy*

Pemanfaatan Panas Gas Buang Turbin Gas Untuk Reboiler Pada Proses Injeksi Gas PT. CONOCO PHILLIPS 259  
*Hasan Basri*

Analisis Kebutuhan Daya Pada Pabrik Mini Biodiesel 267  
*Hasan Basri dan Tomy Sulaiman*

Pengaruh Ukuran Butir Terhadap Kinerja Aluminium Anode 281  
*Ir. Erwin Siahaan, M.Si. dan Ariswan*

Gas Produser sebagai Bahan Bakar Alternatif untuk Turbin Gas 10 MW 295  
*Dr. Abrar Riza, ST., MT.*

#### **PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**

Gambaran dan Usulan Perbaikan Halte Bus di Jakarta 301  
*I Wayan Sukania, ST., MT.*

Perancangan Faktorial Terhadap Faktor Pendukung Perancangan Fasilitas Pabrik 309  
*Khomeni Suntoso, ST.*

Analisis Sensitivitas Dinamis Studi Kelayakan Industri Kertas Berbahan Baku Bagasse 323  
*Lamto Widodo, ST., MT.*

#### **JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

Blog : Media Pembelajaran di Era Kampus Digital 335  
*Ir. Wiryanto Dewobroto, MT.*

Penyelesaian Numerik Persamaan Blasius Menggunakan Matlab V6.5 347  
*Mohammad Ardi Cahyono dan Yusa Asra Yuli Wardana*

Perspektif Sejarah Perkembangan Telekomunikasi Selama 50 Tahun Terakhir 355  
*Ir. Tjandra Susila, M.Eng.Sc., Ph.D.*

Simulasi Digital Dengan Metode Euler dan Runge-Kutta Dalam Penentuan Response Sistem Dinamis 359  
*Amir Husin, M.Sc.*

## ANALISIS KEBUTUHAN DAYA PADA PABRIK MINI BIODIESEL

HASAN BASRI, TOMY SULAIMAN<sup>1)</sup>

Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km 32, Inderalaya  
Telp.(0711) 580739, e-mail: hasan\_basri@unsri.ac.id

### Abstrak

*Makalah ini bertujuan untuk mengetahui besar daya yang dibutuhkan Pabrik Mini Biodiesel kapasitas 66 ton/tahun dari hasil rancang bangun Tim Riset Unggulan Strategi Nasional (RUSNAS) Pengembangan Energi Baru Terbarukan bidang pengembangan biodiesel. Untuk menganalisis kebutuhan daya pabrik perlu diketahui kapasitas optimal pabrik dan neraca massa pada setiap komponen pabrik. Dari kedua data tersebut dapat dilakukan analisa kebutuhan daya yang diperlukan pabrik untuk beroperasi. Daya ini diperlukan untuk membangkitkan energi panas dan energi mekanis pada Pabrik Mini Biodiesel. Metode yang digunakan adalah dengan menerapkan Hukum Termodinamika I yang berlaku pada setiap komponen pabrik. Dari hasil analisa didapatkan kebutuhan daya yang digunakan untuk membangkitkan energi panas dan energi mekanik pada setiap komponen Pabrik Mini Biodiesel. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh besarnya kebutuhan daya pada Pabrik Mini Biodiesel sebesar 9,43 kW.*

**Kata kunci:** Biodiesel, neraca massa, neraca panas, energi panas, energi mekanik

### I. PENDAHULUAN

Untuk mengembangkan produk biodiesel agar menjadi komersial maka perlu dilakukan riset-riset, eksperimen dan studi-studi mengenai hal-hal yang berkaitan langsung dengan proses produksi biodiesel. Salah satu langkah terbaik adalah mencoba untuk mendirikan suatu Pabrik Mini Biodiesel yang disertai dengan studi literatur dan eksperimen agar didapatkan hasil yang optimal, hal inilah yang sedang dilakukan oleh kegiatan Riset Unggul Strategi Nasional (RUSNAS) Pengembangan Energi Baru Terbarukan dalam Bidang Biodiesel Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam suatu pembangunan pabrik perlu dilakukan perencanaan-perencanaan yang berdasarkan disiplin ilmu yang mendukung kelayakan suatu pabrik untuk didirikan. Banyak pekerjaan yang harus dilakukan sebelum mendirikan sebuah pabrik, diantaranya perancangan konstruksi pabrik, sistem perpipaan, penentuan komponen-komponen pabrik, dan lain-lain. Untuk itu, pada pembangunan pabrik harus melibatkan banyak orang dari berbagai disiplin ilmu sehingga didapatkan hasil yang optimal.

Salah satu pekerjaan penting yang harus dilakukan sebelum didirikannya suatu pabrik adalah studi mengenai konsumsi energi yang akan diserap oleh sebuah pabrik. Perencanaan energi pada suatu pabrik merupakan hal yang sangat penting mengingat penggunaan energi berkaitan erat hubungannya dengan biaya produksi dari pabrik tersebut. Sebuah Pabrik harus mempunyai nilai ekonomis agar dapat dikembangkan menjadi sebuah pabrik yang memiliki kapasitas yang besar. Untuk mencapai hal tersebut maka harus dilakukan studi mengenai analisa kebutuhan daya pabrik yang merupakan komponen utama biaya produksi pabrik tersebut.

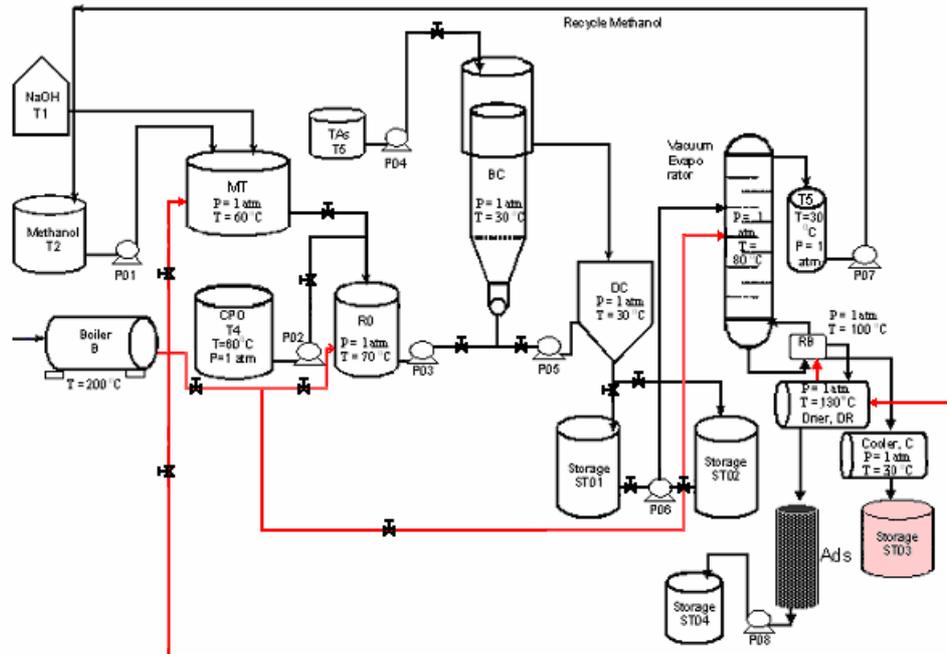
Pada dasarnya, ada dua jenis energi yang dibutuhkan pada Pabrik Mini Biodiesel, yaitu energi panas dan energi mekanis. Energi panas dibutuhkan untuk menjaga temperatur operasi pada setiap komponen pabrik, sedangkan energi mekanis dibutuhkan untuk mengangkut fluida-fluida kerja pada pabrik. Energi panas dapat dibangkitkan dengan menggunakan boiler maupun energi listrik dan energi mekanis dapat dibangkitkan dengan menggunakan energi listrik. Dari analisa kebutuhan daya yang dilakukan diharapkan dapat dilakukan optimasi atau penghematan konsumsi energi dari pabrik yang akan dibangun. Hasil studi

yang didapatkan adalah besarnya kebutuhan daya yang diperlukan agar pabrik dapat beroperasi secara kontinyu pada kapasitas optimal.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### II.1. Proses Produksi Biodiesel

Pada Pabrik Mini Biodiesel hasil rancang bangun Tim Riset Unggulan Strategi Nasional (RUSNAS) Pengembangan Energi Baru Terbarukan bidang pengembangan biodiesel direncanakan pabrik beroperasi menurut diagram alir di bawah ini:



Gambar 1 : Diagram Alir Pabrik Mini Biodiesel

Keterangan:

- Proses produksi biodiesel dimulai dengan persiapan bahan baku metanol dan katalis NaOH, kedua bahan baku ini kemudian dicampur pada MT (Mixer Tank) pada tekanan 1 atm dan temperatur 60 °C kemudian dipompakan menuju R0 (Reaktor).
- Kemudian CPO dipanaskan sampai temperatur 60 °C kemudian dipompa menuju ke R0 (Reaktor) untuk direaksikan dengan campuran metanol dan NaOH.
- Reaksi transesterifikasi berlangsung pada R0 pada tekanan 1 atm dan temperatur 70 °C selama 3 jam sehingga menghasilkan biodiesel dan gliserol serta CPO sisa, metanol sisa, dan NaOH yang tidak mengalami reaksi.
- Hasil reaksi kemudian ditampung pada BC (Bubble Column) untuk dicuci dengan menggunakan metode pencucian gelembung pada tekanan 1 atm dan temperatur 30 °C.
- Setelah dicuci, hasil reaksi kemudian ditampung pada DC (decanter) untuk dipisahkan, proses ini berlangsung pada tekanan 1 atm dan temperatur 30 °C. Hasilnya berupa campuran biodiesel, CPO sisa, dan metanol sisa pada lapisan atas dan campuran gliserol, NaOH, dan metanol sisa pada lapisan bawah.
- Produk lapisan atas ditampung pada ST01 dan produk lapisan atas ditampung pada ST02, kemudian produk tersebut dipompa menuju evaporator.
- Di dalam evaporator dilakukan proses *recovery methanol* yang berlangsung pada tekanan 1 atm dan temperatur 80 °C untuk menguapkan metanol, evaporator bekerja secara berdampingan dengan reboiler untuk mempercepat proses penguapan dimana reboiler bekerja pada tekanan 1 atm dan temperatur 100 °C. Metanol yang diuapkan ditampung pada T5 yang kemudian akan dipompa menuju T2.

- Produk lapisan atas (biodiesel) yang telah mengalami proses recovery methanol kemudian didinginkan pada C (Cooler) dan ditampung pada ST03.
- Sedangkan produk lapisan bawah (gliserol) yang telah mengalami proses recovery methanol dikeringkan dengan menggunakan drier untuk mengurangi kandungan air pada tekanan 1 atm dan temperatur 130 °C dan ditampung pada ST04.

## II.2. Prinsip Dasar Neraca Massa dan Neraca Panas

### II.2.1. Neraca Massa

Pada Pabrik Mini Biodiesel direncanakan proses berlangsung secara kontinyu, dimana semua komponen pabrik bekerja secara bersamaan. Sehingga perlu dilakukan analisa neraca massa untuk melakukan perhitungan kebutuhan panas pada setiap komponen pabrik. Berikut ini prinsip dasar neraca differensial yang cocok digunakan dalam proses kontinyu.



Gambar 2 : Neraca Massa

Neraca adalah suatu metode untuk menghitung sesuatu (berupa material atau massa)  
 Persamaan umum Neraca Massa adalah sebagai berikut:

$$IN - OUT + GENERATION - CONSUMPTION = ACCUMULATION \quad (1)$$

Neraca Diferensial adalah balance pada selang waktu tertentu, ditentukan dengan sebuah laju perubahan material (untuk mass balance, massa/waktu [kg/s]). Persamaan matematis untuk differential balance adalah sebagai berikut:

$$\frac{dM}{dt} = \dot{M}_I - \dot{M}_O + G - C \quad (2)$$

Dimana  $dM/dt$  adalah laju perubahan dari material M. Sedangkan G dan C adalah generation dan consumption, tanda "overdot" menandakan sebuah laju aliran.

Untuk steady state,

$$IN + GENERATION = OUT + CONSUMPTION \\ 0 = \dot{M}_I - \dot{M}_O + G - C \quad (3)$$

Apabila tidak ada reaksi,

$$IN = OUT \\ 0 = \dot{M}_I - \dot{M}_O \quad (4)$$

### II.2.2. Neraca Panas

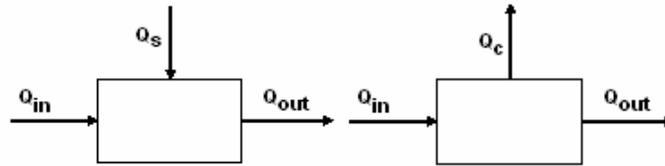
Neraca energi adalah cabang keilmuan yang mempelajari kesetimbangan energi sebuah sistem, suatu neraca energi memiliki persamaan:

$$Energi\ masuk = Energi\ keluar + Energi\ akumulasi \quad (5)$$

Bila neraca dibuat dengan hanya memperhitungkan energi kalor saja, maka persamaan neraca energi akan menjadi

$$Kalor\ masuk + Kalor\ produksi = Kalor\ keluar + Kalor\ akumulasi \quad (6)$$

dengan kalor produksi bernilai negatif jika kalor dikonsumsi



Gambar 3 : Neraca Panas

Untuk menghitung panas aliran masuk dan keluar komponen pabrik digunakan persamaan berikut:

$$Q_x = n \cdot \int C_p \cdot dT \quad (7)$$

- Dimana
- x = nama aliran
  - n = jumlah mol fluida yang terkandung dalam aliran (kmol/batch)
  - Q = panas aliran (kkal/batch)
  - C<sub>p</sub> = kapasitas panas zat (kkal/kmol °C)
  - dT = selisih suhu aliran dengan suhu lingkungan (°C)

### II.3. Dasar-dasar Perhitungan Kebutuhan Daya Mekanis

Pada Pabrik Mini Biodiesel hasil Rancang Bangun Tim Riset Unggulan Strategi Nasional (RUSNAS) Pengembangan Energi Baru Terbarukan dalam bidang pengembangan biodiesel terdapat dua macam kebutuhan daya mekanis, yaitu kebutuhan daya pengaduk dan kebutuhan daya pompa.

#### II.3.1. Kebutuhan daya pengaduk

Perhitungan kebutuhan daya pengaduk dilakukan berdasarkan persamaan di bawah ini:

Perhitungan ukuran diameter pengaduk

$$D_i = 1/3 \times D_t \quad (8)$$

Perhitungan kecepatan putaran pengaduk

$$\frac{N \cdot D}{((\sigma \cdot g \cdot g_c) / \rho_L)^{0.25}} = 1,22 + 1,25 \frac{D_t}{D_i} \quad (9)$$

Dengan

- N = kecepatan putaran pengaduk, rps
- D<sub>t</sub> = diameter tangki (m)
- D<sub>i</sub> = diameter impeller (m)
- g = factor konversi
- g<sub>c</sub> = konstanta gravitasi (m/s<sup>2</sup>)
- ρ = densitas (kg/m<sup>3</sup>)
- σ = tegangan muka (N/m)

Perhitungan kebutuhan daya pengaduk

$$P = \frac{k \cdot N^3 \cdot D_i^5 \cdot \rho}{g_c} \quad (10)$$

dengan,

- k = konstanta pengadukan
- P = Daya pengaduk (ft.lbf / s)

#### II.3.2. Kebutuhan Daya Pompa

Perhitungan kebutuhan daya pompa meliputi perhitungan kapasitas pompa yang dibutuhkan, kerugian gesekan pada instalasi sistem perpipaan, kerja pompa berdasarkan persamaan Bernoulli, sehingga didapatkan kebutuhan daya motor sebagai penggerak pompa. Berikut ini beberapa persamaan yang digunakan dalam perhitungan:

Untuk menghitung laju volumetrik,

$$Q_f = \frac{\dot{m}}{\rho} \quad (11)$$

Dimana,

$$\begin{aligned} Q_f &= \text{laju aliran volumetrik (m}^3/\text{s)} \\ \dot{m} &= \text{laju aliran massa (kg/s)} \\ \rho &= \text{densitas fluida (kg/m}^3) \end{aligned}$$

Untuk menghitung kerugian gesekan pada instalasi sistem perpipaan,

- Kecepatan fluida

$$V = \frac{Q_f}{A} \quad (12)$$

Dimana,

$$\begin{aligned} V &= \text{kecepatan fluida (m/s)} \\ A &= \text{luas penampang pipa (m}^2) \end{aligned}$$

- Reynold Number

$$R_e = \frac{D \cdot V \cdot \rho}{\mu} \quad (13)$$

Dimana,

$$\begin{aligned} R_e &= \text{Reynold Number} \\ \mu &= \text{viskositas fluida (N.s/m}^2) \end{aligned}$$

- Kerugian gesek pada pipa

$$H_F = \frac{2 \cdot f \cdot L}{D} \left[ \frac{V^2}{g_c} \right] \quad (14)$$

Dimana,

$$\begin{aligned} H_F &= \text{head loss (m)} \\ f &= \text{faktor gesekan} \end{aligned}$$

Untuk menentukan kerja pompa, maka digunakan persamaan Bernoulli sebagai berikut:

$$W_p = \frac{\Delta P}{\rho} + \Delta Z + \frac{\Delta V^2}{g_c} + H_F \quad (15)$$

Sehingga didapatkan daya pompa dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$BHP = \frac{GPM \cdot W_s \cdot \rho}{(7,481 \text{ gall / ft}^3) \cdot [550 \text{ ft} \cdot (\text{lb}_f / \text{sec}, \text{HP})] \cdot (60 \text{ sec / min}) \cdot \eta} \quad (16)$$

$$MHP = \frac{BHP}{\eta} \quad (17)$$

Dimana,

$$\eta = \text{effisiensi}$$

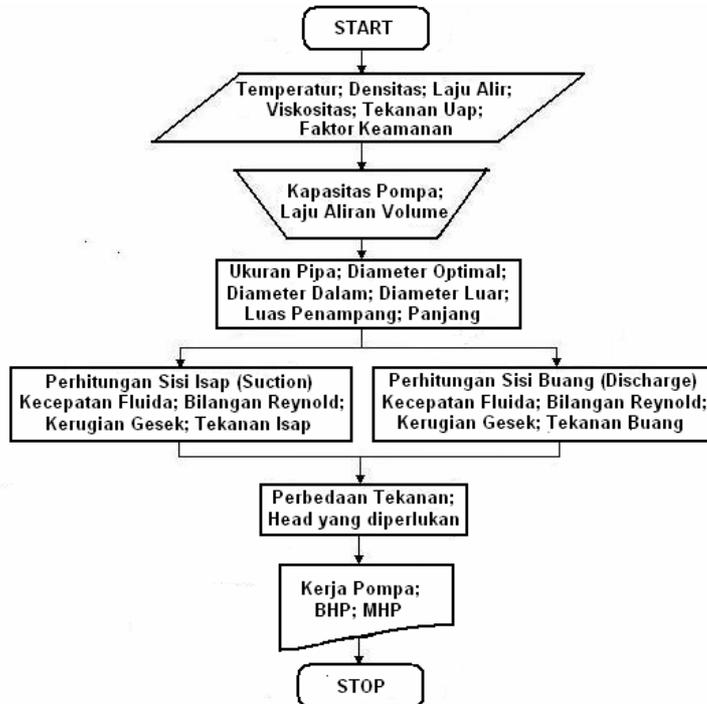
### III. METODOLOGI

Dalam melakukan analisis kebutuhan daya pada Pabrik Mini Biodiesel, ada beberapa langkah yang perlu dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Menganalisis kapasitas optimal pabrik dengan cara menganalisa kapasitas fluida yang dapat ditampung berdasarkan dimensi reaktor yang direncanakan.
2. Menganalisis neraca massa pada setiap komponen Pabrik Mini Biodiesel sesuai dengan kapasitas optimal pabrik.

3. Menganalisis kebutuhan daya pemanas berdasarkan hasil analisa neraca massa pada setiap komponen Pabrik Mini Biodiesel.
4. Menganalisis kebutuhan daya mekanis yang digunakan untuk membangkitkan energi mekanis pada pompa dan pengaduk pada reaktor dan mixer.

Untuk setiap langkah di atas maka diperlukan suatu diagram kerja (flowchart) yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4 . Diagram kerja perhitungan kebutuhan daya pompa



Gambar 5 . Flowchart perhitungan kebutuhan Daya Pemanas



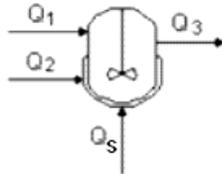
Gambar 6 : Flowchart Perhitungan Kebutuhan Daya Pengaduk

## IV. HASIL DAN DISKUSI

### IV.1. Kebutuhan Daya Pemanas

#### 1. Mixer

Fungsi : Mencampurkan metanol dengan larutan katalis NaOH.



Gambar 7 : Neraca Panas Mixer

Kondisi operasi :

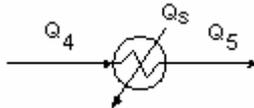
- Temperatur = 60 °C
- Tekanan = 1 atm

Tabel 1. Neraca Panas Pada Mixer

Panas masuk (kkal/batch)		Panas keluar (kkal/batch)	
Q <sub>1</sub>	81.8569	Q <sub>3</sub>	545.4980
Q <sub>2</sub>	0.0736		
Q <sub>s</sub>	463.5675		
<b>Total</b>	<b>545.4980</b>	<b>Total</b>	<b>545.4980</b>

#### 2. Heater

Fungsi : Memanaskan CPO



Gambar 8 : Neraca Panas Pada Heater

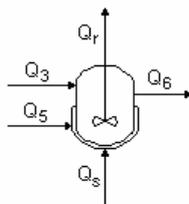
- Temperatur = 60 °C
- Tekanan = 1 atm

Tabel 2. Neraca Panas Pada Heater

Panas masuk (kkal/batch)		Panas keluar (kkal/batch)	
Q <sub>4</sub>	8.0643	Q <sub>5</sub>	100.0234
Q <sub>s</sub>	91.9591		
<b>Total</b>	<b>100.0234</b>	<b>Total</b>	<b>100.0234</b>

#### 3. Reaktor

Fungsi : Tempat untuk mereaksikan FAT (Fatty Acid Trigliserida) dengan metanol yang menggunakan katalis larutan NaOH sehingga terbentuk FAME (Fatty Acid Methyl Ester) dan Gliserol.



Gambar 9 : Neraca Panas Reaktor

Kondisi operasi :

- Temperatur = 70 °C

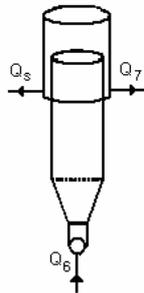
- Tekanan = 1 atm
- Konversi = 91.5 %

Tabel 3. Neraca Panas Pada Reaktor

Panas masuk (kkal/batch)		Panas keluar (kkal/batch)	
Q <sub>3</sub>	545.4980	Q <sub>6</sub>	794.4633
Q <sub>5</sub>	100.0234	Q <sub>r</sub>	476.0549
Q <sub>s</sub>	624.9968		
<b>Total</b>	<b>1270.5182</b>	<b>Total</b>	<b>1270.5182</b>

#### 4. Bubble Column

Fungsi : Mempercepat proses pemisahan campuran produk hasil reaksi.



Gambar 10 : Neraca Panas Bubble Column

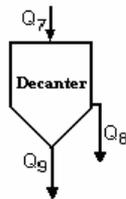
Kondisi operasi :  
 - Temperatur = 30 °C  
 - Tekanan = 1 atm

Tabel 4. Neraca Panas Pada Bubble Column

Panas masuk (kkal/batch)		Panas keluar (kkal/batch)	
Q <sub>6</sub>	794.4633	Q <sub>7</sub>	83.8621
		Q <sub>c</sub>	710.6012
<b>Total</b>	<b>794.4633</b>	<b>Total</b>	<b>794.4633</b>

#### 5. Decanter

Fungsi : Memisahkan campuran produk reaktor berdasarkan densitas campuran.



Gambar 11 : Neraca Panas Decanter

- Tekanan = 1 atm

Tabel 5. Neraca Panas Pada Decanter

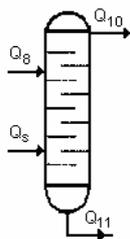
Panas masuk (kkal/batch)		Panas keluar (kkal/batch)	
Q <sub>7</sub>	83.8621	Q <sub>8</sub>	16.5773
		Q <sub>9</sub>	67.2848
<b>Total</b>	<b>83.8621</b>	<b>Total</b>	<b>83.8621</b>

Kondisi operasi :  
 - Temperatur = 30 °C

#### 6. Evaporator

Fungsi : Menguapkan metanol yang terdapat pada aliran atas keluaran decanter

##### 6.1. Proses 1



Gambar 12 : Neraca Panas Evaporator (1)

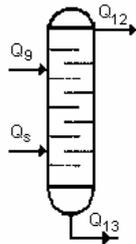
- Tekanan = 1 atm

Tabel 6. Neraca Panas Pada Evaporator (1)

Panas masuk (kkal/batch)		Panas keluar (kkal/batch)	
Q <sub>8</sub>	16.5773	Q <sub>11</sub>	189.2108
Q <sub>s</sub>	1831.5194	Q <sub>10</sub>	83.0670
		Q-lv	1575.8189
<b>Total</b>	<b>1848.0967</b>	<b>Total</b>	<b>1848.0967</b>

Kondisi operasi :  
 - Temperatur = 80 °C

##### 6.2. Proses 2



Gambar 13 : Neraca Panas Evaporator (2)

Kondisi operasi :

- Temperatur = 80 °C
- Tekanan = 1 atm

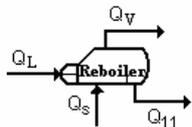
Tabel 7. Neraca Panas Pada Evaporator (2)

Panas masuk (kkal/batch)		Panas keluar (kkal/batch)	
Q <sub>9</sub>	67.2848	Q <sub>12</sub>	582.2832
Q <sub>s</sub>	7598.9752	Q <sub>13</sub>	130.1327
			6953.844
		Q-lv	2
<b>Total</b>	7666.2601	<b>Total</b>	7666.260
			1

## 7. Reboiler

Fungsi : Menguapkan hasil bawah Evaporator

### 7.1. Proses 1



Gambar 14 : Neraca Panas Reboiler (1)

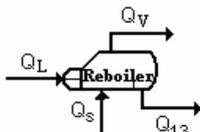
Kondisi operasi :

- Temperatur = 100 °C
- Tekanan = 1 atm

Panas masuk (Kkal/batch)		Panas keluar (kkal/batch)	
Q <sub>L</sub>	272.2579	Q <sub>v</sub>	312.6095
	1726.070		
Q <sub>s</sub>	6	Q <sub>11</sub>	109.5754
			1576.143
		Q-lv	7
<b>Total</b>	1998.328	<b>Total</b>	1998.328
	6	<b>Total</b>	6

Tabel 8. Neraca Panas Pada Reboiler (1)

### 7.2. Proses 2



Gambar 15 : Neraca Panas Reboiler (2)

Kondisi operasi :

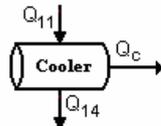
- Temperatur = 100 °C
- Tekanan = 1 atm

Tabel 9. Neraca Panas Pada Reboiler (2)

Panas masuk (kkal/batch)		Panas keluar (kkal/batch)	
Q <sub>L</sub>	712.3568	Q <sub>v</sub>	770.5028
Q <sub>s</sub>	10963.8770	Q <sub>13</sub>	189.6610
		Q-lv	10716.0700
<b>Tota</b>	11676.2338	<b>Tota</b>	11676.2338

## 8. Cooler

Fungsi : Mendinginkan produk biodiesel yang keluar dari reboiler.



Gambar 16 : Neraca Panas Cooler

Kondisi operasi :

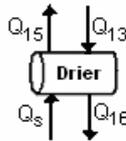
- Temperatur = 30 °C
- Tekanan = 1 atm

Tabel 10. Neraca Panas Pada Cooler

Panas masuk (kkal/batch)		Panas keluar (kkal/batch)	
Q <sub>11</sub>	312.6095	Q <sub>14</sub>	8.3117
		Q <sub>c</sub>	304.2977
<b>Total</b>	<b>312.6095</b>	<b>Total</b>	<b>312.6095</b>

## 9. Drier

Fungsi: Untuk mengurangi kandungan air pada produk



Gambar 17 : Neraca Panas Drier

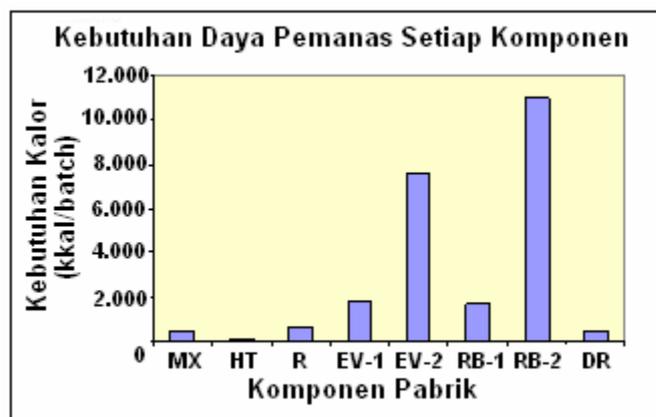
Kondisi operasi :

- Temperatur = 130 °C
- Tekanan = 1 atm

Tabel 11. Neraca Panas Pada Drier

Panas masuk (kkal/batch)		Panas keluar (kkal/batch)	
Q <sub>13</sub>	189.6610	Q <sub>15</sub>	48.5820
Q <sub>s</sub>	354.3040	Q <sub>16</sub>	243.7267
		Q-lv	251.6564
<b>Total</b>	<b>543.9650</b>	<b>Total</b>	<b>543.9650</b>

Perhitungan kebutuhan energi panas pada Pabrik Mini Biodiesel dianalisa berdasarkan neraca massa pada setiap komponen pabrik yang membutuhkan pemanas untuk mempertahankan temperatur operasi pada komponen tersebut. Dari neraca massa maka akan didapatkan neraca panas dengan cara memperhitungkan panas aliran masuk dan panas aliran yang keluar pada komponen pabrik tersebut. Panas aliran dapat dianalisa berdasarkan jumlah mol aliran, kapasitas panas setiap zat yang terkandung pada aliran, dan temperatur aliran. Panas dibutuhkan oleh komponen pabrik untuk menaikkan temperatur aliran masuk sehingga mencapai temperatur yang diinginkan.



Gambar 18 : Kebutuhan Daya Pemanas Komponen Pabrik Mini Biodiesel

Dari hasil perhitungan, maka kebutuhan energi panas Pabrik Mini Biodiesel dari seluruh komponen pabrik yang membutuhkan panas adalah sebesar 23727.3187 kWh/batch (1 batch = 3 jam) atau 9,20 kW. Dari grafik di atas terlihat bahwa komponen pabrik yang membutuhkan panas terbesar adalah reboiler yaitu sebesar 10.963,8770 kkal/batch atau 4.25 kW, hal ini disebabkan karena temperatur operasi pada reboiler sangat tinggi dan banyaknya jumlah metanol yang harus diuapkan. Sedangkan komponen pabrik yang memiliki kebutuhan panas yang paling kecil adalah heater dengan kebutuhan panas sebesar 91,9591

kkal/batch atau 0,0357 kW, hal ini disebabkan karena heater berfungsi sebagai pemanas CPO dan memiliki temperatur operasi yang relatif rendah dibandingkan komponen pabrik yang lainnya.

Hasil perhitungan ini dapat dijadikan sebagai referensi untuk memilih sumber energi panas pada Pabrik Mini Biodiesel. Pada umumnya, ada dua macam sumber energi panas yang dapat digunakan pada Pabrik Mini Biodiesel yaitu boiler dan pemanas listrik. Mengingat kebutuhan energi panas yang cukup rendah maka sumber energi panas yang cocok dipakai adalah pemanas listrik, dengan alasan sebagai berikut :

- a. Dengan memilih pemanas listrik, maka tidak diperlukan perancangan pipa-pipa untuk aliran steam, sehingga menghemat biaya pembangunan pabrik.
- b. Pemakaian pemanas listrik lebih praktis dibandingkan penggunaan panas dari boiler karena luasnya jaringan listrik yang telah dibangun.
- c. Apabila menggunakan listrik maka tidak ada ketergantungan terhadap kebutuhan bahan bakar, hal ini menyebabkan biaya produksi yang murah.

#### IV. 2. Kebutuhan Daya Mekanis

Perhitungan kebutuhan energi mekanik pada Pabrik Mini Biodiesel pada umumnya dibagi menjadi dua, yaitu kebutuhan daya motor untuk pengaduk pada mixer dan reaktor dan kebutuhan daya motor pada pompa sebagai alat angkut fluida. Kebutuhan daya motor pada pengaduk mixer dan reaktor dianalisa menurut dimensi dari pengaduk. Data-data yang sangat berpengaruh terhadap kebutuhan daya motor pada pengaduk antara lain diameter impeler, diameter reaktor, densitas fluida, dan tegangan muka fluida. Dari data-data tersebut dapat dicari kecepatan pengaduk dan daya yang dibutuhkan oleh pengaduk. Sedangkan untuk perhitungan kebutuhan daya motor pada pompa maka dibutuhkan data-data seperti laju aliran, ukuran pipa, kerugian-kerugian pada pipa yang menyebabkan head loss, dan head statis. Dari data-data tersebut maka dapat dicari head yang harus dibangkitkan oleh pompa, kerja yang harus dilakukan pompa, dan daya motor yang diperlukan untuk menggerakkan pompa.

Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 12. Kebutuhan Daya Mekanis

No	Nama Pompa	Kebutuhan Daya	
		Hp	kW
1	Pengaduk Mixer	0.0200	0.0149
2	Pengaduk Reaktor	0.0207	0.0154
3	P-01	0.0085	0.0063
4	P-02	0.0143	0.0106
5	P-03	0.0253	0.0189
6	P-04	0.0104	0.0077
7	P-05	0.0145	0.0108
8	P-06 (1)	0.0133	0.0099
9	P-06 (2)	0.0069	0.0051
10	P-07	0.0071	0.0053
11	P-08	0.0036	0.0027
Total		0.1038	0.0774

Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa kebutuhan total untuk energi mekanik yang dibutuhkan oleh Pabrik Mini Biodiesel adalah sebesar 0,1038 Hp atau sebesar 0,0774 kW. Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa kebutuhan daya motor terbesar terdapat pada P-03 yaitu 0,0253 Hp (18,9 watt), sedangkan kebutuhan daya motor terkecil terdapat pada P-08 yaitu sebesar 0,0036 Hp (2,7 watt), hal ini dirasakan kurang efisien mengingat kecilnya daya yang dibutuhkan oleh pompa tersebut. Penggunaan pompa akan lebih efisien apabila digunakan pada pabrik yang memiliki kapasitas yang lebih besar.

#### IV. 3. Kebutuhan Daya Total

Secara umum, didapatkan bahwa kebutuhan daya pada Pabrik Mini Biodiesel relatif rendah yaitu sebesar 9,28 kW. Hal ini sangat wajar mengingat kapasitas pabrik yang kecil, apabila kapasitas pabrik diperbesar maka kebutuhan energi juga akan semakin besar. Untuk mengatasi konsumsi energi yang berlebihan dan kerugian-kerugian yang tidak diperlukan, maka perlu dilakukan langkah-langkah untuk mencari cara yang dapat menghemat pemakaian energi pada Pabrik Mini Biodiesel, antara lain:

1. Menganalisa lebih dalam khususnya kerugian-kerugian yang terjadi pada setiap komponen pabrik yang mengkonsumsi energi panas yang agar dapat dilakukan optimasi termal.
2. Mempertimbangkan penggunaan pompa pada proses-proses tertentu, apakah layak atau tidak untuk menggunakan pompa sebagai alat angkut fluida. Hal ini disebabkan karena pemakaian pompa menjadi tidak efisien apabila kebutuhan dayanya sangat rendah.

## V. KESIMPULAN

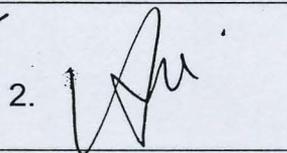
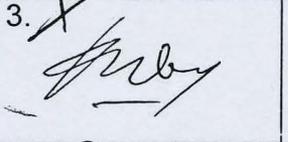
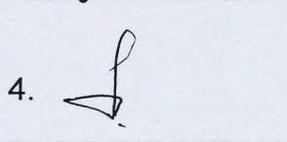
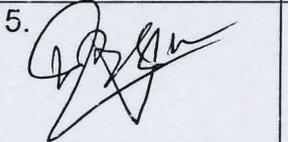
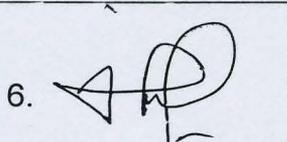
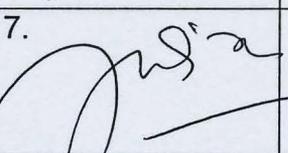
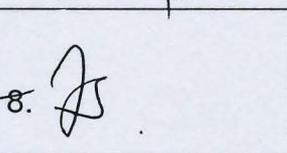
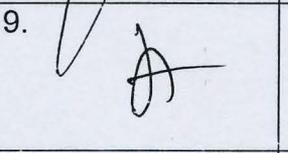
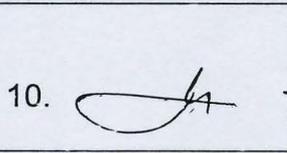
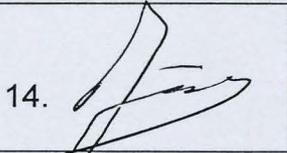
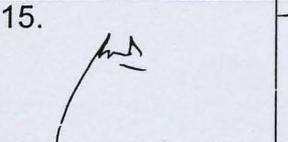
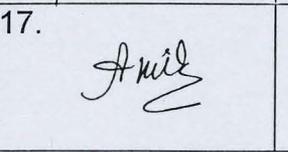
Berdasarkan data-data yang diperoleh dari hasil perhitungan, setelah diolah dan dianalisa maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pabrik Mini Biodiesel yang akan dibangun Riset Unggulan Strategi Nasional (RUSNAS) Pengembangan Energi Baru Terbarukan dalam Pengembangan Biodiesel UNSRI memiliki kapasitas sebesar 66.000 kg/tahun.
2. Kebutuhan daya untuk membangkitkan energi pada Pabrik Mini Biodiesel berkapasitas 66.000 kg/tahun adalah sebesar 9,28 kW dimana kebutuhan daya pemanas sebesar 9,20 kW dan kebutuhan daya mekanis sebesar 0,08 kW.
3. Penggunaan beberapa pompa sebagai alat angkut fluida pada Pabrik Mini Biodiesel kurang efisien karena kapasitas produksi yang kecil. Pompa akan lebih efisien apabila digunakan pada pabrik yang memiliki kapasitas yang besar.

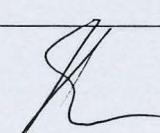
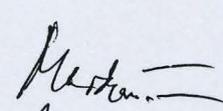
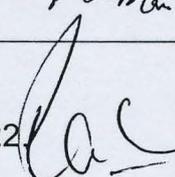
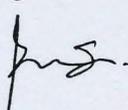
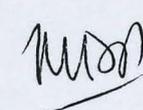
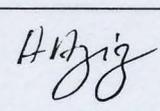
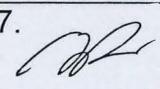
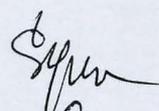
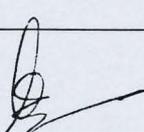
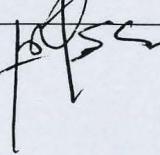
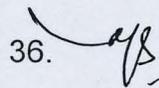
## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Prihandana, Rama, Roy Hendroko, Makmuri Munamin. 2006. "*Menghasilkan Biodiesel Murah Mengatasi Polusi & Kelangkaan BBM*"; Jakarta. Agromedia Pustaka
- [2]. Wallas, S.M, 1998. "*Chemical Process Equipment Selection and Design*"; Boston. Butterwoths Publishers
- [3]. Knothe, Gerhard, Jon Van Gerpen, Jürgen Krahl. 2005. "*The Biodiesel Handbook*"; USA. AOCS Press
- [4]. Treyball, R. E, 1987, "*Mass Transfer Operation* ", A Mcgraw Hill Classic Textbook Reissue Edition, The Mcgraw Hill Book Company,inc, USA.
- [5]. Coulson, J.M. et al, 1984. "*Chemical Engineering* ", vol. 6.1<sup>st</sup> Edition, Pergamon Press, New York.
- [6]. De Nevers, Noel, 1991, "*Fluid Mechanics for Chemical Engineering* ", McGraw Hill, inc., New York.
- [7]. Green, Don W, 1986, "*Perry's Chemical Engineers*, 6<sup>th</sup> Edition, Mcgraw Hill, inc, Singapore..
- [8]. Kern, D.Q, "*Process Heat Transfer* ", 1965, International Edition, Mcgraw Hill Book Co, Tokyo.
- [9]. McCabe, W.L. et al, 1986, "*Unit Operation of Chemical Engineering*", 4<sup>th</sup> Edition, Mcgraw Hill Book Company, Tokyo.
- [10]. Peters, M.S, and Timmerhaus, K.D, 1991, "*Plant Design and Economic for Chemical Engineers*", 4<sup>th</sup>, Mcgraw Hill International Book Co., New york.
- [11]. Reid, R.C, and Sherwood , T.K, 1987, "*The Properties of Gases and Liquid*", 4<sup>th</sup> Edition, Mcgraw Hill, inc, USA.
- [12]. Smith, J.M. and Van Ness, H.C., 1996, "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*", 5<sup>th</sup> Edition, The Mcgraw Hill,inc, Singapore.

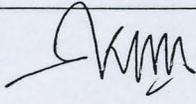
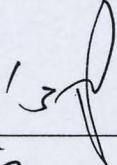
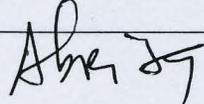
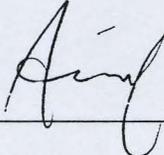
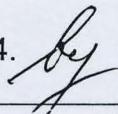
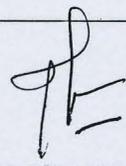
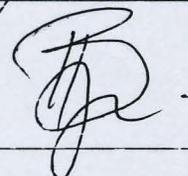
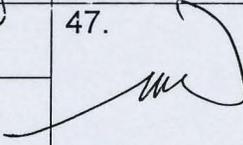
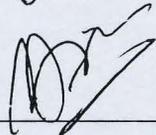
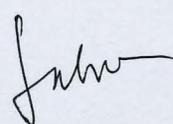
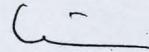
**DAFTAR HADIR**  
**TEMU ILMIAH NASIONAL DOSEN TEKNIK 2007**  
**HARI/TGL : RABU, 29 AGUSTUS 2007**

No.	Nama	Tanda Tangan	
1.	Dr. Mantian Ronald, MT	1. 	2. 
2.	M. Ardi Cahyo, ST, MT		
3.	Subambang K	3. 	4. 
4.	Leusmono		
5.	Tomy Sulaiman	5. 	6. 
6.	Buchari, ST, M. Kes		
7.	In. Juliza Hidayati, MT	7. 	8. 
8.	In. Jane Sekarsari		
9.	Suswoyo	9. 	10. 
10.	Firmyl		
11.	Nani S.	11. 	12. 
12.	Reza Sunggiardi		
13.	Wiryanto Dewobroto	13.	14. 
14.	TJANDRA SUSIA		
15.	SUBIRBO E. I.	15. 	16. 
16.	SOEDARTO		
17.	ANIEK P	17. 	18.
18.	ABRIANTO M.		

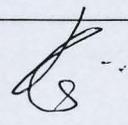
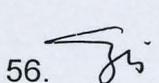
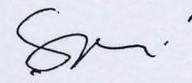
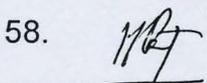
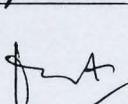
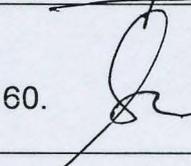
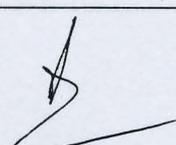
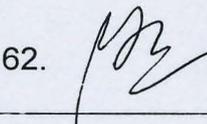
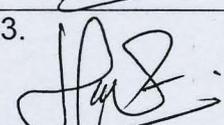
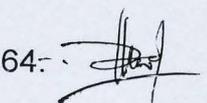
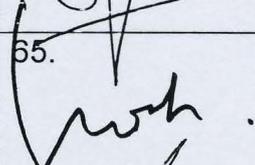
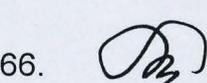
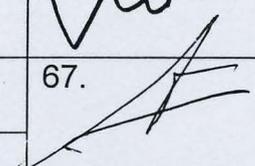
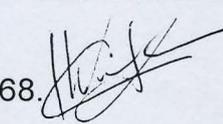
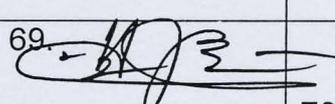
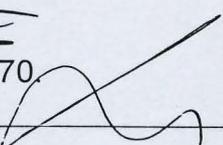
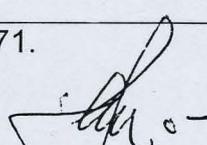
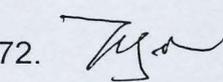
DAFTAR HADIR  
 TEMU ILMIAH NASIONAL DOSEN TEKNIK 2007  
 HARI/TGL : RABU, 29 AGUSTUS 2007

No.	Nama	Tanda Tangan	
✓ 19.	Dalu S. Nijm	19.	
✓ 20.	MARJONO NOTODIHARJO		20. 
✓ 21.	Wahid A Pransy	21.	
22.	ROSEKAZ		22. 
✓ 23.	Endah S	23.	
24.	MARINCAN PARDEDE		24. 
25.	ASRUL A.	25.	
26.	Harbo T.		26. 
27.	Git Ayu	27.	
28.	JONI		28. 
✓ 29.	Suradi	29.	
✓ 30.	Uo S. terianth		30. 
31.	Sahala ML	31.	
32.	Sardis Ymon		32. 
33.	Johannes. Gusanto	33.	
34.	Sofyan Maulid		34. 
35.	Aminuddin	35.	
36.	Dias Agus		36. 

**DAFTAR HADIR**  
**TEMU ILMIAH NASIONAL DOSEN TEKNIK 2007**  
**HARI/TGL : RABU, 29 AGUSTUS 2007**

No.	Nama	Tanda Tangan	
37.	I Wy. Sukawati	37. 	38. 
38.	Lanto widoh		
39.	Abrar Riba	39. 	40. 
40.	Lithrone Laricha		
41.	Delvis Agusman	41. 	42. 
42.	Ahmad		
43.	Gurawan <sup>TELE</sup> Tjalyadi	43. 	44. 
44.	Bambang E. Yuhus		
45.	MITEKE CH	45. 	46. 
46.	BAMBANG PRABU		
47.	INDRA DHARMAWAN	47. 	48. 
48.	Didi widya. u		
49.	To Santoro	49. 	50.
50.			
51.	Amirius Anis as	51. 	52. 
52.	Joni Fat		
53.	PRAWIRA	53. 	54. 
54.	FANNY		

**DAFTAR HADIR**  
**TEMU ILMIAH NASIONAL DOSEN TEKNIK 2007**  
**HARI/TGL : RABU, 29 AGUSTUS 2007**

No.	Nama	Tanda Tangan	
55.	Ramos. P. Pasaribu ST-1071	55.	
56.	Juta Sumarsi		56. 
57.	Retno Sucanti	57.	
58.	IR. ESTI. KURNIASIH / USAKTI		58. 
59.	Ir. Oktaviani H-P. Msi	59.	
60.	Sumoro		60. 
61.	A. Nigit W	61.	
62.	JERRY WISNO		62. 
63.	Hadian S. Utama	63.	
64.	Lidi Surian		64. 
65.	Indeh S.	65.	
66.	Sahran		66. 
67.	Anis	67.	
68.	Wilson Kusriah		68. 
69.	Azean Basri	69.	
70.	Khomeni		70. 
71.	Z. IRWAN N	71.	
72.	TRISNO MOHANO		72. 



**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS TARUMANAGARA**  
**JL. LET. JEND. S. PARMAN NO. 1 JAKARTA 11440**  
**Telepon 021-5672548, 5638335, 5663124 Fax. : 5663277**  
**E-mail : [ftuntar@tarumanagara.ac.id](mailto:ftuntar@tarumanagara.ac.id), [ftuntar@cbn.net.id](mailto:ftuntar@cbn.net.id)**  
**Website : [www.tarumanagara.ac.id](http://www.tarumanagara.ac.id)**