

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>INTISARI.....</b>	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan .....	3
1.5. Manfaat .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b>	<b>4</b>
2.1. Tinjauan Pustaka .....	4
2.2. Landasan Teori.....	5
2.2.1. Pemanfaatan Energi Pada Pabrik Gula.....	5

2.2.2. Stasiun Masakan (Boiling Station) .....	14
2.2.3. <i>Vaccum Pan</i> .....	19
2.2.3.1. Panci kumparan ( <i>Coil pans</i> ) .....	21
2.2.3.2. Panci Kalandria ( <i>Calandria pans</i> ) .....	23
2.3. Alat Penukar Kalor .....	31
2.3.1. Klasifikasi Alat Penukar Kalor .....	31
2.3.2. Alat Penukar Kalor Tipe Shell and Tube .....	33
2.3.3. Komponen – komponen Alat Penukar Kalor.....	35
2.4. Perpindahan Panas.....	35
2.5. Cara-cara (modus) dalam perancangan alat penukar kalor.....	39
2.6. Metode analisa pada alat penukar kalor.....	40
2.6.1. Metode LTMD (Log Mean Temperature Differents) .....	40
2.6.2. Metode NTU .....	43
2.6.3. Keefektifan alat penukar kalor aliran sejajar .....	45
<b>BAB III METODE PERANCANGAN.....</b>	<b>50</b>
3.1. Metode Perancangan.....	50
3.2. Diagram Alir Perancangan.....	50
3.3. Perancangan Dasar .....	52
3.4. Rencana Perhitungan / Desain Termal .....	53
<b>BAB IV PEMBAHASAN DAN PERHITUNGAN.....</b>	<b>54</b>
4.1. PEMBAHASAN .....	54
4.1.1. Cara Kerja.....	55
4.1.2. Analisa HE Pada Pan Masak di Madukismo .....	56
4.2. PERHITUNGAN.....	57
4.2.1. $LMTD_{CF}$ .....	57

4.2.1.1. Perhitungan LMTD Pada Pan Masak Calandria .....	58
4.2.1.2. Perhitungan Faktor Koreksi (F) LMTD .....	58
4.2.2. Luas Penampang (A).....	59
4.2.3. Perhitungan Perpindahan Panas .....	60
4.2.3. Perhitungan Koefisien Perpindahan Panas (U) .....	62
4.2.4. Laju Perpindahan Kalor (Q) .....	63
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>64</b>
5.1. KESIMPULAN .....	64
5.2. SARAN.....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Tipikal alur pemanfaatan energi di pabrik gula .....	5
<b>Gambar 2.2</b> Alur Proses Produksi pada Pabrik Gula Perkebunan .....	6
<b>Gambar 2.3</b> Alur Proses Produksi pada Pabrik Gula Rafinasi.....	6
<b>Gambar 2.4</b> Penggunaan Energi di Pabrik Gula .....	7
<b>Gambar 2.5</b> <i>Multiple-Effect Evaporator</i> Bagian Process House .....	8
<b>Gambar 2.6</b> <i>Vacuum Pan</i> .....	9
<b>Gambar 2.7</b> Skema <i>Liquid Ring Vacuum Pump</i> .....	10
<b>Gambar 2.8</b> <i>Surface Condenser</i> .....	11
<b>Gambar 2.9</b> Pemasangan <i>Barometric Condenser</i> Standar.....	12
<b>Gambar 2.10</b> Multi Jet Barometric Condenser .....	13
<b>Gambar 2.11</b> Pemasangan <i>Multi Jet Barometric Condenser</i> .....	13
<b>Gambar 2.12</b> Aliran Nira Di Stasiun Masakan & Putaran .....	15
<b>Gambar 2.13</b> Badan Masakan .....	18
<b>Gambar 2.14</b> <i>Coil vaccum pan</i> .....	20
<b>Gambar 2.15</b> Calandria pan for low-grade type.....	20
<b>Gambar 2.16</b> Fives cail- babcock pan, type C.T. ....	24
<b>Gambar 2.17</b> Fixed-calandria pan with inclined tube-plates .....	25
<b>Gambar 2.18</b> Floating-calandria pan (Fives-Hugot) .....	26
<b>Gambar 2.19</b> (a) Circulation of massecuite in a fixed-calandria pan, .....	28

<b>Gambar 2.20</b> Circulation of massecuite in pan with enlarged body .....	28
<b>Gambar 2.21</b> Pan with lenticular calandria (B.M.A) .....	29
<b>Gambar 2.22</b> Horizontal pan (Five coil-babcock).....	30
<b>Gambar 2.23</b> Horizontal pan. Transverse section .....	31
<b>Gambar 2.24</b> Standar TEMA berdasarkan tipe bagian alat penukar Kalor .....	33
<b>Gambar 2.25</b> Alat penukar Kalor tipe shell and tube .....	34
<b>Gambar 2.26</b> Komponen alat penukar kalor tipe shell and tube .....	35
<b>Gambar 2.27</b> Prinsip perpindahan panas radiasi .....	36
<b>Gambar 2.28</b> Prinsip perpindahan panas konveksi .....	37
<b>Gambar 2.29</b> Klasifikasi konveksi : a) konveksi paksa, b) konveksi bebas .....	38
<b>Gambar 2.30</b> Prinsip perpindahan panas konduksi .....	39
<b>Gambar 2.31</b> $LMTD_{PF}$ ( <i>Parallel Flow</i> ) .....	40
<b>Gambar 2.32</b> $LMTD_{CF}$ ( <i>counter flow</i> ) .....	41
<b>Gambar 2.33</b> Faktor koreksi penukar kalor satu laluan.....	42
<b>Gambar 2.34</b> Faktor koreksi penukar kalor satu laluan, aliran melintang,.....	43
<b>Gambar 2.35</b> Grafik efektifitas untuk aliran sejajar .....	49
<b>Gambar 2.36</b> Grafik efektifitas untuk aliran berlawanan .....	49
<b>Gambar 3.1</b> Diagram alir perancangan.....	51
<b>Gambar 3.1</b> Diagram alir perancangan lanjut .....	52
<b>Gambar 4.1</b> Calandria vakum <i>pan</i> di PG. Madukismo .....	55
<b>Gambar 4.2</b> Distribusi suhu .....	57

<b>Gambar 4.3</b> Pipa pemanas .....	59
<b>Gambar 4.4</b> Aliran panas dinyatakan dengan analogi listrik rangkaian seri. ....	62

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Hubungan efektifitas dengan NTU dan C.....	48
-------------------------------------------------------------	----

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Q	= Laju perpindahan panas (W)
U	= Koefisien perpindahan panas keseluruhan ( $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ )
A	= Luas permukaan ( $\text{m}^2$ )
F	= Faktor koreksi LMTD
LMTD	= Beda temperatur <i>logarithmic</i> ( $^{\circ}\text{C}$ )
LMTD <sub>PF</sub>	= Beda temperatur <i>logarithmic parallel flow</i> ( $^{\circ}\text{C}$ )
LMTD <sub>CF</sub>	= Beda temperatur <i>logarithmic counter flow</i> ( $^{\circ}\text{C}$ )
LMTD <sub>CF</sub>	= Beda temperatur <i>logarithmic cross flow</i> ( $^{\circ}\text{C}$ )
D <sub>o</sub>	= Diameter luar (m)
D <sub>i</sub>	= Diameter dalam (m)
m	= Massa persatuan waktu (kg/s)
C <sub>pmin</sub>	= Panas jenis minimum ( $\text{J}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ )
T <sub>hi</sub>	= Suhu panas masuk ( $^{\circ}\text{C}$ )
T <sub>ci</sub>	= Suhu dingin masuk ( $^{\circ}\text{C}$ )
$\varepsilon$	= Efektifitas
C <sub>h</sub>	= Kapasitas panas pada fluida panas ( $\text{J}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ )
C <sub>min</sub>	= Kapasitas panas minimum ( $\text{J}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ )
C <sub>max</sub>	= Kapasitas panas maksimum ( $\text{J}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ )
k	= Konduktivitas thermal bahan ( $\text{W}/\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ )



$\Delta T/\Delta x$	= Gradient suhu pada penampang, atau laju perubahan suhu (T) terhadap jarak dalam arah aliran panas (x)
$Q_{cv}$	= Laju perpindahan panas konveksi (W)
$h$	= Koefisien perpindahan panas konveksi ( $W/m^2.K$ )
$\Delta T$	= Perubahan atau perbedaan suhu (K)
$Q_r$	= Laju perpindahan panas radiasi (W)
$\varepsilon$	= Emisivitas
$\sigma$	= Konstanta Stefan Boltzman ( $5,67 \times 10^{-8} W/m^2.K^4$ )

## DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran 1.** *Floating calandria vacuum pan*

**Lampiran 2.** Sirkulasi yang ideal dalam *pan* vakum

**Lampiran 3.** Pola sirkulasi yang diusulkan

**Lampiran 4.** Tube di dalam pan

**Lampiran 5.** Pendekatan tersegmentasi pemodelan untuk pan vakum

**Lampiran 6.** Bagian dalam dari *pan* vakum batch

**Lampiran 7.** Tampilan tata-letak cincin dilapiskan ke *tube* dan Tampilan tata  
letak *tube* untuk panci vakum

**Lampiran 8.** Penampang melintang melalui *pan* vakum

**Lampiran 9.** Gambar teknik *pan* vakum