



**PENERAPAN TEKNOLOGI PEMASAK NIRA TEBU
TIPE *STRAIGHT SIDES FIXED FLAT PLATE
CALANDRIA PAN WITH W SHAPE BOTTOM*
PADA PEMASAKAN TAHAP PERTAMA
DI PABRIK GULA TERSANA BARU**



TUGAS AKHIR
Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan
Diploma Empat Program Studi Teknik Konservasi Energi
Di Jurusan Teknik Konversi Energi



**Oleh:
AGNI NURFALAH
141734002**



**POLITEKNIK NEGERI BANDUNG
2019**



LEMBAR PENGESAHAN
**PENERAPAN TEKNOLOGI PEMASAK NIRA TEBU
TIPE STRAIGHT SIDES FIXED FLAT PLATE CALANDRIA
PAN WITH W SHAPE BOTTOM
DI PABRIK GULA TERSANA BARU**




Oleh
Agni Nurfalih
NIM. 141734002

Menyetujui:
Bandung, 1 Agustus 2019


Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Conny K. Wachjoe, M.Eng., Ph.D.
NIP 195605271989031001


Sugianto, S.T., M.Eng
NIP 197108272007011002

Ketua Jurusan Teknik Konversi Energi


Dr. Drs. Hartono Budi Santoso, M.T.
NIP 196611071995121002

**PENERAPAN TEKNOLOGI PEMASAK NIRA, TEBU
TIPE STRAIGHT SIDES FIXED FLAT PLATE CALANDRIA
PAN WITH W SHAPE BOTTOM
DI PABRIK GULA TERSANA BARU**

Oleh:
AGNI NURFALAH
NIM: 141734002

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 6 Agustus 2019
sesuai dengan ketentuan.

Tim Penguji:

Ketua : Ir. Teguh Sasono, M.T.
NIP. 196406071995121001

Anggota 1 : Dr. Ignatius Riyadi Mardiyanto, M.T.
NIP. 196701121995121001

Anggota 2 : Ir. Conny K. Wachjoe, M.Eng., Ph.D.
NIP. 195605271989031001

Anggota 3 : Sugianto, S.T., M.Eng
NIP. 197108272007011002



LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS



"Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir ini adalah murni hasil pekerjaan saya sendiri. Tidak ada pekerjaan orang lain yang saya gunakan tanpa menyebutkan sumbernya.

Materi dalam laporan Tugas Akhir ini tidak/ belum pernah disajikan/ digunakan sebagai bahan untuk makalah/ Tugas Akhir lain kecuali saya menyatakan dengan jelas bahwa saya menggunakannya.

Saya memahami bahwa laporan Tugas Akhir yang saya kumpulkan ini dapat diperbanyak dan atau dikomunikasikan untuk tujuan mendeteksi adanya plagiatisme.

Judul Tugas Akhir:

Penerapan Teknologi Pemasak Nira Tebu Tipe *Straight Sides Fixed Flat Plate Calandria Pan with W Shape Bottom* di Pabrik Gula Tersana Baru

Bandung, 8 September 2018

Yang menyatakan,

Agni Nurfalah
NIM 141734002



Mengetahui,



Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Conny K. Wachjoe, M.Eng., Ph.D.
NIP 195605271989031001

Sugianto, S.T., M.Eng
NIP 197108272007011002





**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Politeknik Negeri Bandung saya yang bertanda tangan di bawah ini:



Nama : Agni Nurfalah

NIM : 141734002

Program Studi : D4 – Teknik Konservasi Energi



Jurusan : Teknik Konversi Energi

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right)** atas karya ilmiah Saya yang berjudul:



PENERAPAN TEKNOLOGI PEMASAK NIRA TEBU TIPE *STRAIGHT SIDES FIXED FLAT PLATE CALANDRIA PAN WITH W SHAPE BOTTOM* DI PABRIK GULA TERSANA BARU



beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Politeknik Negeri Bandung berhak menyimpan, mengalih media/ formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir Saya selama tetap mencantumkan nama lengkap Saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini Saya buat dengan sebenar – benarnya.



Dibuat di : Bandung

Pada tanggal : Agustus 2019

Yang menyatakan,



Agni Nurfalah



UCAPAN TERIMAKASIH

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah segala puji bagi Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah melimpahkan *rahmat, hidayah,* serta *inayah* Nya sehingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini.

Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada *Rasul* serta *Nabiullah* Muhammad *Shollallahu 'Alaihi Wassallam* kepada keluarganya, sahabatnya, dan *InsyaAllah* sampai kepada kita selaku *ummat* nya.

Susah senang telah dilalui penulis dalam menyusun tugas akhir ini. Dalam setiap detik yang dilalui saat menyusun tugas akhir ini berbagai pihak telah membantu memberikan dukungan baik dari segi moral ataupun material.

Dilembar ucapan terimakasih ini penulis ucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungannya,

1. Kedua orang tua Bapak Madrais dan Ibu Komariyati yang dengan tulus memberikan dukungan baik materi, ilmu, dan do'a
2. Kakak perempuan kandung Elisa Hikmadewi yang selalu memberikan *support* terbaiknya
3. Dosen pembimbing Bapak Ir. Conny K. Wachjoe, M.Eng., Ph.D. dan Bapak Sugianto, S.T.,M.Eng yang dalam menyusun tugas akhir yang telah mengajarkan banyak ilmu
4. Rekan-rekan sejawat, Silmi Muharam yang rela ditempati kostan hanya untuk menumpang WiFi gratis, Putri Vicky Hapsari yang telah membantu menyusun jurnal ilmiah tugas akhir dan teman – teman seperjuangan lainnya (teman kelas Konservasi Energi angkatan pertama)
5. Dosen – dosen pengajar di Teknik Energi yang bersedia meluangkan waktu berdiskusi
6. Civitas akademik Jurusan Teknik Konversi Energi
7. Dan masih banyak lagi yang belum tersebutkan.




Semoga apa yang telah diberikan kepada penulis dari pihak – pihak tersebut dapat dibalas oleh Allah *Subhanahu wa ta'ala* dengan balasan yang setimpal, aamiin.






ABSTRAKSI



Proses kristalisasi umum digunakan di dunia industri. Pada industri gula kristalisasi digunakan untuk mengekstrak kristal sukrosa yang terlarut dalam larutan nira. Proses kristalisasi terjadi pada stasiun pemasakan. Proses kristalisasi membutuhkan design pemasak (pan) dan operasi yang benar. Pada pemasak, banyak parameter yang mempengaruhi kualitas kristal yang diproduksi seperti bentuk pemasak, dimensi pipa pemanas, dan lebar *downtake*. Pabrik Gula Tersana Baru menggunakan pemasak tipe *Connical Enlargement Fixed Flat Plate Calandria Pan with Connical Bottom*. Pemasak tipe *connical enlargement* memberikan dampak buruk terhadap sirkulasi bahan masak dalam pemasak sehingga distribusi temperatur tidak merata. Penggunaan pemasak tipe *Straight Sides Fixed Flat Calandria Pan with W Shape Bottom* mulai banyak digunakan sejak memberikan dampak positif terhadap sirkulasi bahan masak. *Computational Fluid Dynamic* digunakan untuk melakukan analisis terhadap sirkulasi bahan masak dalam pemasak. Penambahan *sub cooling systems* pada sisi *shell* memberikan dampak positif terhadap lebih banyak energi uap pemanas yang diserap. Adanya *sub cooling systems* dapat menghemat penggunaan energi uap pemanas sebesar 1.115,87 MJ per *batch* akibat penghematan penggunaan uap pemanas. Jika, diekuivalenkan dengan penghematan penggunaan *steam boiler* maka dapat menghemat Rp 137.200,00 per *batch*.



Kata kunci: kristalisasi, sirkulasi, *sub cooling systems*





ABSTRACT



The crystallization process is commonly used in the industrial world. In the sugar industry, crystallization is used to extract sucrose crystals that are dissolved in the cane juice. The crystallization process occurs at the cooking station. The crystallization process requires the design of the cooking pan and the correct operation. In the cooker, many parameters affect the quality of the crystals produced such as the shape of the cooking pan, the dimension of the heating pipe, and the width of the downtake. The Tersana Baru Sugar Industry uses a Connical Enlargement Fixed Flat Plate Calandria Pan with Connical Bottom cooking pan. The connical enlargement type cooks adversely affect the circulation of cooking ingredients in cooking pan so that the temperature distribution is uneven. The use of Straoght Sides Fixed Flat Plate Calandria Pan with W Shape Bottom is widely used since it has positive effect on the circulation of cooking ingredients. Computational Fluids Dynamic is used to analyze the circulation of cooking ingredients in a cooking pan. The addition of sub cooling systems to the shell side has a positive impact on the more heating steam energy absorbed. The existence of sub cooling systems can save the use of heating steam energy by 1.115,87 MJ per batch due to savings in the use of heating steam. If, it is equivalent to saving steam boiler, it can save Rp 137.200,00 per batch.

Keyword : crystallization, circulation, sub cooling systems





KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah segala puji bagi Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah melimpahkan *rahmat, hidayah*, serta *inayah* nya sehingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini dengan judul **Penerapan Teknologi Pemasak Nira Tebu Tipe *Straigh Sides Fixed Flat Plate Calandria Pan with W Shape Bottom* pada Pemasakan Tahap Pertama di Pabrik Gula Tersana Baru.**

Industri gula merupakan salah satu industri penting di Indonesia, menjamin kebutuhan gula nasional. Efisiensi disegala sektor industri gula dibutuhkan untuk dapat menghasilkan produk optimal dengan konsumsi energi yang efisien, mengingat kebutuhan gula yang terus meningkat.

Dalam mengolah nira tebu menjadi kristal gula dibutuhkan tahapan-tahapan seperti penggilingan, pemurnian, penguapan, pemasakan, dan pemutaran. Proses masak merupakan proses hampir final dimana gula terlarut dalam nira akan dikristalkan, dilakukan dalam pemasak berbentuk evaporator *single effect* dengan pemanas *shell and tube*. Proses masak menggunakan energi uap sebagai *supporting process*. Merujuk pada Peraturan Presiden No. 70 Tahun 2009 bahwa setiap unit usaha wajib melaksanakan konservasi energi pada setiap tahapan usaha untuk penghematan energi maka, pada tugas akhir ini memuat hal – hal terkait identifikasi penggunaan energi di Pabrik Gula (PG) Tersana Baru secara umum dan khususnya pada proses masak (teknologi masak) serta, melakukan penerapan teknologi terbaru pada proses masak, dan dampaknya setelah dilakukan penerapan teknologi terbaru.

Dengan segala kesadaran akan banyak kekurangan dalam penyampaian dan penulisan tugas akhir ini, penulis berharap apa yang disampaikan dapat dimengerti dengan baik dan memiliki kebermanfaatan. Oleh karena itu, besar harapan jika ada kelalaian dan kesalahan dalam pemahan penulis terkait pengetahuan yang disampaikan untuk memberikan kritikan dan masukan.

Wa'alaikumussalam Warahmatullahi Wabarakatuh



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
MOTTO HIDUP	vi
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vii
ABSTRAKSI.....	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-4
1.3 Tujuan.....	I-5
1.4 Batasan Masalah.....	I-5
1.5 Sistematika Pelaporan	I-5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Gula	II-1
2.2 Proses Produksi Kristal Gula Putih	II-3
2.1.1 Penggilingan.....	II-4
2.1.2 Pemurnian	II-4
2.1.3 Penguapan	II-4
2.1.4 Pemasakan.....	II-5
2.1.5 Putaran.....	II-5
2.3 Proses Masak Nira Tebu.....	II-5
2.4 Properties Nira Tebu	II-12
2.4.1 Massa Jenis	II-13
2.4.2 Viskositas Dinamik	II-14
2.4.3 Kapasitas Panas.....	II-15

2.4.4	<i>Boiling Point Elevation</i>	II-15
2.5	Perpindahan Panas.....	II-16
2.6	Alat Penukar Panas.....	II-18
2.6.1	Rekuperator	II-19
2.6.2	<i>Direct dan Indirect Heat Exchanger</i>	II-20
2.6.3	<i>Tubular Heat Exchanger</i>	II-22
2.6.4	<i>Plate Heat Exchanger</i>	II-24
2.6.5	<i>Single and Two Phase Heat Exchanger</i>	II-26
2.6.6	Arah Aliran <i>Heat Exchanger</i>	II-27
2.6.7	Evaluasi Kinerja Alat Penukar Panas.....	II-28
2.7	Pemasak Nira Tebu	II-30
2.7.1	Jenis–jenis Pemasak Nira Tebu.....	II-31
2.7.2	Bagian – bagian Pemasak Nira Tebu	II-34
2.8	Perancangan Pemasak Nira Tebu dengan <i>Sub Cooling System</i>	II-38
2.8.1	Perhitungan Luas Permukaan Pindah Panas	II-39
2.8.2	Perhitungan Jumlah Pipa Pemanas.....	II-42
2.8.3	Perhitungan Panjang Pipa Pemanas untuk Pindah Panas.....	II-42
2.8.4	Perhitungan Diameter Downtake dan Calandria.....	II-42
2.8.5	Perhitungan Koefisien Pindah Panas <i>Total Required</i>	II-43
2.8.6	Perhitungan Tebal Calandria <i>Plate</i> dan Tebal <i>Shell</i>	II-54
2.8.7	Perhitungan Tinggi Calandria	II-55
2.8.8	Perhitungan Tinggi Bahan Masak diatas Calandria.....	II-56
2.8.9	Perhitungan Tinggi Pemasak.....	II-57
2.8.10	Perhitungan Volume Pemasak	II-57
2.8.11	Perhitungan Diameter <i>Massecuite Discharge</i>	II-59
2.8.12	Perhitungan Tebal Isolasi.....	II-59
2.9	Sirkulasi dalam Pan Masak	II-62
2.10	Ekonomi Teknik	II-63
2.10.1	<i>Net Present Value</i>	II-63
2.10.2	<i>Internal Rate of Return</i>	II-65
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN.....		III-1
3.1	Metode Perancangan Pemasak Nira Tebu	III-1
3.2	Proses Pemasakan PG Tersana Baru	III-6
3.3	Pemasak Nira Tebu PG Tersana Baru	III-8
3.4	Perancangan Pemasak Baru.....	III-10

3.4.1	<i>Straight Sides Fixed Flat Plate Calandria Pan with W Shape Bottom</i> III-10	III-10
3.4.2	Data Awal Perancangan	III-11
3.4.3	Perhitungan Perancangan	III-12
3.4.4	Hasil Rancangan.....	III-17
3.4.5	Kinerja Pemasak Rancangan.....	III-17
BAB IV KAJIAN KINERJA PEMASAK NIRA TEBU.....		IV-1
4.1	Analisis Kinerja Pemasak <i>Connical Enlargement</i>	IV-1
4.2	Analisis Kinerja Pemasak <i>Straight Sides</i>	IV-6
4.3	Analisis Pengaturan Tekanan Masak.....	IV-14
4.4	Analisis Pengaturan Buka-an Katup Uap Pemanas	IV-17
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		V-1
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Rekomendasi	V-1
DAFTAR PUSTAKA		xxvi

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Jenis-jenis proses pemurnian.....	II-4
Tabel II.2 Tetapan supersaturasi	II-6
Tabel II.3 Tingkatan masak berdasarkan harkat kemurnian nira.....	II-7
Tabel II.4 Sukrosa terkristal per tingkat pemasakan.....	II-10
Tabel II.5 Komposisi nira tebu.....	II-12
Tabel II.6 Viskositas dinamik nira (kg/m.s)	II-14
Tabel II.7 Konduktivitas panas <i>stainless steel</i>	II-37
Tabel II.8 Koefisien pindah panas total proses masak nira.....	II-40
Tabel II.9 Nilai C_{SF} dan n	II-45
Tabel II.10 <i>Evaporation rate</i>	II-48
Tabel II.11 Persamaan konveksi paksa fluida melalui kumpulan tabung.....	II-49
Tabel II.12 Modulus Young material besi dan non besi	II-55
Tabel II.13 Material isolasi	II-59
Tabel II.14 Tingkat suku bunga pinjaman	II-65
Tabel III.1 Spesifikasi pemasak PG Tersana Baru.....	III-8
Tabel III.2 Perbandingan IKE pabrik gula.....	III-10
Tabel III.3 Data awal perancangan.....	III-12
Tabel III.4 Geometri pemasak rancangan	III-17
Tabel IV.1 <i>Detail performance of existing pan</i>	IV-1
Tabel IV.2 Parameter simulasi CFD	IV-4
Tabel IV.3 Perbandingan kinerja pemasak eksisting & rancangan.....	IV-7
Tabel IV.4 Parameter simulasi CFD	IV-8
Tabel IV.5 Percobaan CFD beberapa jenis pan masak	IV-10
Tabel IV.6 Rancangan anggaran biaya pembuatan pemasak.....	IV-12
Tabel IV.7 Dampak pengaturan tekanan masak terhadap kinerja pemasak.....	IV-16
Tabel IV.8 Perbandingan kinerja pemasak setelah pengaturan tekanan vakum ..	IV-17
Tabel IV.9 Dampak besar bukaan katup terhadap kinerja pemasak.....	IV-18
Tabel IV.10 Perbandingan kinerja pemasak setelah pengaturan bukaan katup uap pemanas.....	IV-19

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Produksi vs impor gula nasional	I-1
Gambar I.2 Perbandingan IKE antar pabrik gula	I-3
Gambar I.3 Pemasak eksisting	I-4
Gambar II.1 Pembentukan sukrosa	II-1
Gambar II.2 <i>Raw sugar</i>	II-2
Gambar II.3 <i>Refined sugar</i>	II-2
Gambar II.4 <i>White sugar</i>	II-2
Gambar II.5 Proses pengolahan tebu menjadi gula kristal	II-3
Gambar II.6 Cara mengetahui tetapan supersaturasi	II-7
Gambar II.7 Pemasakan dua tingkat	II-8
Gambar II.8 Pemasakan tiga tingkat	II-10
Gambar II.9 Pemasakan <i>double magma</i>	II-11
Gambar II.10 Dekomposisi sukrosa	II-11
Gambar II.11 Dampak temperatur dan pH terhadap dekomposisi sukrosa	II-12
Gambar II.12 Diagram temperatur – volume	II-17
Gambar II.13 Rekuperator	II-19
Gambar II.14 Jenis - jenis rekuperator	II-20
Gambar II.15 <i>Direct contact heat exchanger</i>	II-20
Gambar II.16 Jenis - jenis kondenser <i>direct contact</i>	II-21
Gambar II.17 <i>Indirect contact heat exchanger</i>	II-22
Gambar II.18 <i>Double pipe tubular heat exchanger</i>	II-22
Gambar II.19 <i>Double pipe tubular heat exchanger</i> (tampak depan)	II-23
Gambar II.20 <i>Shell and tube tubular heat exchanger</i>	II-23
Gambar II.21 <i>Spiral tubular heat exchanger</i>	II-24
Gambar II.22 Ilustrasi kerja <i>spiral tubular heat exchanger</i>	II-24
Gambar II.23 <i>Plate heat exchanger</i>	II-25
Gambar II.24 Ilustrasi kerja <i>plate heat exchanger</i>	II-25
Gambar II.25 <i>Single phase heat exchanger</i>	II-26
Gambar II.26 <i>Parallel flow heat exchanger</i>	II-27
Gambar II.27 <i>Counter flow heat exchanger</i>	II-27
Gambar II.28 <i>Cross flow</i>	II-28
Gambar II.29 Howard's vaccum pan	II-30
Gambar II.30 Van Vlissingen vaccum pan	II-31
Gambar II.31 Modern coil vaccum pan	II-32
Gambar II.32 Calandria	II-33
Gambar II.33 Flat plate fixed calandria Pan	II-33
Gambar II.34 Annular downtake (tampak atas)	II-34
Gambar II.35 Central downtake (tampak atas)	II-34
Gambar II.36 <i>Inclined calandria</i>	II-35
Gambar II.37 <i>Floating calandria</i>	II-35

Gambar II.38 Horizontal fixed flat calandria.....	II-36
Gambar II.39 Calandria plate.....	II-36
Gambar II.40 Conical bottom	II-37
Gambar II.41 W shape bottom	II-37
Gambar II.42 Saucer bottom	II-38
Gambar II.43 Disengagement height	II-38
Gambar II.44 Skematik aliran sirkulasi dalam pan masak.....	II-62
Gambar II.45 Annual worth	II-64
Gambar II.46 Future worth.....	II-64
Gambar III.1 Flowchart perancangan pemasak.....	III-3
Gambar III.2 Pemasakan tiga tingkat double magma PG Tersana Baru.....	III-6
Gambar III.3 Neraca massa pemasak.....	III-9
Gambar III.4 Neraca massa pemasak olah.....	III-9
Gambar III.5 Straight sides fixed flat plate calandria pan with w shape bottom	III-11
Gambar III.6 Neraca massa pemasak rancangan	III-17
Gambar III.7 Perbandingan drop temperatur uap pemanas	III-18
Gambar IV.1 Diagram perpindahan energi pemasak eksisting.....	IV-2
Gambar IV.2 Ilustrasi sirkulasi dalam pemasak PG Tersana Baru.....	IV-3
Gambar IV.3 Hasil simulasi CFD Fluent proses pemasakan pemasak tipe Conical Enlargement Fixed Flat Plate Calandria Pan W Shape Bottom.....	IV-5
Gambar IV.4 Drag force	IV-6
Gambar IV.5 Diagram perpindahan energi pemasak rancangan	IV-7
Gambar IV.6 Hasil simulasi CFD Fluent proses pemasakan pemasak tipe Straight Sides Fixed Flat Plate Calandria Pan with W Shape Bottom.....	IV-9
Gambar IV.7 Hasil simulasi CFD Fluent proses pemasakan pan masak tipe Straight Sides Fixed Flat Plate Calandria Pan W Shape Bottom.....	IV-11
Gambar IV.8 Cost flow awal.....	IV-13
Gambar IV.9 NPV cost flow	IV-13
Gambar IV.10 Korelasi tekanan dan energi masak.....	IV-14
Gambar IV.11 Neraca massa pengaturan tekanan vakum	IV-15
Gambar IV.12 Efek tekanan vakum terhadap selisih temperatur sensibel.....	IV-15
Gambar IV.13 Neraca massa pengaturan bukaan katup uap pemanas.....	IV-17



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A SELAYANG PANDANG PG TERSANA BARU



1.1 Sejarah Pabrik Gula Tersana Baru

1.2 Diagram Alir Proses Pengolahan Tebu PG Tersana Baru

1.3 Diagram Satu Garis Distribusi Uap Pemanas PG Tersana Baru



LAMPIRAN B DATA OLAH



2.1 Produksi

2.2 Stasiun Penguapan

2.3 Stasiun Pemasakan



LAMPIRAN C KINERJA EKSISTING



3.1 Kinerja Pabrik Gula Tersana Baru

3.2 Kinerja Pemasak



LAMPIRAN D PERHITUNGAN PERANCANGAN PEMASAK



4.1 Menghitung Luas Pindah Panas

4.2 Menghitung Jumlah Pipa Pemanas

4.3 Menghitung Panjang Pipa Pemanas

4.4 Menghitung Diameter Downtake

4.5 Menghitung Diameter Calandria

4.6 Menghitung Koefisien Pindah Panas Total *Required*

4.7 Menghitung Tebal Calandria *Shell*

4.8 Menghitung Tebal Calandria *Plate*

4.9 Menghitung Tinggi Calandria

4.10 Menghitung Tinggi Bahan Masak di atas Calandria

4.11 Menghitung Tinggi Pemasak

4.12 Menghitung Volume Pemasak

4.13 Menghitung Diameter *Massecuite Discharge*

4.14 Menghitung Tebal Isolasi



LAMPIRAN E KINERJA PEMASAK RANCANGAN



5.1 Energi Terpakai

5.2 Kebutuhan Uap Pemanas

5.3 Energi Uap Pemanas





5.4 IKE



LAMPIRAN F ANALISIS EKONOMI

6.1 Rencana Anggaran Biaya Pembuatan Pemasak

6.2 Keuntungan



6.3 *Net Present Value*



6.4 *Internal Rate of Return*

LAMPIRAN G PERHITUNGAN ANALISIS BAB IV

7.1 Pengaturan Tekanan Vakum

7.2 Pengaturan Buka-an Katup Uap Pemanas



LAMPIRAN H PENDUKUNG





DAFTAR ISTILAH DAN SIMBOL



Istilah

Bibit : inti kristal

Brix : derajat atau persentase zat padat terlarut dalam nira

Calandria : segmen (bagian) pemanas Pemasak

Calandria tube : pipa pemanas

Downtake : lubang tengah laluan Pemasak

HK : harkat kemurnian (*purity*), jumlah kandungan sukrosa dalam nira

Inversi : perubahan struktur molekul sukrosa menjadi gula pereduksi (glukosa dan fruktosa)

Ligament : jarak terdekat antara dua pipa terhitung dari diameter luar masing-masing pipa

Magma : campuran kristal bibit dan nira

Massecuite : produk proses pemasakan, terdiri dari *molasses* dan kristal gula

Molasses : larutan gula setelah melalui proses pemasakan dan terpisah dari kristal gula

Nira jernih : nira yang telah melalui proses pemurnian

Nira kental : nira yang telah melalui proses penguapan

Pol : banyaknya kandungan gula (glukosa, fruktosa, sukrosa) dalam nira

Vapour : uap hasil penguapan, baik dari stasiun penguapan atau pemasakan

Vorticity : aliran rotasional fluida yang bersifat statik (pada satu tempat)




Simbol





A

A_D	: luas permukaan laluan downtake	(m^2)
A_K	: luas pindah panas kondensasi	(m^2)
A_{SC}	: luas pindah panas <i>sub cooling</i>	(m^2)
A_{TP}	: luas permukaan <i>calandria tube plate</i>	(m^2)
AW	: <i>annual worth</i>	(Rp/tahun)

B

BPE	: <i>boiling point elevation</i>	($^{\circ}C$)
Bx_M	: brix masak	(%)
Bx_{MGM}	: brix magma	(%)
Bx_{MSC}	: brix <i>massecuite</i>	(%)
Bx_N	: brix nira	(%)
Bx_{NJ}	: brix nira jernih	(%)
Bx_{NK}	: brix nira kental	(%)

C

cp_A	: kapasitas panas air	(kJ/kg $^{\circ}C$)
cp_{KB}	: kapasitas panas kristal bibit	(kJ/kg $^{\circ}C$)
cp_{K0}	: kapasitas panas kondensat	(kJ/kg $^{\circ}C$)
cp_{MGM}	: kapasitas panas magma	(kJ/kg $^{\circ}C$)
cp_N	: kapasitas panas nira	(kJ/kg $^{\circ}C$)
cp_{NK}	: kapasitas panas nira kental	(kJ/kg $^{\circ}C$)
cp_{UP}	: kapasitas panas uap pemanas	(kJ/kg $^{\circ}C$)
C	: <i>corrosion allowance</i>	(m)
C_{SF}	: konstanta eksperimental kombinasi fluida – permukaan pemanas	
CC_{MSC}	: <i>crystals content of massecuite</i>	(%)

D

d_C	: diameter calandria	(m)
d_D	: diameter downtake	(m)
d_{MSC}	: diameter <i>massecuite discharge</i>	(m)
d_T	: diameter pipa pemanas	(m)

E

E_{K0}	: energi kondensat uap pemanas	(MJ)
E_{La}	: energi latent	(MJ)
E_{Se}	: energi sensibel	(MJ)
E_T	: energi terpakai	(MJ)

E_{UP}	: energi uap pemanas	(MJ)
ER	: <i>specific evaporation rate</i>	(kg/m ² h)
\dot{E}_K	: laju energi kondensasi	(MJ/h)
\dot{E}_S	: laju energi serap	(MJ/h)
\dot{E}_{SC}	: laju energi <i>sub cooling</i>	(MJ/h)
\dot{E}_{SC}	: laju energi terpakai	(MJ/h)

F

f	: <i>safety factor</i>	
F	: <i>allowance stress</i>	(kg/cm ²)
F_t	: <i>temperature correction factor</i>	
FW	: <i>future worth</i>	(Rp)

G

g	: percepatan gravitasi	(m/s ²)
G	: laju alir massa masak spesifik	(kg/m ² s)
Gr	: <i>Grashof number</i>	

H

h_B	: koefisien pindah panas <i>boiling</i>	(W/m ² °C)
h_f	: entalpi liquid	(kJ/kg)
h_{fg}	: entalpi vaporasi	(kJ/kg)
h_{fg}^*	: modifikasi entalpi vaporasi	(kJ/kg)
h_g	: entalpi gas	(kJ/kg)
h_K	: koefisien pindah panas kondensasi	(W/m ² °C)
h_{KP}	: koefisien pindah panas konveksi paksa	(W/m ² °C)
h_L	: koefisien pindah panas konveksi alamiah ke lingkungan	(W/m ² °C)
h_{MIX}	: entalpi campuran gas – liquid	(kJ/kg)
h_{SC}	: koefisien pindah panas <i>sub cooling</i>	(W/m ² °C)
$H_{BB 1}$: tinggi <i>bottom body 1</i>	(m)
$H_{BB 2}$: tinggi <i>bottom body 2</i>	(m)
H_{BM}	: tinggi bahan masak di atas calandria	(m)
H_{CA}	: tinggi calandria	(m)
H_{DH}	: tinggi <i>disengagement height</i>	(m)
H_N	: kedalaman nira dalam pemasak	(m)
H_P	: tinggi pemasak	(m)
$H_{UP 1}$: tinggi <i>upper body 1</i>	(m)
HK_{MGM}	: kemurnian magma	(%)
HK_{MSC}	: kemurnian <i>massecuite</i>	(%)
HK_N	: kemurnian nira	(%)
HK_{NJ}	: kemurnian nira jernih	(%)

HK_{NK} : kemurnian nira kental (%)
 HR : *heat transfer rate* (MJ/h)

I

i : suku bunga (%)
 I : investasi (Rp)
 IRR : *internal rate of return* (%)

J

J : *welding joint efficiency*

K

k_{IS} : konduktivitas panas material isolasi (W/m °C)
 k_N : konduktivitas panas nira (W/m °C)
 k_{NK} : konduktivitas panas nira kental (W/m °C)
 k_T : konduktivitas panas pipa pemanas (W/m °C)
 k_{UP} : konduktivitas panas uap pemanas (W/m °C)
 k_v : konduktivitas panas *vapour* (W/m °C)

L

L_{SC} : panjang pipa pemanas *sub cooling* (m)
 L_K : panjang pipa pemanas kondensasi (m)
 $LMTD$: *logaritmic mean temperature different of condensation* (°C)

M

m_A : massa air (kg)
 m_M : massa masak (kg)
 m_{MGM} : massa magma (kg)
 m_{MSC} : massa *massecuite* (kg)
 m_{NK} : massa nira kental (kg)
 m_{PT} : massa zat padat terlarut (kg)
 M_S : modulus elastisitas *shell material* (GPa)
 M_T : modulus elastisitas *tube material* (GPa)
 $MARR$: *minimum attractive rate of return* (%)
 \dot{m}_{NJ} : laju alir massa nira jernih (kg/h)
 \dot{m}_{PT} : laju alir massa zat padat terlarut (kg/h)
 \dot{m}_{UP} : laju alir massa uap pemanas (kg/h)
 \dot{m}_v : laju alir massa *vapour* (kg/h)

N

n : konstanta eksperimental bergantung pada jenis fluida
 N : waktu analisis ekonomi teknik (tahun)
 N_R : jumlah pipa pemanas dalam satu baris (buah)

N_T : jumlah pipa pemanas (buah)

P

p_t : *pitch* pipa pemanas (m)

P_{De} : tekanan *design* (bar)

P_H : *hydraulic test pressure* (bar)

P_M : tekanan masak (cmHg_a)

Pr_{NK} : Prandtl *number nira kental*

Pr_{SC} : Prandtl *number sub cooling process*

Pr_U : Prandtl *number udara*

PV : *present value*, nilai ekuivalen uang dimasa sekarang (Rp)

R

r_C : jari-jari *calandria* (m)

r_{VD} : jari-jari *vapour dom* (m)

R : rasio temperatur *shell and tube*

R_{DT} : tahanan panas dinding pipa pemanas (°C/W)

R_s : tahanan panas sisi *shell* (°C/W)

R_T : tahanan panas sisi *tube* (°C/W)

Re_{KP} : Reynold *number konveksi paksa*

Re_{SC} : Reynold *number sub cooling*

S

S : efisiensi temperatur *heat exchanger*

T

t_M : waktu masak (h)

t_{off} : target waktu penurunan *massecuite* (s)

th_{CP} : tebal *calandria plate* (m)

th_{IS} : tebal isolasi (m)

th_S : tebal *shell* (m)

th_T : tebal pipa pemanas (m)

T_A : temperatur air (°C)

T_B : temperatur badan pemasak tanpa isolasi (°C)

T_b : *bulk* temperatur (°C)

T_{Ca} : temperatur campuran (°C)

T_f : temperatur film (°C)

T_{Ko} : temperatur kondensat (°C)

T_L : temperatur lingkungan (°C)

T_M : temperatur masak (°C)

T_{MGM} : temperatur magma (°C)

T_{MOL} : temperatur *molasses* (°C)

T_{MSC}	: temperatur <i>massecuite</i>	(°C)
T_N	: temperatur nira	(°C)
T_{NK}	: temperatur nira kental	(°C)
T_{UP}	: temperatur uap pemanas	(°C)
T_V	: temperatur <i>vapour</i>	(°C)
T_W	: temperatur dinding pipa pemanas	(°C)
$T_{Sat\ air}$: temperatur saturasi air	(°C)

U

U_{SC}	: koefisienn pindah panas total <i>sub cooling</i>	(W/m ² .°C)
U_K	: koefisienn pindah panas total kondensasi	(W/m ² .°C)
U_R	: koefisienn pindah panas total <i>required</i>	(W/m ² .°C)

V

$V_{BB\ 1}$: volume <i>bottom body 1</i>	(m ³)
$V_{BB\ 2}$: volume <i>bottom body 2</i>	(m ³)
V_D	: volume tertutup <i>downtake</i>	(m ³)
V_M	: volume masak	(m ³)
V_{MGM}	: volume magma	(m ³)
V_{NK}	: volume nira kental	(m ³)
V_P	: volume pemasak	(m ³)
V_T	: volume tertutup pipa pemanas	(m ³)
$V_{UP\ 1}$: volume <i>upper body 1</i>	(m ³)
$V_{UP\ 2}$: volume <i>upper body 2</i>	(m ³)
v_{UP}	: kecepatan uap pemanas	(m/s)
$v_{UP\ max}$: kecepatan maksimum uap pemanas	(m/s)
v_V	: <i>allowable vapour speed output</i>	(m/s)
\dot{V}_V	: laju alir volume <i>vapour</i>	(m ³ /s)

X

x	: fraksi uap	(%)
-----	--------------	-----

Greeks

α	: penambahan brix per badan evaporator	(%)
β	: konstanta ekspansi tekanan panas fluida	(1/°C)
ΔT_{LMTD}	: <i>logaritmic mean different temperature</i>	(°C)
ΔT_M	: <i>true different temperature</i>	(°C)
μ_{NK}	: viskositas dinamik nira kental	(kg/m s)
μ_{UP}	: viskositas dinamik uap pemanas	(kg/m s)
μ_v	: viskositas dinamik nira kental	(kg/m s)
ν_U	: viskositas kinematik udara	(m ² /s)
π	: phi (3,14)	

	ρ_A	: massa jenis air					(kg/m^3)	
	ρ_{KB}	: massa jenis kristal bibit					(kg/m^3)	
	ρ_{KG}	: massa jenis kristal gula					(kg/m^3)	
	ρ_{MGM}	: massa jenis magma					(kg/m^3)	
	ρ_N	: massa jenis nira					(kg/m^3)	
	ρ_{NK}	: massa jenis nira kental					(kg/m^3)	
	ρ_{MOL}	: massa jenis <i>molasses</i>					(kg/m^3)	
	ρ_{MSC}	: massa jenis <i>massecuite</i>					(kg/m^3)	
	ρ_{UP}	: massa jenis uap pemanas					(kg/m^3)	
	ρ_V	: massa jenis <i>vapour</i>					(kg/m^3)	
	σ	: <i>surface tension</i>					(N/m^2)	
	Subscript							
	a	: aktual						
	i	: sisi dalam						
	K	: kondensasi						
	o	: sisi luar						
	r	: <i>required</i>						
	SC	: <i>sub cooling</i>						
	t	: total						
	UP	: uap pemanas						



DAFTAR PUSTAKA

- Benallou, A. (2019). *Energy Transfers by Convection* (3 ed.). USA: ISTE Ltd.
- Birru, E. (2016). *Sugar Cane Industry Overview and Energy Efficiency Considerations*. Swedia: KTH School of Industrial Engineering and Management.
- Cengel, Y. A. (2003). *Heat Transfer 2nd ed. (A Practical Approach)* (2 ed.). New York: McGraw-Hill.
- Delden, E. (1981). *Standard Fabrication for Cane Sugar Mills* (1 ed.). Amsterdam: Elsevier.
- Demirel, Y. (2016). *Energy (Production, Conversion, Storage, Conservation, and Coupling)* (2 ed.). Lincoln: Springer.
- Echeverri, L. F. (2007). *Measurements and Computation of the Flow in Full Scale Sugar Evaporative Crystallizers and in Lab-Scale Models*. Amerika Serikat: Louisiana State University.
- Ensinas, A. V., & Nebra, S. A. (2007). Design of Evaporation Systems and Heaters Networks in Sugar Cane Factories Using Thermoeconomic Optimization Procedure. *International Journal of Thermodynamics*, 100.
- fat secret*. (2017). Dipetik Mei 1, 2018, dari www.fatsecret.co.id:
<https://www.fatsecret.co.id/kalori-gizi/umum/gula-pasir>
- Ginting, R. (2006). *Ekonomi Teknik*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Holman, J. P. (1995). *Perpindahan Kalor* (10 ed.). Jakarta: Erlangga.
- Hugot, E. (1986). *Handbook of Cane Sugar Engineering ed.3* (3 ed.). Amsterdam: Elsevier.
- Kakac, S., & Liu, H. (2002). *Heat Exchanger (Selection, Rating, and Thermal Design)* (2 ed.). Florida: CRC PRESS.
- Kern, D. Q. (1965). *Process Heat Transfer*. London: McGRAW-HILL.
- Kurniasari, R. I., Darwanto, D. H., & Widodo, S. (2015). Permintaan Gula Kristal Mentah Indonesia. *Ilmu Pertanian*, 24-30.
- Laisa, A. (2017, Februari 1). Dipetik Agustus 2, 2019, dari www.dictio.id:
<https://www.dictio.id/t/apakah-bedanya-antara-sukrosa-glukosa-dan-fruktosa/6601>
- Materials Data Book*. (2003). Cambridge: Cambridge University Engineering Department.
- Mauludin, A. (2017). *Analisa Kinerja dan Peluang Efisiensi Energi pada Stasiun Penguapan Pabrik Gula Jatitujuh*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.

Rackemann, D. W. (2005). *Evaluation of Circulation and Heat Transfer in Calandria Tubes of Crystallization Vacuum Pans*. Australia: James Cook University.

Rein, P. W., Echeverri, L. F., & Acharya, S. (2004). Circulation in Vacuum Pans. *American Society of Sugar Cane Technologist*, 13.

Sartono, J. (1988). *Dasar-dasar Pabrikasi Gula*. Yogyakarta: Lembaga Pendidikan Perkebunan.

Sattari, S., Avami, A., & Farahmandpour, B. (2014). Energy Conservation Opportunities: Sugar Industry in Iran. *ResearchGATE*, 120-126.

Sinnott, R. K. (2005). *Chemical Engineering Design, Vol. 6* (4 ed.). Amsterdam: Elsevier.

Soemohandojo, T. (2009). *Pengantar Injineri Pabrik Gula*. Surabaya: Bintang Surabaya.

(2016). *Statistik Perkebunan Indonesia, Tebu 2015-2017*. Jakarta: Kementerian Perkebunan.

Stephens, D. W. (2001). *Studies on Modelling Circulation in Sugar*. Singapura: James Cook University.

Walford, S. N. (1996). Composition of Cane Juice. *ProcS Afr Sug Technol Ass*, 265-266.

www.agroindustri.id. (2018). Dipetik Agustus 2, 2018, dari www.agroindustri.id: www.agroindustri.id/komoditas-unggulan-hasil-perkebunan-indonesia/amp/

www.asm.matweb.com. (2019). Dipetik Juni 5, 2019, dari asm.matweb.com: <https://asm.matweb.com/search/SpecificMaterial.asp?bassnum=mq304a>

www.databoks.katadata.co.id. (2017, Juli 7). Dipetik Januari 22, 2017, dari www.databoks.katadata.co.id: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2017/07/11/2017-konsumsi-gula-diperkirakan-57-juta-ton>

www.ojk.go.id. (2019). Dipetik Agustus 25, 2019, dari www.ojk.go.id: <https://www.ojk.go.id/id/kanal/perbankan/Pages/Suku-Bunga-Dasar.aspx>

www.radarcirebon.com. (2019, 04 19). Dipetik Juli 29, 2019, dari www.radarcirebon.com: www.radarcirebon.com/giling-tebu-mulai-sebelum-bulan-puasa.html

www.sugartech.co.za. (2019). Dipetik September 12, 2018, dari www.sugartech.co.za: <http://www.sugartech.co.za/viscosity/index.php>

www.wijayamakmur.com. (2019, Agustus 22). Dipetik Mei 21, 2017, dari www.wijayamakmur.com: <http://www.wijayamakmur.com/tabel/tabel-pipa/59-tabel-ukuran-dan-berat-pipa-schedule-stainless-steel-duplex-standart-6000-mm>

AGNI NURFALAH



DATA PRIBADI

Tempat/Tanggal Lahir
Cirebon/ 24 Sept 1996

Jenis Kelamin
Laki-laki

Agama
Islam

Warga Negara
Indonesia

Status
Lajang

Alamat
Dsn. 03 RT 003 RW 005 Ds.
Kalimara Kec. Gebang Kab.
Cirebon

Hobi
Badminton

KONTAK

HP : 082 214 214 724

Line : @agni.n

WA : 082 214 214 724

e-mail :
agninurfalah75@gmail.com

KEMAMPUAN

Komputerisasi:

– MS. Word

– MS. Excel

– Solidwork

– AutoCAD

– Gambit

– Fluent

– Aspen HYSIS

Bahasa

– Indonesia

– Inggris

CURRICULUM VITAE

PENDIDIKAN

FORMAL

TK
TK Pertiwi 2001 - 2002

SD
SDN 2 Gebangkulon 2002 - 2008

SMP
SMPN 1 Gebang 2008 - 2011

SMA
SMAN 1 Babakan 2011 - 2014

Pendidikan Tinggi Sarjana (D4 - Tek. Konservasi Energi)
Politeknik Negeri Bandung 2014 - 2019

NON FORMAL

Bela Negara 2014

ORGANISASI

Ikatan Remaja Masjid (IREMAS) NURUL MUNAWAROH
Ketua Umum 2013 - 2014

Asosiasi Mahasiswa Islam (ASSALAM) Politeknik Negeri Bandung
Koor. Hubungan Masyarakat 2015 - 2016

Himpunan Mahasiswa Teknik Energi (HMTE) Politeknik Negeri Bandung
Anggota 2014 - 2018

Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) Politeknik Negeri Bandung
Anggota 2014 - 2018

Dewan Kemakmuran Masjid (DKM) Lukmanul Hakim
Anggota 2015 - 2018

PENGALAMAN KERJA

PT PG Rajawali Nusantara Indonesia unit PG Tersana Baru
Magang 2017

TBBM Pertamina unit Padalarang
Asisten Ahli Auditor Energi, Proyek Audit Energi 2017

TBBM Pertamina unit Ujung Berung
Asisten Ahli Auditor Energi, Proyek Audit Energi 2017

Demikian daftar riwayat hidup ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Bandung, 17 Agustus 2019

Hormat Saya,

AGNI NURFALAH

PENERAPAN TEKNOLOGI PEMASAK NIRA TEBU TIPE STRAIGHT SIDES FIXED FLAT PLATE CALANDRIA PAN WITH W SHAPE BOTTOM PADA PEMASAK TAHAP PERTAMA DI PABRIK GULA TERSANA BARU

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

6%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Politeknik Negeri Bandung

Student Paper

2%

2

vikrantkatekar.com

Internet Source

1%

3

www.scribd.com

Internet Source

1%

4

www.slideshare.net

Internet Source

<1%

5

www-mdp.eng.cam.ac.uk

Internet Source

<1%

6

**Submitted to Management Development
Institute Of Singapore**

Student Paper

<1%

7

www.uotechnology.edu.iq

Internet Source

<1%

revistas.unitru.edu.pe

8

Internet Source



<1%

9

Submitted to University of Queensland

Student Paper



<1%

10

Submitted to 7996

Student Paper



<1%

11

es.scribd.com

Internet Source



<1%

12

Submitted to Udayana University

Student Paper



<1%

13

id.123dok.com

Internet Source



<1%

14

Submitted to Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia

Student Paper



<1%

15

Submitted to University of Leeds

Student Paper



<1%

16

Submitted to Vrije Universiteit Amsterdam

Student Paper



<1%

17

Submitted to Universitas Brawijaya

Student Paper



<1%

18

repository.maranatha.edu

Internet Source



<1%

19

Internet Source



<1%

20

Submitted to University of Strathclyde

Student Paper

POLBAN

POLBAN

POLBAN

POLBAN

POLBAN

POLBAN

<1%

21

ethesis.nitrkl.ac.in

Internet Source



<1%

22

www.wijayamakmur.com

Internet Source



<1%

23

Submitted to Atma Jaya Catholic University of Indonesia

Student Paper



<1%

24

scribd.com

Internet Source



<1%

25

www.klikdirektori.com

Internet Source



<1%

26

docplayer.info

Internet Source



<1%

27

Dukhan, N., M.R. Schumack, and J.J. Daniels. "Implementation of service-learning in engineering and its impact on students' attitudes and identity", European Journal of Engineering Education, 2008.

Publication



<1%

28

cramoz.blogspot.com

Internet Source




<1%

29 Jungho Kim, Tailian Chen. "Heat Transfer Enhancement: Phase Change, Geometry, and Jets/Sprays", Wiley, 2010
Publication  <1%

30 Submitted to Universiti Utara Malaysia
Student Paper      <1%

31 lutpub.lut.fi
Internet Source      <1%

32 pt.slideshare.net
Internet Source  <1%

33 Submitted to iGroup
Student Paper      <1%

34 eprints.upnjatim.ac.id
Internet Source      <1%

35 yz-car.ci.cqvip.com
Internet Source  <1%

36 journal.ugm.ac.id
Internet Source     <1%

37 triyadirikky06.blogspot.com
Internet Source      <1%

38 onepetro.org
Internet Source      <1%

39 ar.scribd.com
Internet Source  <1%

40 sir.stikom.edu Internet Source <1%
POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN

41 repositori.uin-alauddin.ac.id Internet Source <1%
POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN

42 Submitted to Surabaya University Student Paper <1%
POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN

43 www.locus.ufv.br Internet Source <1%
POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN

44 Submitted to National University of Singapore Student Paper <1%
POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN

45 Submitted to Universitas Terbuka Student Paper <1%
POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN

46 Coker, A. Kayode. "Heat Transfer", Ludwig s Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, 2015. Publication <1%
POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN

Exclude quotes Off POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN
Exclude bibliography On POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN

POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN POLBAN