

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN TUGAS	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xv
INTISARI	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Perumusan Masalah	2
I.3. Batasan Masalah	2
I.4. Tujuan	3
I.5. Manfaat	3
BAB II STUDI PUSTAKA	4
II.1 Listrik sebagai Ko-Produk Potensial Pabrik Gula	4
II.2 Analisis Sistem Kogenerasi di Pabrik Gula - Uap Alternatif dan Siklus Kombinasi Pembangkit Daya	5

II.3. Studi Potensi Energi Terbarukan dari Sistem Kogenerasi di Pabrik Gula :
 Studi Kasus di Pabrik Gula Gempolkrep PT. Perkebunan Nusantara X (Persero) . 9

BAB III DASAR TEORI 11

III.1. Proses Pengolahan Gula 11

III.1.1. Ekstraksi 11

III.1.2. Pemurnian..... 12

III.1.3 Penguapan 14

III.1.4. Kristalisasi dan Sentrifugasi..... 15

III.2. Kogenerasi Pada Pabrik Gula 17

III.3. Prinsip Termodinamika 22

III.3.1. Neraca Massa 22

III.3.2. Neraca Energi..... 22

III.4. Komponen Utama Sistem..... 24

III.4.1. Ketel Uap..... 24

III.4.2. Turbin 24

III.4.3. Generator 26

III.4.4. Penurun Tekanan (*Pressure Reducer*)..... 26

III.4.5. *Desuperheater* 27

III.4.6. Pemanas Nira..... 29

III.4.7. Evaporator 30

III.4.8. Deaerator 32

III.4.9. Pompa 33

III.4.10. Motor Listrik 34

BAB IV PELAKSANAAN PENELITIAN 35

IV.1	Alat dan Bahan	35
IV.2	Tata Laksana Penelitian.....	36
IV.2.1.	Memodelkan sistem kogenerasi	36
IV.2.2.	Mengambil data di pabrik gula Gempolkrep	36
IV.2.3.	Menentukan parameter dan kondisi pabrik gula	36
IV.2.4.	Memodelkan kogenerasi pabrik gula Gempolkrep	37
IV.2.5.	Mensimulasikan sistem kogenerasi.....	38
IV.2.6.	Melakukan modifikasi ketel uap	42
IV.3	Diagram Alur Pelaksanaan Penelitian	43
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		44
V.1.	Pemodelan Kogenerasi Pabrik Gula dengan Fraksi Listrik Tinggi	44
V.2.	Verifikasi Pemodelan Kogenerasi Pabrik Gula dengan Fraksi Listrik Tinggi dengan literatur	47
V.3.	Sistem Termodifikasi.....	51
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		57
VI.1	Kesimpulan.....	57
VI.2.	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN		60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Potensi Teknologi Kogenerasi.	5
Tabel 2.2.	Parameter-parameter untuk Konfigurasi I dan II.	8
Tabel 2.3.	Parameter-parameter untuk Konfigurasi III dan IV.	9
Tabel 2.4.	Hasil Efisiensi Energi dari Konfigurasi I, II, III, dan IV.	9
Tabel 4.1.	Alat Penelitian.	35
Tabel 4.2	Data Pabrik Gula Gempolkrep.	35
Tabel 4.3.	Perbedaan Suhu pada Pemanas Nira.	38
Tabel 5.1.	Hasil Verifikasi Laju Alir Massa Uap antara Literatur dengan <i>Cycle Tempo</i>	49
Tabel 5.2.	Tekanan dan Suhu untuk Sistem Termodifikasi (Modifikasi Ketel Uap).	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Skema Sederhana dari Kogenerasi Pabrik Gula.	1
Gambar 2.1.	Skema Suatu Pabrik Gula dengan Sistem Kogenerasi.	7
Gambar 3.1.	Aliran Proses Ekstraksi di Stasiun Penggilingan.	11
Gambar 3.2.	Aliran Proses Pemurnian di Stasiun Pemurnian.	12
Gambar 3.3.	Aliran Proses Penguapan di Stasiun Penguapan.	15
Gambar 3.4.	Aliran Proses Kristalisasi dan Sentrifugasi.	16
Gambar 3.5.	Pembangkit Kogenerasi Ideal.	18
Gambar 3.6.	Sistem Kogenerasi pada Pabrik Gula secara umum.	19
Gambar 3.7.	Siklus Rankine Ideal dengan (a) skema proses dan (b) Diagram T-S.	20
Gambar 3.8	Sistem Kogenerasi pada Pabrik Gula yang lebih efisien.	21
Gambar 3.9	Penurun Tekanan.	27
Gambar 3.10	<i>Desuperheater</i>	28
Gambar 3.11	Penukar Panas dengan Aliran Paralel.	29
Gambar 3.12	Motor Listrik yang terkoneksi dengan gilingan.	34
Gambar 4.1.	Alur Perhitungan <i>Cycle Tempo</i>	39
Gambar 4.2.	Skema Neraca Energi di Setiap Komponen.	41
Gambar 4.3.	Diagram Alur Pelaksanaan Penelitian.	43
Gambar 5.1.	Model Kogenerasi Pabrik Gula dengan Fraksi Listrik Tinggi.	45
Gambar 5.2.	Model Kogenerasi Pabrik Gula dengan Fraksi Listrik Tinggi kondisi aktual.	46
Gambar 5.3.	Skema Sistem Kogenerasi di PG Gempolkrep <i>Full Electrification</i> [6].	48

- Gambar 5.4.** Pengaruh Daya Keluaran karena Modifikasi pada Ketel Uap ketika Daya Keluaran SNM Maksimum. 53
- Gambar 5.5.** Skenario Penambahan Turbin untuk Sistem Termodifikasi ketika Daya Keluaran SNM Maksimum. 53
- Gambar 5.6.** Pengaruh Daya Keluaran karena Modifikasi pada Ketel Uap ketika Daya Keluaran Shinko Maksimum..... 55
- Gambar 5.7.** Skenario Penambahan Turbin untuk Sistem Termodifikasi ketika Daya Keluaran Shinko Maksimum..... 55

DAFTAR LAMPIRAN

A.	Perhitungan Nilai Tekanan dan Suhu pada Masing-masing Badan Evaporator	60
B.	Jumlah Air yang Diuapkan pada masing-masing Badan Evaporator	60
C.	Nilai Perbedaan Suhu Pada Masing-masing Pemanas Nira (<i>Juice Heater</i>)	61
D.	Perhitungan Rekomendasi Penambahan Turbin	61
E.	Perhitungan Laju Alir Massa Uap yang Dihasilkan Ketel Uap	62

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang	Keterangan	Satuan
\dot{m}	Laju aliran massa	kg/s
\dot{E}	Laju aliran energi	kJ/s
\dot{Q}	Laju aliran kalor	kJ/s
Q	Kalor	kJ
\dot{W}	Laju aliran kerja	kJ/s
W	Kerja	kJ
\dot{U}	Laju aliran energi dalam	kJ/s
η	Efisiensi	%
T	Suhu	°C
h	Entalpi spesifik	kJ/kg
P	Daya listrik	kW
Singkatan		
UBA	Uap Baru	
UBE	Uap Bekas	
CRATIO	<i>Circulation Ratio</i>	
PG	Pabrik Gula	
BFWP	<i>Boiler Feed Water Pump</i>	
GCV	<i>Gross Caloric Value</i>	
Subskrip		
in	masuk	

<i>out</i>	keluaran
<i>system</i>	sistem
<i>t</i>	waktu
<i>k</i>	kinetik
<i>st</i>	uap lewat jenuh
<i>b</i>	ketel uap
<i>t</i>	uap yang masuk ke turbin
<i>isen</i>	isentropik
<i>outisen</i>	keluaran dalam kondisi isentropik
<i>el</i>	listrik
<i>mech</i>	mekanik
<i>gen</i>	generator
<i>penr</i>	penurun tekanan
<i>prin</i>	yang masuk ke penurun tekanan
<i>prout</i>	yang keluar dari penurun tekanan
<i>stin</i>	uap sisa keluaran turbin yang masuk ke <i>desuperheater</i>
<i>mwatin</i>	air yang disemprotkan ke dalam <i>desuperheater</i>
<i>mstout</i>	uap sisa keluaran turbin yang keluar dari <i>desuperheater</i>
<i>cl</i>	nira yang masuk ke pemanas nira
<i>stc</i>	kondensat

<i>c2</i>	nira yang keluar dari pemanas nira
<i>ce1</i>	nira jernih yang masuk ke evaporator
<i>ce2</i>	nira jernih yang keluar dari evaporator
<i>deain</i>	kondensat yang masuk ke deaerator
<i>deaout</i>	kondensat yang keluar dari deaerator
<i>bpin</i>	air yang masuk ke pompa BFW
<i>bpout</i>	air yang keluar dari pompa BFW