

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 LAMBANG.....	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Perumusan Masalah	3
I.3 Batasan Masalah.....	3
I.4 Tujuan	4
I.5 Manfaat	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
BAB III.....	8
DASAR TEORI	8
III.1. Proses Pengolahan Tebu Menjadi Gula.....	8
III.1.1. Stasiun Penggilingan.....	10

III.1.2. Stasiun Pemurnian	11
III.1.3. Stasiun Penguapan	12
III.1.3. Stasiun Masakan dan Sentrifugasi	13
III.2. Sistem Kogenerasi Pabrik Gula	15
III.3. Hukum Termodinamika Pertama	18
III.4. Komponen Sistem Kogenerasi	19
III.4.1. Ketel Uap	20
III.4.2. Penggerak Mula	21
III.4.2.1. Turbin Penggiling	21
III.4.2.2. Pemukul Tebu	22
III.4.2.3. Pompa Air Ketel Uap	23
III.4.2.3. Turbogenerator	24
III.4.3. Penurun Tekanan	25
III.4.4. Desuperheater	26
III.4.5. Pemanas Nira	28
III.4.6. Evaporator	30
III.4.7. Deaerator	32
III.4.8. Pompa	33
III.5. Definisi Uap	34
BAB IV	35
PELAKSANAAN PENELITIAN	35
IV.1. Alat dan Bahan Penelitian	35
IV.2. Tata Laksana Penelitian	38
IV.2.1. Pemodelan Kogenerasi dengan <i>Cycle Tempo</i> dan verifikasi dari literatur	38

IV.2.2. Pengambilan Data di PG Gempolkrep	39
IV.2.3. Penentuan Parameter dan Kondisi Pabrik Gula	39
IV.2.4. Pemodelan Sistem Kogenerasi Aktual PG Gempolkrep	40
IV.2.5. Simulasi Sistem Kogenerasi	41
IV.2.6. Modifikasi Ketel Uap	44
IV.2.7. Diagram Alur Pelaksanaan Penelitian	45
BAB V	46
HASIL DAN PEMBAHASAN	46
V.1. Verifikasi Pemodelan Kogenerasi dari Literatur	46
V.2. Sistem Kogenerasi PG Gempolkrep Aktual	53
V.3. Modifikasi Ketel Uap	56
V.4. Skenario Penambahan Turbin	59
BAB VI	62
KESIMPULAN DAN SARAN	62
VI.1. Kesimpulan	62
VI.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	65
A. Perhitungan Nilai Konsumsi Uap Modifikasi Ketel Uap	65
B. Perhitungan Skenario Penambahan Turbin	65

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Alat dan bahan penelitian.....	35
Tabel 4.2. Data Operasi Boiler dan Turbin PG Gempolkrep.	35
Tabel 4.3. Data kebutuhan energi operasional peralatan penggerak pemula [4]. .	36
Tabel 4.4. Data-Data PG Gempolkrep [4].	37
Tabel 4.5. Nilai beda tekanan dan suhu pada masing-masing evaporator [4].....	37
Tabel 4.6. Nilai Beda suhu pada masing masing pemanas nira [4].	37
Tabel 4.7. Jumlah air yang diuapkan tiap badan evaporator [4].	38
Tabel 4.8. Perbedaan temperatur pada pemanas nira	41
Tabel 4.9. Tekanan dan Suhu Operasi <i>Boiler</i> [10].....	45
Tabel 5.1. Hasil Penentuan Parameter Efisiensi Isentropik pada simulasi.	47
Tabel 5.2. Pengaturan Parameter C Ratio.	47
Tabel 5.3. Hasil Verifikasi Laju Alir Massa Pipa pada Cycle Tempo.	50
Tabel 5.4. Komponen Input-Output Cycle-Tempo.	51
Tabel 5.5. Verifikasi Energi Pada Cycle Tempo.....	53
Tabel 5.6. Verifikasi model dengan data yang ada.	54
Tabel 5.7. Hasil perhitungan laju alir massa uap pada ketel uap.	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Sistem kogenerasi pabrik gula sederhana.....	2
Gambar 2.1. <i>Process Flow Diagram</i> PG Gempolkrep dalam penelitian Fathur Rahman Rifai [4].....	7
Gambar 3.1. Skema proses pengolahan gula dengan sistem kogenerasi.	9
Gambar 3.2. Skema proses penggilingan pada pabrik gula.	10
Gambar 3.3. Proses pengolahan nira mentah pada stasiun pemurnian.	12
Gambar 3.4. Proses pemisahan air dari nira pada evaporator.	13
Gambar 3.5. Proses kristalisasi nira pada stasiun masakan dan sentrifugasi.	14
Gambar 3.6. <i>Ideal cogeneration plant</i>	15
Gambar 3.7. Sistem kogenerasi di pabrik gula umumnya saat ini digunakan.	16
Gambar 3.8. Tata letak peralatan utama dalam siklus Rankine (kiri). Diagram T-s (suhu vs entropi) dari siklus Rankine (kanan) [6].....	17
Gambar 3.9. Proses pemerahan yang di beri umpan oleh pisau pencacah dengan HSD.....	23
Gambar 3.10. Skema neraca energi turbin <i>backpressure</i>	24
Gambar 3.11. Penurun tekanan uap [8].....	26
Gambar 3.12. Prinsip kerja dari desuperheater [8].	27
Gambar 3.13. Skematik heat exchanger.....	29
Gambar 3.14. Skematik pada drum.....	31
Gambar 4.1. Alur perhitungan Cycle-Tempo [11].....	42
Gambar 4.2. Keseimbangan energi pada setiap komponen.	44
Gambar 4.3. Diagram alur tata laksana penelitian	45
Gambar 5.1. Model Sistem Kogenerasi Pabrik Gula Gempolkrep verifikasi dengan literatur.....	48
Gambar 5.2. Model Sistem Kogenerasi Pabrik Gula Gempolkrep Aktual.	55
Gambar 5.3. Perubahan nilai konsumsi uap penggerak pemula selain turbo generator akibat perubahan tekanan dan suhu ketel uap.	57
Gambar 5.4. Perubahan nilai konsumsi uap turbin listrik akibat perubahan tekanan dan suhu ketel uap.....	58

Gambar 5.5. Perubahan daya output pada turbin SNM dan turbin Shinko akibat perubahan tekanan dan suhu ketel uap.....	59
Gambar 5.6. Skenario penambahan turbin pada daya yang dihasilkan dari simulasi.	60

DAFTAR LAMBANG

Lambang	Kuantitas	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
η	Efisiensi	%
T	Suhu	°C
h	Entalpi spesifik	kJ/kg
P	Daya listrik	kW
e_k	Energi kinetik	J
e_p	Energi potensial	J
q	Panas hilang	Kj/kg
w	Kandungan air ampas	%
t	Suhu gas buang	°C
α	Koefisien kehilangan panas terdapat bahan bakar tidak terbakar	-
β	Koefisien kehilangan panas akibat konveksi dan radiasi	-
γ	Koefisien kehilangan panas akibat pembakaran tidak sempurna	-
m	Rasio kebutuhan berat udara dalam pembakaran teoritis	-
M_v	Panas pembangkitan uap per kg ampas dibakar	kJ/kg
s	Pol ampas	%

Singkatan

Cratio	<i>Circulation Ratio</i>
PG	Pabrik Gula
BFWP	<i>Boiler Feed Water Pump</i>

GCV *Gross Caloric Value*

Subskrip

<i>turbine</i>	Turbin
<i>pump</i>	Pompa
<i>C</i>	<i>Cool</i>
<i>H</i>	<i>High</i>
<i>in</i>	Masukan
<i>out</i>	Keluaran
<i>system</i>	Sistem
<i>mass,in</i>	Massa masukan
<i>Mass,out</i>	Massa keluaran
<i>s</i>	<i>Superheated steam</i>
<i>b</i>	<i>Bagass</i> (ampas tebu)
<i>T</i>	Turbin
<i>a</i>	Aktual
<i>PR</i>	<i>Pressure Reducer</i>
<i>Dout</i>	<i>Desuperheater out</i>
<i>Din</i>	<i>Desuperheater in</i>
<i>w</i>	Air injeksi
<i>HE</i>	<i>Heat Exchanger</i>
<i>N</i>	Nira
<i>K</i>	Kondensat
<i>Drum</i>	Drum
<i>V</i>	<i>Vapor</i>
<i>dea</i>	<i>Deaerator</i>