

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Asumsi dan Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Mesin Pembakaran Dalam	8
2.3 Siklus Otto	11
2.4 Gas Engine	14
2.5 Gas Alam (<i>Natural Gas</i>)	17
2.6 Gas Ideal dan Hukum Kekekalan Massa	20
2.7 Stoikiometri Pembakaran	22
2.8 Parameter Performa <i>Gas Engine</i>	23

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.2 Objek Penelitian	29
3.3 Alat Ukur Yang Digunakan	30
3.3.1 <i>Infrared Thermometer</i>	30
3.3.2 <i>Multi-Function Environment Meter</i>	31
3.3.3 <i>Anemometer</i>	31
3.3.4 <i>Ultrasonic Liquid Flowmeter</i>	32
3.4 Metode Pengambilan Data	32
3.5 Jenis Data	33
3.5.1 Data primer	33
3.5.2 Data sekunder	33
3.6 Rancangan Studi	33
BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Pengumpulan Data	35
4.1.1 Data primer	35
4.1.2 Data sekunder	35
4.2 Analisis <i>Gas Engine</i> Genset	37
4.2.1 Udara pembakaran	37
4.2.2 Analisis bahan bakar	38
4.2.3 Efisiensi volumetris	39
4.2.4 <i>Specific Fuel Consumption</i> (SFC)	39
4.3 Analisis Pembakaran	40
4.3.1 Analisis laju aliran mol	40
4.3.2 Analisis laju aliran mol komponen bahan bakar	41
4.3.3 Analisis laju aliran massa komponen bahan bakar	42
4.3.4 Reaksi pembakaran stoikiometris	44
4.3.5 <i>Air fuel ratio</i> (AFR) stoikiometris	46
4.3.6 <i>Air fuel ratio</i> (AFR) aktual	47
4.3.7 Reaksi pembakaran aktual	47
4.4 Kandungan Energi Bahan Bakar	48

4.5 Laju Massa Gas Buang	49
4.6 Energi Bahan Bakar Yang Masuk Ke <i>Engine</i>	51
4.7 Losses Melalui Exhaust	51
4.8 Losses Melalui Air Pendingin	53
4.9 Efisiensi <i>Gas Engine</i> Genset	53
4.10 Losses Pada Generator	53
4.11 Losses Yang Tidak Terukur	54
4.12 Distribusi Energi Pada <i>Gas Engine</i> Genset	54
4.13 Pembahasan	55
4.14 Potensi Penghematan Energi	59
4.15 Potensi Penghematan Bila Sesuai Standar	60
BAB V PENUTUP	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran dan Rekomendasi	62
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Keseimbangan energi pada <i>gas engine</i>	5
Gambar 2.2	Skema sistem kerja <i>gas engine</i> genset	6
Gambar 2.3	Teknik kogenerasi <i>gas engine</i> dan <i>Absorption Chiller</i>	8
Gambar 2.4	Prinsip kerja mesin Otto.....	10
Gambar 2.5	Diagram P-v (a) dan T-s (b) ideal mesin Otto	12
Gambar 2.6	<i>Relation of specific heat constant pressure of combustion exhaust gas (C_{p_g}) and temperature combustion exhaust gas (T_{g_2})</i>	26
Gambar 3.1	<i>Infrared thermometer</i>	30
Gambar 3.2	<i>Multi-Function environment meter</i>	31
Gambar 3.3	<i>Anemometer</i>	31
Gambar 3.4	<i>Ultrasonic Liquid Flowmeter</i>	32
Gambar 3.5	Diagram alir penelitian	34
Gambar 4.1	Letak C_p sistem pada grafik <i>relation of specific heat constant pressure of combustion gas and temperature combustion exhaust gas</i>	52
Gambar 4.2	Perbandingan performa aktual dan spesifikasi dalam satuan kW	57
Gambar 4.3	Perbandingan performa aktual dan spesifikasi dalam persen (%).....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	<i>Gas engine</i> genset di Stasiun Semoga	29
Tabel 4.1	Komposisi bahan bakar di Stasiun Semoga	36
Tabel 4.2	Nilai mol dan fraksi mol nitrogen dan oksigen	38
Tabel 4.3	Fraksi mol dan massa molar bahan bakar	40
Tabel 4.4	Laju aliran massa komponen bahan bakar	44
Tabel 4.5	Neraca massa proses pembakaran <i>gas engine</i>	50
Tabel 4.6	Hasil perhitungan pada <i>gas engine</i> genset	55
Tabel 4.7	<i>Engine rating and efficiency</i>	55
Tabel 4.8	<i>Heat balance gas engine</i>	56
Tabel 4.9	Perbandingan performa aktual dengan spesifikasi	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data spesifikasi <i>gas engine genset</i>	67
Lampiran 2	Data komposisi bahan bakar <i>power plant</i>	71
Lampiran 3	Daily report <i>gas engine genset</i>	72

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

AFR	= <i>Air Fuel Ratio</i>
BBG	= Bahan Bakar Gas
BDC	= <i>Bottom Death Centre</i>
CHP	= <i>Combined Heat and Power</i>
CNG	= <i>Compressed Natural Gas</i>
$C_{p_{gas}}$	= Panas jenis tekanan konstan gas buang (kkal/kg ⁰ C)
C_{p_w}	= Panas jenis tekanan konstan air (kkal/kg ⁰ C)
HDPE	= <i>High Density Polyethylene</i>
HHV	= <i>Higher Heating Value</i> (kj/kg)
h_{fg}	= Entalpi penguapan (kj/kg)
LDPE	= <i>Low Density Polyethylene</i>
LLDPE	= <i>Linear Low Density Polyethylene</i>
LHV	= <i>Lower Heating Value</i> (kj/kg)
LNG	= <i>Liquified Natural Gas</i>
LPG	= <i>Liquified Petroleum Gas</i>
M	= Massa molar zat (kg/kmol)
m	= Massa (kg)
$\dot{m}$	= Laju aliran massa (kg/jam)
mf_i	= Fraksi massa zat i
N	= Jumlah mol (kmol)
$\dot{N}$	= Laju aliran mol (kmol/jam)
n	= Kecepatan putar <i>engine</i> (rpm)

P	= Daya engine (kW)
p	= Tekanan (kPa)
PE	= <i>Polyethylene</i>
PVC	= <i>Poly Vinyl Chloride</i>
Q	= Energi kalor (kW)
q_f	= Debit bahan bakar (m^3/jam)
R	= Konstanta gas tertentu (kJ/kg $^{\circ}K$)
$\bar{R}$	= Konstanta gas universal (kJ/kmol $^{\circ}K$)
SFC	= <i>Specific Fuel Consumption</i>
T	= Suhu ($^{\circ}C$)
TDC	= <i>Top Death Centre</i>
V	= Volume (m^3)
y_i	= Fraksi mol zat i
η_c	= Efisiensi volumetris (%)
η_e	= Efisiensi <i>gas engine</i> genset (%)
η_g	= Persentase energi yang terbuang melalui gas buang (%)
η_{gen}	= Persentase energi yang terbuang pada generator (%)
η_o	= Persentase losses yang tidak terukur (%)
η_w	= Persentase energi yang terbuang melalui air pendingin (%)
ρ	= Massa jenis zat (kg/ m^3)
θ_{in}	= Suhu udara ($^{\circ}C$)
θ_{out}	= Suhu gas buang ($^{\circ}C$)
θw_{out}	= Suhu air keluar dari <i>water jacket</i> ($^{\circ}C$)



UNIVERSITAS
GADJAH MADA

STUDI ENERGI PADA GAS ENGINE GENSET DI INDUSTRI MIGAS SUMATERA SELATAN

Kunto Purnajati, Ir. Prajitno. MT

Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

$\theta_{w_{in}}$ = Suhu air masuk ke *water jacket* ($^{\circ}\text{C}$)