



| | | | | | |
|---|------------|--------------|---|-------|---------------------|
| <p>Job Title</p> <p>PEKERJAAN STUDI KONSERVASI ENERGI DI BLOK RIMAU, PROVINSI SUMATRA SELATAN</p> | | | <p>Order Kerja : No. 350001999</p> | | |
|  <p>Client</p> | | | <p>Doc. No. 03-09-2014 KSV</p> | | |
|  <p>ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p> | | | <p>Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) ITS Research Center of ITS</p> | | |
| <p>FINAL REPORT</p> <p>AUDIT DAN KONSERVASI ENERGI DI PT. MEDCO E&P RIMAU, SUMATRA SELATAN</p> | | | | | |
| | | | | | |
| 02 | 11-09-2014 | Final Report | ant | Margo | |
| 01 | 26-08-2014 | Draft Report | ant | Margo | |
| 00 | 25-07-2014 | Draft Report | ant | Margo | |
| No. | DATE | DESCRIPTION | PRE'D | CHK'D | APR'D |
| | | | LPPM-ITS | | PT. Medco E&P Rimau |



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (LPPM)

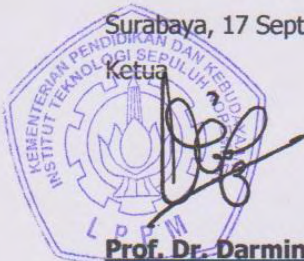
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111
Telp. (031) 5944792, 5961214, 5936940, 5945473, 5994251-55
(Ext. 1113, 1114, 1121, 1273) ; Fax. (031) 5996670
Email : lppm@its.ac.id ; www.lppm.its.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

1. JUDUL : LAPORAN AUDIT DAN KONSERVASI ENERGI DI PT. MEDCO E&P BLOK RIMAU, SUMATRA SELATAN
2. ISI :
 - Neraca Massa – Energi
 - Evaluasi Performa Sistem & Peralatan
 - Analisis Sistem Kelistrikan
 - Konservasi Energi
3. PERUSAHAAN : PT. Medco E&P Indonesia
4. JENIS INDUSTRI : Minyak dan Gas Bumi
5. LOKASI : Blok Rimau Asset

Surabaya, 17 September 2014

Ketua



Prof. Dr. Darminto M.Sc.

NIP. 196003031987011002/

| DATA | Unit | DESIGN | Survey |
|-------------------|---------|--------|--------|
| SERVICES GAS FLOW | LBS/MIN | NA | 197.2 |
| POWER REQUIRED*) | HP | 372.6 | 301.1 |

3.2.2 Gas Compressor Performance

Tabel 3.6 Data capacity performance gas compressor

| Station | No. Unit | Design | Actual | Capacity |
|----------------|-----------------|--------|--------|----------|
| | | kW | kW | % |
| Semoga Station | AR#01 Semoga | 811,2 | 658,4 | 81,2 |
| | AR#02 Semoga | 811,2 | 674,4 | 83,1 |
| | AR#05 Semoga | 811,2 | 697,7 | 86,0 |
| | AR#06 Semoga | 811,2 | 718,3 | 88,5 |
| | AR#07 Semoga | 811,2 | 755,5 | 93,1 |
| Kaji Satellite | AR#01 Satellite | 811,2 | 313,1 | 38,6 |
| | AR#02 Satellite | 811,2 | 344,6 | 42,5 |
| | AR#04 Satellite | 811,2 | 726 | 89,5 |
| Kaji Station | AR#08 Kaji | 999,0 | 706,3 | 65,4 |
| | AR#11 Kaji | 999 | 706,3 | 70,7 |
| | DR#01 Kaji | 604,26 | 481 | 79,6 |
| | DR#02 Kaji | 604,26 | 481 | 79,6 |
| | DR#03 Kaji | 604,26 | 481 | 79,6 |
| | DR#04 Kaji | 604,26 | 481 | 79,6 |
| Total | | | 9097,8 | |

Berdasarkan tabel 3.6 terlihat bahwa pengoperasian gas compressor di Semoga, Kaji Satelit untuk AR#04 dan sebagian Kaji Station sudah mendekati kapasitas maksimum. Tetapi untuk Kaji Satelit berdasarkan data operasi hanya satu gas kompresor yang beroperasi sedangkan dua yang lain yaitu AR#01 dan AR#02 dalam kondisi idle.

3.3 Gas Engine

Gas engine pada PT. Medco E & P Rimau Asset digunakan pada stasiun kaji, semoga dan kaji satellite untuk kerja kompresor di masing-masing stasiun. Gas engine terbesar digunakan di stasiun kaji dengan data ditunjukkan pada tabel 3.7 berikut,

Tabel 3.7 Data gas engine pada stasiun kaji, semoga dan kaji satellite

| STATION | UNIT NO. | Load | | GHV btu/scf | Fuel Consumpsion btu/hp-h | Volume | |
|-------------------|--------------------------|--------|--------|----------------|---------------------------------|---------|--------|
| | | Design | Aktual | | | MMBtu/h | MMSCFD |
| | | (kW) | (kW) | | | | |
| Kaji | G-3516, GENSET #01, PP B | 770 | 550 | 1131 | 7859 | 5.79 | 0.12 |
| | G-3516, GENSET #02, PP A | 770 | 480 | 1131 | 7859 | 5.05 | 0.11 |
| | G-3516, GENSET #02, PP B | 770 | 550 | 1131 | 7859 | 5.79 | 0.12 |
| | LU #03 PP A (Rental) | 770 | 455 | 1131 | 7859 | 4.79 | 0.10 |
| | LU #04 PP A (Rental) | 770 | 456 | 1131 | 7859 | 4.80 | 0.10 |
| | G-3516, GENSET #04, PP B | 770 | 540 | 1131 | 7859 | 5.69 | 0.12 |
| | G-3516, GENSET #05, PP B | 770 | 520 | 1131 | 7859 | 5.48 | 0.12 |
| | G-3516, GENSET #06, PP B | 770 | 500 | 1131 | 7859 | 5.27 | 0.11 |
| | G-3516, GENSET #01, PP A | 770 | 480 | 1131 | 7859 | 5.05 | 0.11 |
| | G-3516, GENSET #03, PP B | 770 | 0 | 1131 | 7859 | 0.00 | 0.00 |
| Semoga | G-3516, GENSET #01 | 770 | 500 | 1131 | 7859 | 5.27 | 0.11 |
| | G-3516, GENSET #02 | 770 | 500 | 1131 | 7859 | 5.27 | 0.11 |
| | G-3516, GENSET #03 | 770 | 500 | 1131 | 7859 | 5.27 | 0.11 |
| | G-3516, GENSET #04 | 770 | 580 | 1131 | 7859 | 6.11 | 0.13 |
| | G-3516, GENSET #05 | 770 | 600 | 1131 | 7859 | 6.32 | 0.13 |
| | G-3516, GENSET #06 | 770 | 620 | 1131 | 7859 | 6.53 | 0.14 |
| | G-3516, GENSET #07 | 770 | 620 | 1131 | 7859 | 6.53 | 0.14 |
| | G-3516, GENSET #08 | 770 | 620 | 1131 | 7859 | 6.53 | 0.14 |
| Kaji Satellite | G-3516, GENSET #01 | 770 | 600 | 1131 | 7859 | 6.32 | 0.13 |
| | G-3516, GENSET #02 | 770 | 550 | 1131 | 7859 | 5.79 | 0.12 |
| | G-3516, GENSET #03 | 770 | 0 | 1131 | 7859 | 0.00 | 0.00 |
| | G-3516, GENSET #04 | 770 | 600 | 1131 | 7859 | 6.32 | 0.13 |
| | G-3516, GENSET #05 | 770 | 600 | 1131 | 7859 | 6.32 | 0.13 |
| | G-3516, GENSET #06 | 770 | 600 | 1131 | 7859 | 6.32 | 0.13 |
| Tengguleng | G-3412, GENSET #01 | 770 | 0 | 1131 | 7859 | 0.00 | 0.00 |
| | LU #02 (D-3406) | 770 | 0 | 1131 | 7859 | 0.00 | 0.00 |
| Langkap | LU #01 Langkap | 770 | 130 | 1131 | 7859 | 1.37 | 0.03 |
| | LU #02 Langkap (Atamora) | 770 | 177 | 1131 | 7859 | 1.86 | 0.04 |
| Kerang | MTU | 770 | 0 | 1131 | 7859 | 0.00 | 0.00 |

3.3.1 Flare

Jumlah total flare diseluruh station yang dibuang sangat besar yaitu 1.39 MMSCFD. Jika *flare* tersebut dikonversi dalam bentuk energi maka energi yang terbangun sebesar 19.2 MW. Tetapi tentunya untuk pemanfaatan *flare* yang bisa diterapkan hanya di Kaji Station yaitu sebesar 1 MMSCFD atau setara dengan 13.81 MW atau dalam bentuk tabel 3.8 beriku,

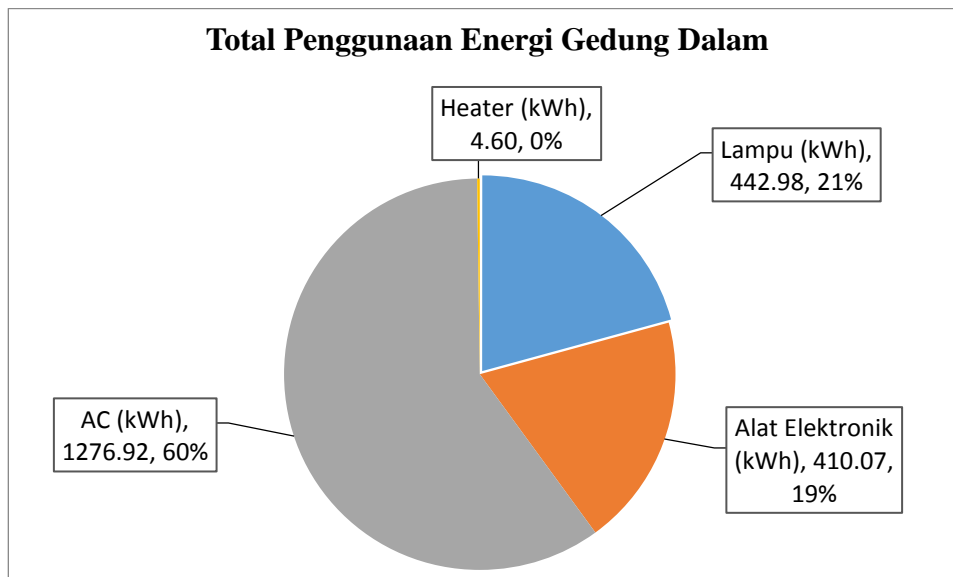
BAB V

KONSERVASI ENERGI

5.1 LOW COST

Konservasi energi dengan investasi *low cost* umumnya diterapkan untuk peralatan–peralatan dengan biaya pengadaan dan modifikasi yang rendah, seperti halnya peralatan listrik yaitu lampu dan AC. Hasil survei konsumsi energi untuk fasilitas dalam berbagai gedung dalam didapatkan total penggunaan energi lampu, energi alat elektronik (fan, komputer, dll) dan AC yaitu sebesar 429,22 kWh, 403,52 kWh dan 1216,80 kWh. Sedangkan untuk gedung luar adalah penggunaan energi lampu 13,656 kWh, AC 60,116 kWh dan elektronik 6,545 kWh. Maka, total seluruh penggunaan energi untuk gedung di dalam Blok Rimau adalah lampu sebesar 442,98 kWh, AC sebesar 1276,92 kWh, peralatan elektronik sebesar 410,07 kWh dan *heater* adalah 4,6 kWh.

Profil pemakaian listrik untuk kedua peralatan tersebut bisa terlihat pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Total Penggunaan Energi Gedung Dalam

Gambar 5.1 memperlihatkan bahwa penggunaan energi untuk AC cukup dominan yaitu sekitar 59,82%. Sedangkan untuk lampu dan elektronik yaitu sekitar 20,75% dan 19,21%. Meskipun kedua peralatan tersebut (lampu dan

elektronik) mempunyai nilai konsumsi energi yang hampir sama, akan tetapi dipilih penghematan konsumsi listrik untuk lampu karena tipe dan jenisnya seragam.

Ada bermacam strategi penghematan untuk penggunaan lampu dan AC antara lain

5.1.1 Penghematan Daya Lampu dengan LED

Perencanaan dan pengadaan untuk penghematan telah dilakukan, yaitu dengan penggantian lampu eksisting yang awalnya *fluorescent*, akan digantikan menggunakan lampu LED. Saat ini sudah diadakan sekitar 100 buah lampu LED. Penghematan penggunaan lampu LED ditunjukkan pada tabel 5.1.

5.1.2 Penghematan Daya Lampu dengan Sensor Cahaya dan PIR

Lampu penerangan dalam suatu ruangan biasanya dioperasikan secara manual oleh manusia. Dengan kemajuan teknologi saat ini, pengoperasian manual oleh manusia bisa diminimalisir. Saklar otomatis sangat efektif dan efisien untuk penggunaan lampu. Alat ini akan menyalakan lampu penerangan apabila ada orang dalam ruangan tersebut dan akan padam bila orang tersebut keluar ruangan. Sehingga penggunaan alat ini bisa menghindari pemborosan energi listrik. Saklar otomatis ini biasanya menggunakan sensor kehadiran orang jenis *passive infrared* atau PIR.

Penggunaan saklar otomatis merupakan salah satu cara operasi yang digunakan untuk mengendalikan beban listrik. Ide penggunaan saklar otomatis ini muncul sebagai upaya menghindari pemborosan energi listrik. Saklar otomatis juga dapat memudahkan operasi.

Sebagai contoh adalah seseorang lupa mematikan lampu penerangan selama 5 jam di Mess Bougenville pada semua ruangan selain teras sekeliling Mess, maka total 2160 watt dalam ruangan selama 5 jam, maka akan terjadi pemborosan energi listrik setiap hari sebesar :

$$\begin{aligned} E &= P \times t & 5-1 \\ &= 2160 \times 5 \\ &= 10.800 \text{ Watt-hour} \\ &= 10,8 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Tabel 5.1 Penghematan Daya Lampu

| No. | Nama Bagian | Peralatan Yang Terpasang | Jumlah/kamar | Jumlah Kamar | Merk | Type | Tegangan (V) | Daya (W) | Daya Total (W) | LED | Daya Total | Penghematan |
|-------|--|--------------------------|--------------|--------------|---------|------|--------------|----------|----------------|-----|------------|-------------|
| 1 | Ruangan Mess B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8, B9,B10,B11,B12,B13,B14, B15,B16 | Fluorescent Light (A) | 1 | 16 | Philips | SL | 220 | 18,00 | 288 | 9 | 144 | 144 |
| | | Air Conditioner (AC) | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Koridor Ruangan | Fluorescent Light (C) | 6 | 1 | Philips | | 220 | 36,00 | 216 | 27 | 162 | 54 |
| 3 | Ruangan Tamu | Fluorescent Light (B) | 6 | 1 | Philips | | 220 | 72,00 | 432 | 36 | 216 | 216 |
| | | Fluorescent Light (A) | 13 | | Philips | SL | 220 | 18,00 | 234 | 9 | 117 | 117 |
| 4 | Ruangan Tennis Meja | Fluorescent Light (B) | 4 | 1 | Philips | | 220 | 72,00 | 288 | 36 | 144 | 144 |
| | | Fluorescent Light (A) | 8 | | Philips | SL | 220 | 18,00 | 144 | 9 | 72 | 72 |
| 5 | Teras di sekeliling mess | Fluorescent Light (A) | 15 | 1 | Philips | SL | 220 | 18,00 | 270 | 9 | 135 | 135 |
| 6 | Toilet 16 Ruangan | Fluorescent Light (A) | 1 | 16 | Philips | SL | 220 | 18,00 | 288 | 9 | 144 | 144 |
| | | Fan Exhaust | 1 | | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | | 2160 | | 1134 | 1026 |

Tabel 5.2 Inefisiensi Listrik selama 5 jam sehari

| No | Nama Gedung | Daya Lampu Tiap Gedung (W) | Lupa Mematikan Lampu 5 jam (kWh) |
|-------|------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1 | Building Utilities | 2.304 | 11.520 |
| 2 | Mess Bougenville | 2.160 | 10.800 |
| 3 | Mess Kenanga | 3.258 | 16.290 |
| 4 | Mess Anggrek | 2.232 | 11.160 |
| 5 | Mess Raflesia | 3.150 | 15.750 |
| 6 | Mess Edelweise | 522 | 2.610 |
| 7 | Mess Kaji Masjid Al-Hijrah | 1.386 | 6.930 |
| 8 | Kantin | 1.275 | 6.375 |
| 9 | Mess Kembar-A | 1.242 | 6.210 |
| 10 | Mess Kembar-B | 1.458 | 7.290 |
| 11 | Flamboyan Crew Transport | 1.512 | 7.560 |
| 12 | Mess Teratai | 2.070 | 10.350 |
| 13 | Gedung Serba Guna | 6.084 | 30.420 |
| 14 | Production & Construction | 1.872 | 9.360 |
| 15 | Is - BRD Building | 1.962 | 9.810 |
| 16 | Transport Office | 1.368 | 6.840 |
| 17 | Transport Office | 6.448 | 32.240 |
| 18 | Transport Office | 1.494 | 7.470 |
| 19 | Transport Office | 1.026 | 5.130 |
| 20 | Transport Office | 1.818 | 9.090 |
| 21 | Electrical & Instrument Shop | 5.148 | 25.740 |
| 22 | Weel Maintenance | 792 | 3.960 |
| 23 | SHE Building | 5.886 | 29.430 |
| 24 | Aed Building | 11.830 | 59.150 |
| Total | | 68.297 | 341.485 |

Nilai ini hanya untuk satu gedung kecil di Blok Rimau, maka jika ditotal keseluruhan gedung yang ada, maka didapatkan inefisiensi sebesar 341.485 kWh untuk lampu setiap hari ditunjukkan pada tabel 5.2.

Bentuk inefisiensi yang lain yaitu lupa mematikan lampu teras pada saat pagi hari. Jika ditotal daya lampu teras seluruh gedung dan menyala selama 2 jam maka total energi yang hilang sebesar 5.220 kWh/hari ditunjukkan pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Inefisiensi Listrik Lampu Teras selama 2 jam perhari

| No | Nama Gedung | Daya Lampu Teras Tiap Gedung (W) | Lupa Mematikan Lampu Teras 2 jam (kWh) |
|-------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| 1 | Building Utilities | 0 | 0 |
| 2 | Mess Bougenville | 270 | 540 |
| 3 | Mess Kenanga | 0 | 0 |
| 4 | Mess Anggrek | 180 | 360 |
| 5 | Mess Raflesia | 0 | 0 |
| 6 | Mess Edelweise | 162 | 324 |
| 7 | Mess Kaji Masjid Al-Hijrah | 432 | 864 |
| 8 | Kantin | 72 | 144 |
| 9 | Mess Kembar-A | 144 | 288 |
| 10 | Mess Kembar-B | 144 | 288 |
| 11 | Flamboyan Crew Transport | 234 | 468 |
| 12 | Mess Teratai | 342 | 684 |
| 13 | Gedung Serba Guna | 0 | 0 |
| 14 | Production & Construction | 0 | 0 |
| 15 | Is - BRD Building | 234 | 468 |
| 16 | Transport Office | 0 | 0 |
| 17 | Transport Office | 0 | 0 |
| 18 | Transport Office | 0 | 0 |
| 19 | Transport Office | 0 | 0 |
| 20 | Transport Office | 0 | 0 |
| 21 | Electrical & Instrument Shop | 0 | 0 |
| 22 | Weel Maintenance | 0 | 0 |
| 23 | SHE Building | 0 | 0 |
| 24 | Aed Building | 396 | 792 |
| Total | | 2610 | 5220 |

Total penghematan dengan menggunakan saklar otomatis (sensor cahaya dan PIR) sebesar $341.485 + 5.220 = 346.705$ kWh perhari atau 126.547.325 kWh per tahun. Jika diperhitungkan dengan pengurangan pemakaian bahan bakar gas maka penambahan sistem ini akan mampu mengurangi konsumsi gas sebesar

0,00275122 MMSCFD perhari. Sehingga, dapat mengurangi IKE total dari **0,053MMBTU/BOE** menjadi **0,051 MMBTU/BOE** ditunjukkan pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 IKE Total

| Item | Vol | Unit | GHV | Unit | Nilai Energi | Unit |
|-------------------|----------|----------|------|------------|--------------|-------|
| Oil | 10600 | BPD | 8400 | kCal/Liter | 55116,47 | MMBTU |
| Gas | 41,43 | MMSCFD | 1131 | btu/scf | 46857,33 | MMBTU |
| Flare | 1,00 | MMSCFD | 1131 | btu/scf | 1131,00 | MMBTU |
| Total dg flare | 17910,69 | BOE/hari | | | 103104,80 | |
| Total tanpa flare | 17738,39 | BOE/hari | | | 101973,80 | |
| Fuel Gas | 4,84 | MMSCFD | 1131 | btu/scf | 5475,22 | MMBTU |
| | 834,112 | BOE/hari | | | | |

IKE Eksisting = 0,053 MMBTU/BOE

IKE Planning = 0,051 MMBTU/BOE

Estimasi Biaya

Estimasi biaya pemasangan lampu dengan menggunakan sensor dan perbandingan penggunaan musicool dengan freon ditunjukkan pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Estimasi Biaya Penghematan

| Investasi Lampu Dengan Penggunaan Sensor (Rupiah/tahun) | | Penggunaan AC Dengan Musicool (Rupiah/tahun) | Penggunaan AC Dengan Refrigerant (Rupiah/tahun) |
|---|-------------------|--|---|
| Infrared | Intensitas cahaya | Tabung MUSICOOL MC 22 RP. 250.000 @ 3 KG | FREON R22 DUPONT RP. 850.000 @3 KG |
| Gedung | Teras | | |
| 141.300.000 | 8.720.000 | | |
| | | 60.000.000 | 204.000.000 |

Sumber : <http://www.globalindoprima.com/>

5.1.3 Penggunaan refrigeran MUSICOOL untuk retrofit di peralatan AC

Musicool adalah refrigeran dengan komposisi dominan hydrocarbon yang diproduksi sendiri oleh PERTAMINA. Dari beberapa hasil penerapan di Industri penggunaan *refrigerant Hydrocarbon* untuk menggantikan refrijerant baik R134a maupun R22 dapat memberikan penghematan daya sampai 30%.

Tabel 5.6 memperlihatkan bahwa penggantian refrigeran R134a maupun R22 dengan Musicool bisa menghemat konsumsi energi total dari 973,38 kWh menjadi 681,64 kWh jika perhari dioperasikan 10 jam atau berkurang sebesar

292,13 kWh perhari. Jika dikonversikan dalam kebutuhan fuel gas maka didapatkan penghematan sebesar 0,00211522466 MMSCFD.

Tabel 5.6 Konsumsi Energi AC

| No | Nama Gedung | Daya AC Tiap Gedung (W) | Musicool | Penghematan Daya AC (W) | Penghematan Fuel Gas (MMSCFD) |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 | Building Utilities | | | | |
| 2 | Mess Bougenville | 774,00 | 541,80 | 232,20 | 0,00001681272 |
| 3 | Mess Kenanga | | | | |
| 4 | Mess Anggrek | 432,40 | 302,68 | 129,72 | 0,00000939253 |
| 5 | Mess Raflesia | 928,40 | 649,88 | 278,52 | 0,00002016657 |
| 6 | Mess Edelweise | 217,00 | 151,90 | 65,10 | 0,00000471364 |
| 7 | Mess Kaji Masjid Al-Hijrah | 329,50 | 230,65 | 98,85 | 0,00000715735 |
| 8 | Kantin | 558,60 | 391,02 | 167,58 | 0,00001213383 |
| 9 | Mess Kembar-A | 681,30 | 476,91 | 204,39 | 0,00001479910 |
| 10 | Mess Kembar-B | | | | |
| 11 | Flamboyant Crew Transport | | | | |
| 12 | Mess Teratai | 247,10 | 172,97 | 74,13 | 0,00000536747 |
| 13 | Gedung Serba Guna | 574,40 | 402,08 | 172,32 | 0,00001247704 |
| 14 | Production & Construction | 6.280,00 | 4.396,00 | 1.884,00 | 0,00013641327 |
| 15 | Is - BRD Building | | | | |
| 16 | Transport Office | 6.280,00 | 4.396,00 | 1.884,00 | 0,00013641327 |
| 17 | Transport Office | 6.280,00 | 4.396,00 | 1.884,00 | 0,00013641327 |
| 18 | Transport Office | 6.280,00 | 4.396,00 | 1.884,00 | 0,00013641327 |
| 19 | Transport Office | 6.280,00 | 4.396,00 | 1.884,00 | 0,00013641327 |
| 20 | Transport Office | 6.280,00 | 4.396,00 | 1.884,00 | 0,00013641327 |
| 21 | Electrical & Instrument Shop | 14.915,00 | 10.440,50 | 4.474,50 | 0,00032398153 |
| 22 | Wheel Maintenance | | | | |
| 23 | SHE Building | 14.915,00 | 10.440,50 | 4.474,50 | 0,00032398153 |
| 24 | Aed Building | 25.125,00 | 17.587,50 | 7.537,50 | 0,00054576170 |
| Total | | 97.377,70 | 68.164,39 | 29.213,31 | |
| (KW) | | 97,38 | 68,16 | 29,21 | 0,00211522466 |
| (kWh, beroperasi 10 jam) | | 973,78 | 681,64 | 292,13 | |

5.2 MEDIUM COST

Rimau sudah memiliki *Power Management System* yang bisa memonitor dan merekam konsumsi daya listrik untuk pompa yang beroperasi, sehingga bisa dilanjutkan dengan menambahkan program untuk memantau profil konsumsi energi yang nantinya bisa diterapkan untuk EMIS.

5.2.1 *Energy Management Information System (EMIS) - Real Time Energy Metering and Monitoring* pada peralatan proses produksi

Perusahaan eksplorasi minyak dan gas sangat membutuhkan sistem informasi yang mampu secara *real time* monitor konsumsi energi untuk semua unit. Sistem informasi ini disebut *Energy Management Information System* (EMIS). Kegunaan, manfaat dan kemampuan dari EMIS antara lain:

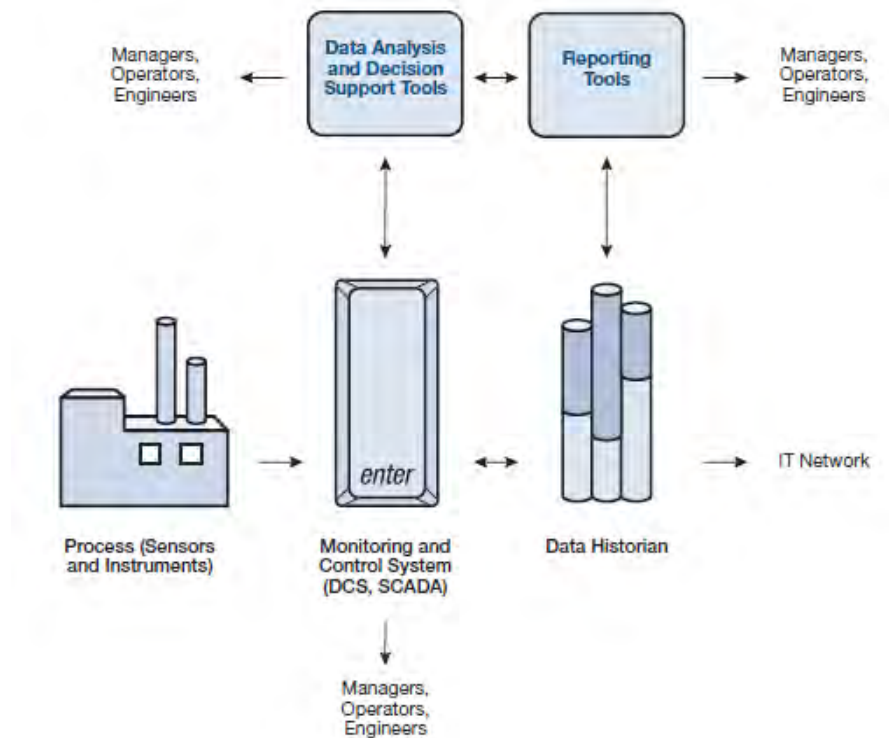
- Deteksi dini pada peralatan yang mengalami penurunan performa.
- Memberikan masukan yang efektif untuk pengambilan keputusan.
- Pelaporan energi yang efektif.
- Pencatatan dan penyimpanan data histori profil konsumsi energi tiap peralatan.
- Perhitungan target penurunan konsumsi energi.
- Perbandingan antara konsumsi energi aktual dan target.
- support untuk energy budgeting dan management accounting.

Selain itu EMIS dapat melakukan :

- Pembacaan seluruh meter energi dapat di ambil pada basis jam, basis shift, harian atau bulanan tanpa mengikutsertakan kesalahan manusia. Pembacaan ini bisa dijadikan sebagai bench marking dan untuk perbandingan bagi tindakan perbaikan.
- *Switching on/off* pada setiap beban bisa dilakukan secara *online*, sehingga mengurangi tenaga kerja manusia dibidang pemeliharaan kelistrikan.
- Pengoperasian peralatan tanpa beban (*idle*) dapat dikurangi.

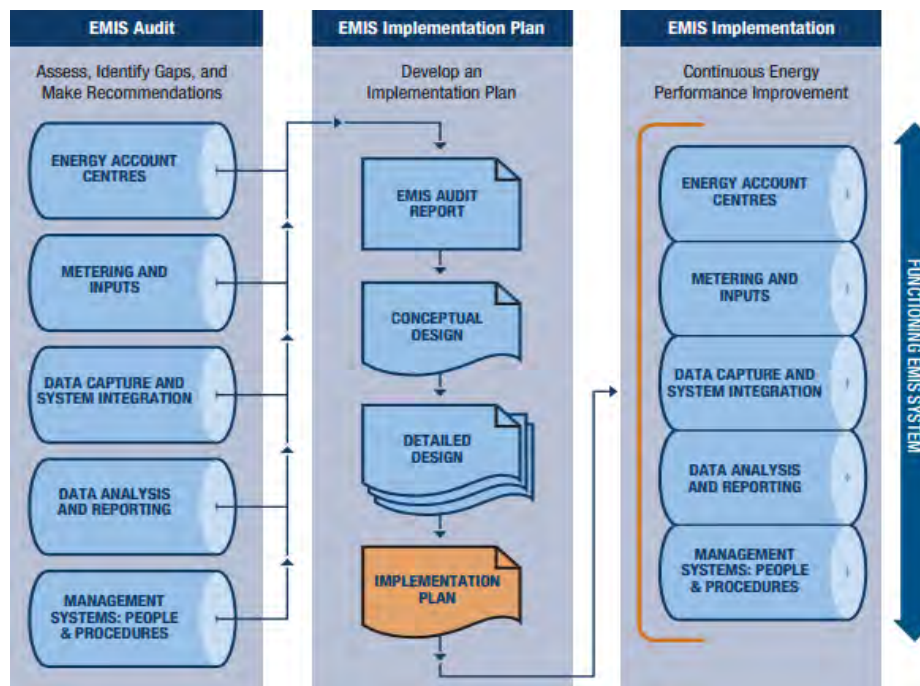
Mengetahui secara *real time* konsumsi energi dapat menghemat konsumsi energi karena sistem *real time* memberikan solusi secara cepat dan tepat. Apalagi jika digabungkan dengan pengoperasian dari beberapa pompa CTP dan WIP yang beroperasi paralel dengan kapasitas terlalu tinggi, akan banyak mengurangi konsumsi energi (perhitungan penghematan pada uraian selanjutnya).

Elemen dari EMIS adalah sebagai berikut :



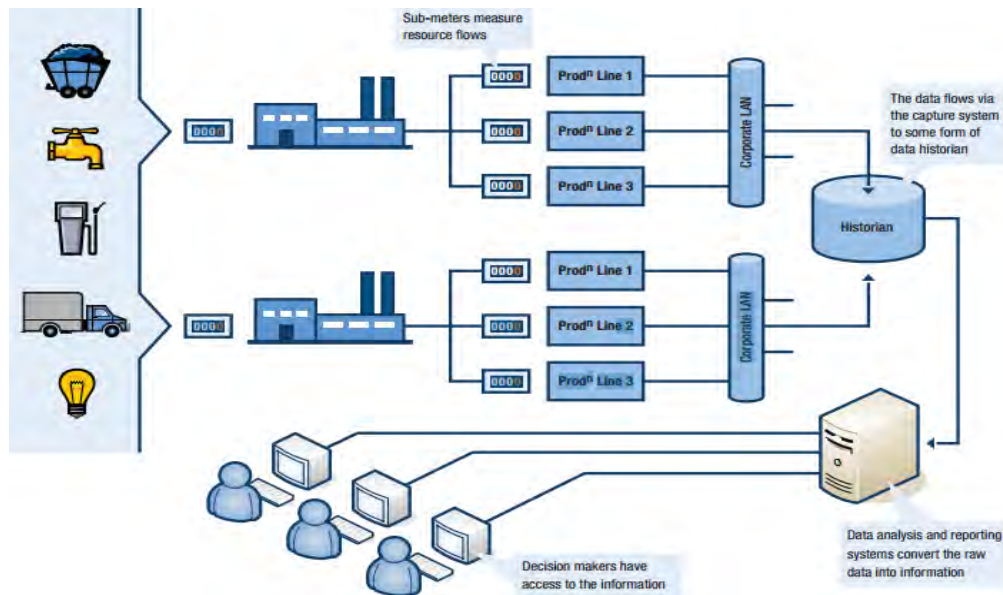
Gambar 5.2 Elemen EMIS

Tahapan dari EMIS Development dan Implementasi :



Gambar 5.3 Tahapan Dari EMIS Development dan Implementasi

Bagan sistem dari EMIS tergambar sebagai berikut :

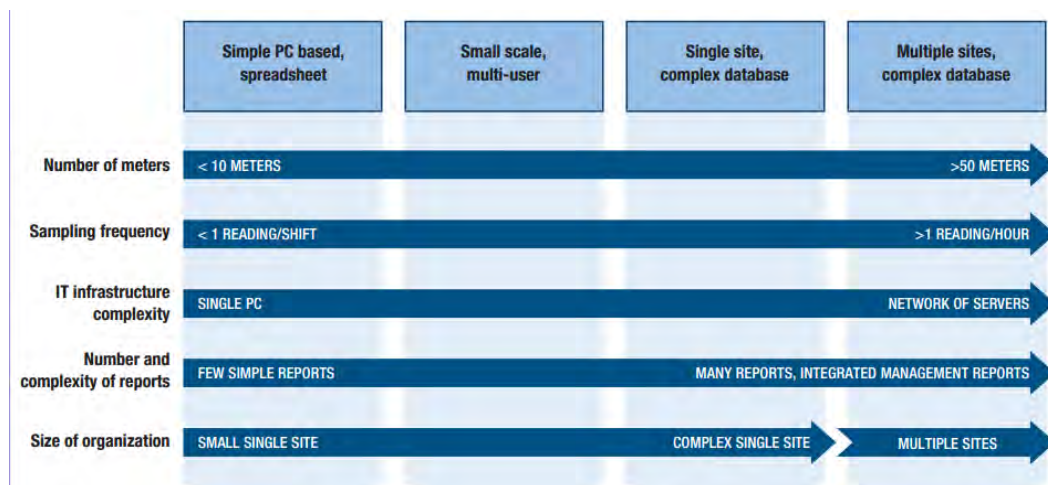


Gambar 5.4 Bagan Sistem Dari EMIS

Jenjang dari Sistem Metering EMIS sebagai berikut :

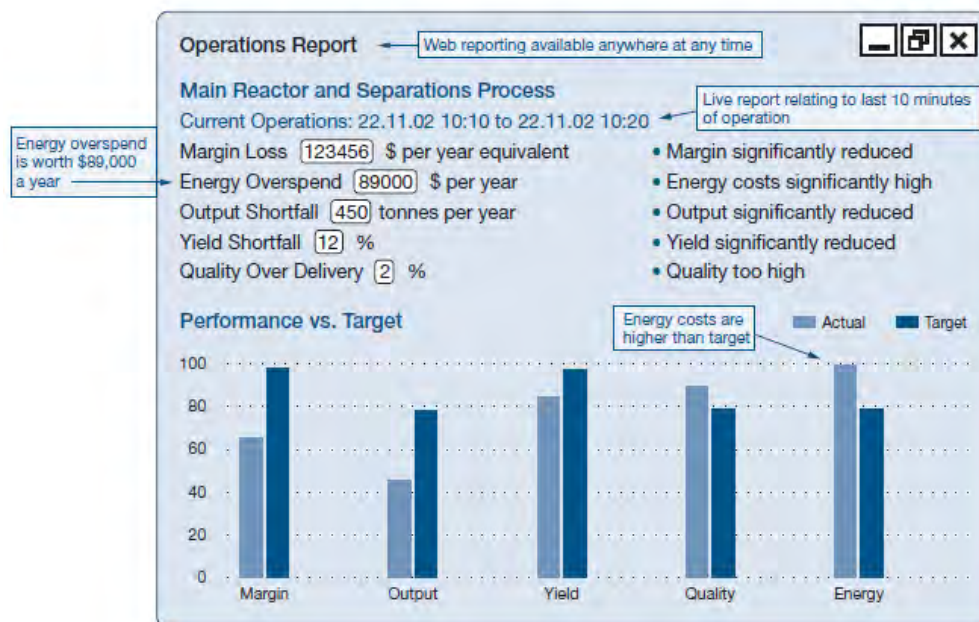


Gambar 5.5 Jenjang Dari Sistem Metering EMIS

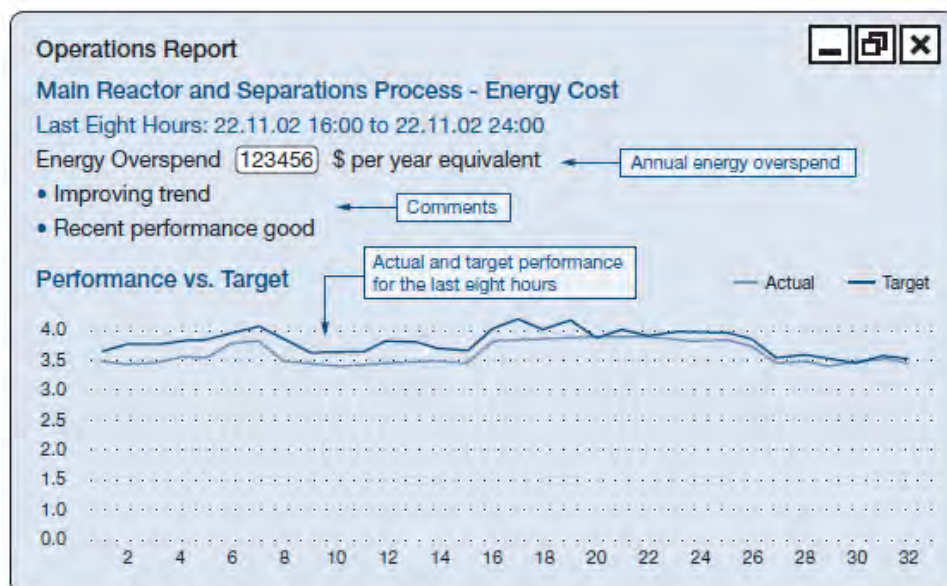


Gambar 5.6 Sistem Metering EMIS

Contoh *reporting* untuk penurunan performa dari unit



Gambar 5.7 Contoh *Reporting* Untuk Penurunan Performa Dari Unit



Gambar 5.8 Operations Report

Berbagai data dan fakta untuk penerapan EMIS pada bermacam perusahaan menunjukkan bahwa sistem ini bisa meningkatkan efisiensi dari unit sebesar rata – rata 7%. Hal ini karena ketepatan dan kecepatan mendapatkan data profil energi secara *real time* bisa dicapai serta solusi yang cepat dan tepat jika terjadi

penyimpangan performa peralatan.

Selain itu penggunaan EMIS untuk pengoperasian on/off dari beberapa pompa CTP dan WIP yang beroperasi paralel dengan kapasitas dan head berlebihan akan banyak mengurangi konsumsi energi. Dari beberapa pengalaman perusahaan yang telah menerapkannya penurunan konsumsi energi cukup besar yaitu berkisar 10% - 30%.

5.3 HIGH COST

Uraian diatas adalah program konservasi energi yang menelan biaya *low* dan *medium*, pada uraian sub bab 5.3 akan dianalisis program konservasi energi yang membutuhkan dana yang besar (*high cost*). Beberapa program yang membutuhkan biaya besar (*high cost*) antara lain:

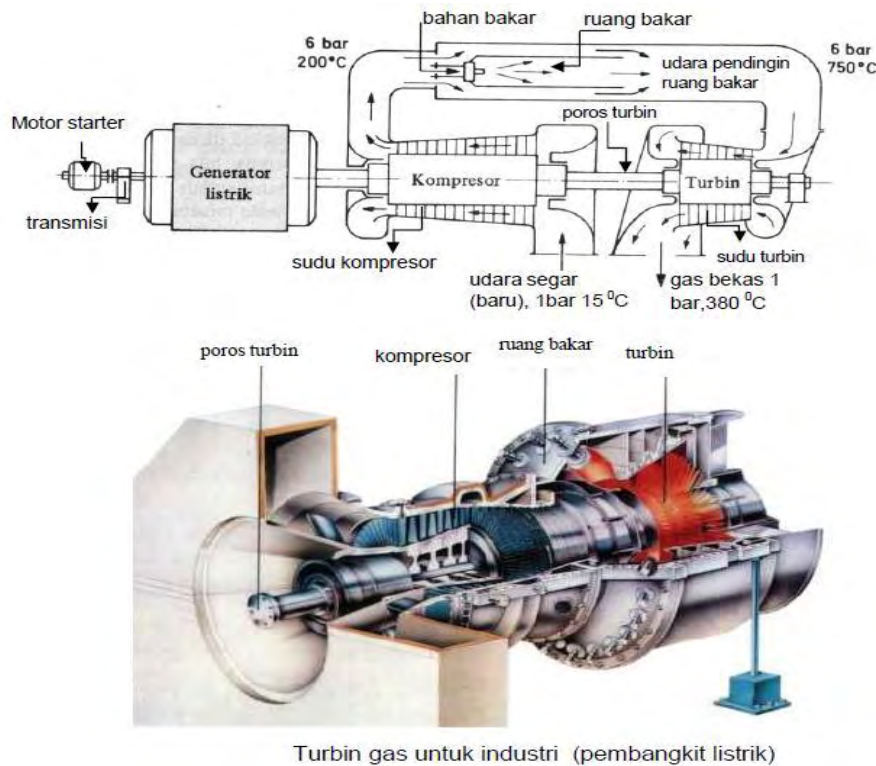
5.3.1 Pemanfaatan Flare

Nilai laju energi kalor yang dimiliki oleh *flare gas* masih sangat besar. Nilai minimal dari laju energi kalor *flare gas* adalah sebesar 13,81 MW. Hal ini menunjukkan bahwa *flare gas* memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi kalor bagi peralatan yang memanfaatkan energi kalor, atau juga bisa dimanfaatkan untuk memproduksi listrik.

Pembangkit Listrik Gas Turbine (GT)

Turbin gas digunakan untuk menggerakkan bermacam-macam peralatan, seperti pompa, generator listrik, dan kompresor.

Saat ini, sistem turbin gas telah banyak diterapkan untuk berbagai keperluan seperti mesin penggerak generator listrik, mesin industri, pesawat terbang dan lainnya. Sistem turbin gas dapat dipasang dengan cepat dan biaya investasi yang relatif rendah jika dibandingkan dengan instalasi turbin uap dan motor diesel untuk pusat tenaga listrik. Kelebihan turbin gas adalah efisien, rasio kompresi tinggi (20:1), ringkas, relatif ringan bobotnya dan emisi gas ramah lingkungan. Sedangkan kekurangan Turbin Gas yaitu desain kompleks dan relatif mahal.



Gambar 5.9 Turbin gas Untuk Industri (Pembangkit Listrik)

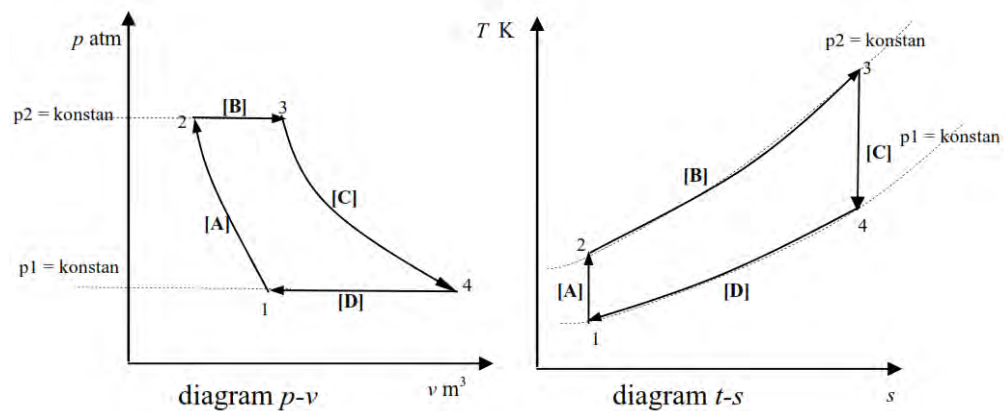
Dalam industri turbin gas umumnya diklasifikasikan dalam dua jenis yaitu :

- Turbin Gas Poros Tunggal (*Single Shaft*) : turbin jenis ini digunakan untuk menggerakkan generator listrik yang menghasilkan energi listrik untuk keperluan proses di industri.
- Turbin Gas Poros Ganda (*Double Shaft*) : turbin jenis ini merupakan turbin gas yang terdiri dari turbin bertekanan tinggi dan turbin bertekanan rendah, dimana turbin gas ini digunakan untuk menggerakkan beban yang berubah seperti kompresor pada unit proses.

Berdasarkan klasifikasi tersebut, maka digunakan turbin gas poros tunggal sebagai penghasil listrik.

5.3.2 Siklus Termodinamika Turbin Gas

Turbin gas merupakan suatu mesin yang bekerja mengikuti siklus termodinamik Brayton. Adapun siklus termodinamiknya pada diagram $p-v$ dan $t-s$ diberikan pada gambar 5.10.



Gambar 5.10 Diagram p-v dan T-s

Urutan proses kerja sistem turbin gas pada gambar 5.10 adalah:

- 1-2** Proses kompresi adiabatik udara pada kompresor, tekanan udara naik [A].
- 2-3** Proses pembakaran campuran udara dan bahan-bakar pada tekanan konstan, dihasilkan panas pada ruang bakar [B].
- 3-4** Proses ekspansi adiabatik gas pembakaran pada turbin dihasilkan kerja turbin berupa putaran poros dan gaya dorong, tekanan turun [C].
- 4-1** Proses pembuangan kalor pada tekanan konstan [D].

Dari diagram $T-S$ dapat dilihat setelah proses kompresi pada kompresor temperatur naik yaitu T_2 dari temperatur atmosfer T_1 dan tekanan naik dari p_1 menjadi p_2 , temperatur dan tekanan ini diperlukan untuk proses pembakaran. Setelah bahan bakar disemprotkan, kemudian bercampur dengan udara mampat didalam ruang bakar dan dinyalakan, terjadi proses pembakaran, temperatur naik lagi sampai T_3 . Temperatur T_3 adalah temperatur gas pembakaran yang akan masuk turbin, temperatur ini dibatasi oleh ketahanan material turbin pada suhu tinggi. Setelah proses ekspansi pada turbin, temperatur gas sisa menjadi turun sampai T_4 dan temperatur gas sisa ini masih tinggi diatas temperature T_1 .

Ada banyak tipe turbin gas dengan prinsip kerja menggunakan siklus Bryton. Siklus tersebut adalah siklus dasar yang menjadi patokan dalam perancangan turbin gas. Secara teoritis tidak ditemukan kekurangan, namun pada kenyataannya, pembuatan turbin gas menemui banyak kekurangan, terutama yang berhubungan dengan efisiensi pemakaian bahan bakar dan ketersediaan material yang bekerja pada temperatur tinggi. Perkembangan tipe turbin gas sudah banyak

dilakukan. Berikut ini adalah dasar proses perkembangan turbin gas.

1. Pemakaian bahan bakar harus lebih bervariasi tidak hanya untuk bahan bakar cair dan gas saja, hal ini dilakukan untuk pencegahan singgungan fluida kerja dengan lingkungan, khususnya untuk bahan bakar nuklir. Untuk keperluan tersebut, dibuat turbin gas terbuka dan tertutup atau turbin gas langsung dan tidak langsung.
2. Pemakaian turbin gas yang semakin meluas, selain digunakan untuk pembangkit daya dorong dan pembangkit listrik, turbin gas sekarang banyak digunakan untuk penggerak mula, contohnya penggerak pompa dan kompresor pada industri-industri atau pusat pembangkit tenaga (*power plant*). Untuk keperluan tersebut, dibuat turbin gas dengan model satu poros dan dua poros.

5.3.3 Efisiensi Turbin Gas

Pemakaian turbin gas banyak menguntungkan sebagai pengganti sumber penggerak lain. Bentuk turbin gas adalah lebih simple dan tempat yang digunakan tidak terlalu besar. Selain itu, jika dibandingkan dengan turbin uap, dalam hal pengoperasian, turbin gas lebih mudah dioperasikan, lebih mudah dikendalikan dan instalasi dari turbin gas lebih sederhana. Akan tetapi, jika ditinjau secara aktual efisiensi turbin gas masih rendah.

Dari gambar 6.1 diagram p - v dan t - s , dapat dilihat bahwa, pemasukan panas berlangsung pada tekanan tetap :

$$q_{masuk} = mc_p(T_3 - T_2) \quad 5-2$$

Pengeluaran panas juga pada tekanan konstan;

$$q_{keluar} = mc_p(T_4 - T_1) \quad 5-3$$

Sehingga, kerja berguna dapat dirumuskan sebagai berikut;

$$W_{berguna} = q_{masuk} - q_{keluar} = mc_p(T_3 - T_2) - mc_p(T_4 - T_1) \quad 5-4$$

Efisiensi didefinisikan sebagai perbandingan kerja berguna dengan energi kalor yang masuk, dirumuskan sebagai berikut;

$$\eta = \frac{W_{berguna}}{q_{masuk}} = \frac{q_{masuk} - q_{keluar}}{q_{masuk}} \quad 5-5$$

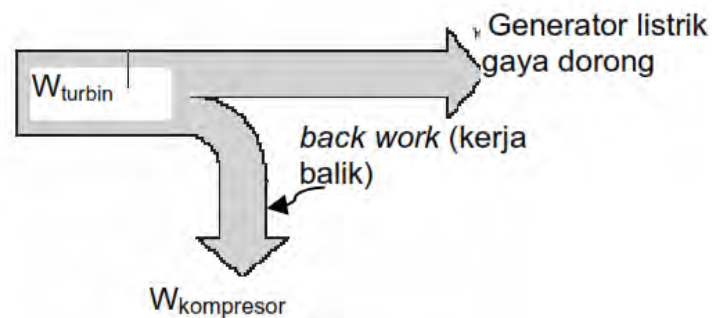
Dapat ditulis;

$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2}, \text{ atau } \eta = 1 - \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \quad 5-6$$

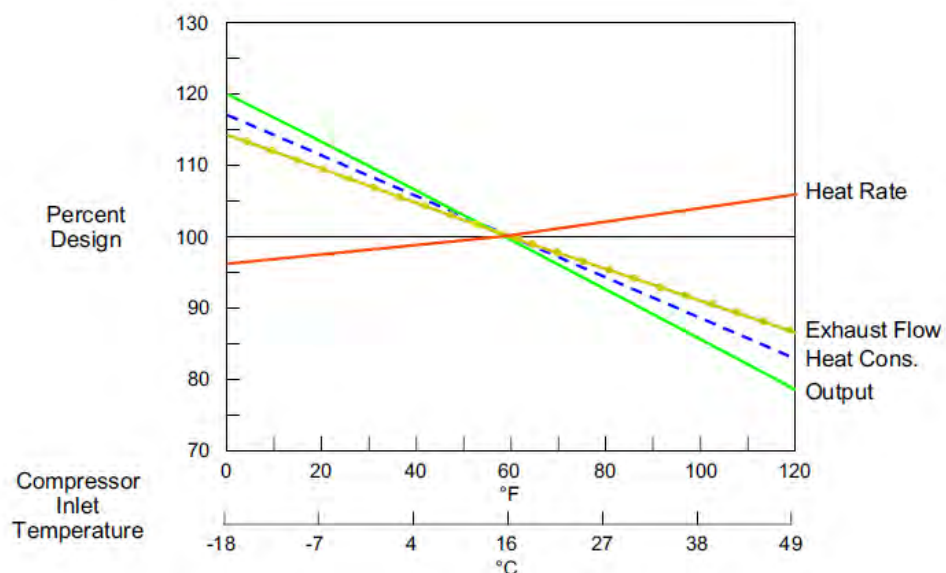
Dimana C_p kapasitas jenis pada tekanan konstan

$$\gamma = \frac{C_p}{C} \quad 5-7$$

Jadi, untuk menaikkan efisiensi turbin gas, kompresor yang digunakan harus memiliki perbandingan tekanan $\frac{P_2}{P_1}$ yang tinggi. Bagian dari kerja turbin yang digunakan untuk menggerakkan kompresor dinamakan *back work ratio*. Dengan perbandingan daya pada turbin gas biasanya 3:2:1,3 untuk daya turbin, 2 untuk kompresor, dan 1 untuk generator listrik. Sebagai contoh untuk menggerakkan generator listrik 100kW, turbin gas harus mempunyai daya 300kW, karena harus menggerakkan kompresor sebesar 200 kW.



Gambar 5.11 Backwork turbin gas



Gambar 5.12 Pengaruh Ambien Temperatur

Dengan alasan itu, banyak faktor yang harus diperhatikan terutama untuk

mengoptimalkan kerja kompresor. Contohnya suhu masuk kompresor T₁ tidak terlalu tinggi, dengan alasan pada suhu yang tinggi kerja kompresor bekerja lebih berat. Dengan kerja kompresor lebih berat, maka daya yang diambil dari daya turbin lebih banyak sehingga mengurangi bagian yang lainnya.

PERENCANAAN GAS TURBIN (DESIGN RATINGS)

Fuel Flow : 1 MMSCFD

Air Flow : 180 kg/sec

Turbine Exit Gas Temperature : 527.2 °C

Power : 50000 kW

LHV Heat Rate : 10080 Btu/kW hr

Mol. Wt. CH₄ : 16.04 g/mol

LHV CH₄ : 802.42 kJ/mol

Basis : 1 hr of operation

Mol. Wt. Air : 28.85 g/mol

Mols CH₄ = (Mass CH₄) / (Molecular Weight CH₄) = 1.45E+06 mols

Mols O₂ Req'd = 2 * (Mols CH₄) = 2.91E+06 mols

Mols Air Req'd = (Mols O₂ Req'd) / 0.21 = 1.38E+07 mols

Mass Air Req'd = (Mols Air Req'd) * (Molecular Weight Air) = 3.99E+05 kg/hr

Percent Excess Air

Air Used = Air Flow

$$\text{Percent Excess Air} = \frac{\text{Supplied Air} - \text{Required Air}}{\text{Required Air}} \times 100\% = 223.1$$

Combustion Gases : Material Balances

Mols CO₂ = Mols CH₄ = 1.454E+06

Mols O₂ = (Mols Supplied - Mols Required For Combustion) = 6.485E+06

Mols N₂ = (Mols O₂ Supplied) * 79/21 = 3.533E+07

Mols H₂O = 2 * Mols CH₄ = 2.907E+06

LHV Heat Rate and Efficiency

Heat Rate = 10080 Btu/kW•hr

$$\begin{aligned} \text{Efficeiency} &= \frac{1}{\text{Heat Rate}} = \frac{1}{10080} \frac{\text{kW hr}}{\text{Btu}} \times \frac{1 \text{ Btu}}{1.055 \text{ kJ}} \times 3600 \frac{\text{kJ}}{\text{kW hr}} \\ &= 0.3385 \\ &= 33.85 \% \end{aligned} \quad 5-8$$

Energy Balance dari Gas Turbine

Datum : 25 °C All Gases

Energy Balance:

$$H_{IN} - \Delta H_{RXN} + Q = H_{OUT} + W \quad 5-9$$

jika diasumsikan 25 °C,

- ΔH_{RXN} = Apparent LHVEnthalpi dari Gases keluaran

| Component | a | b | c | d | T (K) | T _{DATUM} (K) | h _{OUT} (J/mole) | moles | H _{OUT} (kJ) |
|------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|------------------------|---------------------------|-----------|-----------------------|
| H ₂ O | 32.24 | 1.92E-03 | 1.06E-05 | -3.60E-09 | 800.4 | 298.0 | 18075.3 | 2.907E+06 | 5.25E+07 |
| N ₂ | 28.9 | -1.57E-03 | 8.08E-06 | -2.87E-09 | 800.4 | 298.0 | 15105.8 | 3.533E+07 | 5.34E+08 |
| O ₂ | 25.48 | 1.52E-02 | -7.16E-06 | 1.31E-09 | 800.4 | 298.0 | 15966.4 | 6.485E+06 | 1.04E+08 |
| CO ₂ | 22.26 | 5.98E-02 | -3.50E-05 | 7.47E-09 | 800.4 | 298.0 | 22761.1 | 1.454E+06 | 3.31E+07 |
| | | | | | | | | Total | 7.23E+08 |

Analisis biaya untuk pemanfaatan Gas Turbin

Estimasi Biaya Investasi

Table 5.7 Estimasi Biaya Investasi

| \$/kW | kW | Biaya Investasi (USD) |
|-------|--------|-----------------------|
| 500 | 50.000 | 2.7500.000 |

A. Perhitungan *annual cash inflow*

Harga listrik dari PT PLN (PERSERO) untuk golongan tarif industri adalah Rp 1000/kWh. Dengan menggunakan energi yang mampu dibangkitkan oleh Gas Turbin dan harga listrik maka dapat dihitung besarnya *annual cash inflow* untuk pemanfaatan *flare gas* sebagai bahan bakar. Perhitungan *annual cash inflow* untuk pemanfaatan Gas Turbin adalah sebagai berikut,

a. *Annual cash inflow* untuk pemanfaatan GT

$$\begin{aligned} \text{Annual cash inflow (1 unit)} &= 200.000 \text{ MWh} \times \text{Rp. 1000 /kWh} \\ &= \text{Rp. 20.000.000.000,-} \end{aligned}$$

Nilai *annual cash inflow* ini menunjukkan besarnya penghematan yang diperoleh dalam periode 1 tahun untuk pemanfaatan *flare gas* sebagai bahan bakar Gas Turbin. Nilai *annual cash inflows* sangat tinggi jika dibandingkan dengan total investasi Gas Turbin sebesar 2.750.000 US\$.



Gambar 5.13. spesifikasi gas turbin

5.4 Penghematan Air

Langkah - langkah yang dapat dilakukan dalam penghematan pada air adalah sebagai berikut :

1. Menutup kran air sebelum meninggalkan kamar mandi.
2. Memperbaiki selang-selang air, pipa atau kran air yang mengalami kerusakan atau kebocoran air.
3. Menutup kran air saat sedang menggunakan alat plambing, seperti sikat gigi dalam keadaan kran masih terbuka.

5.5 Kendaraan

- a. Perlu diadakan pencatatan pada setiap pengisian bahan bakar untuk semua kendaraan, baik pengisian yang dilakukan di dalam maupun di luar Stasiun Kaji.
- b. Pelaksanaan uji emisi sebaiknya dilakukan sesuai dengan peraturan pemerintah.
- c. Pembersihan saringan udara (*air cleaner*) secara intensif pada saat perawatan berkala. Hal ini mengingat kondisi udara di kawasan Rimau Asset yang sangat berdebu. Penggunaan saringan udara yang kotor tidak

hanya mengurangi tenaga mesin, tetapi juga menyebabkan pemborosan bahan bakar serta menimbulkan asap hitam yang berlebihan.

- d. Penggunaan *diesel particulate filter* (DPF) untuk mereduksi kandungan partikel (karbon tak terbakar dan abu) dalam gas buang.

5.6 JADWAL PROGRAM

Tabel 5.8 Jadwal Program

| No. | Rekomendasi | Investasi | Jadwal Pelaksanaan | | | | | | | | | | | |
|-----|--|-----------|--------------------|----|-----|----|------|----|-----|----|------|----|-----|----|
| | | | 2014 | | | | 2015 | | | | 2016 | | | |
| | | | I | II | III | IV | I | II | III | IV | I | II | III | IV |
| 1 | Penggantian lampu TL dengan yang lebih hemat seperti LED | Low | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Pemasangan sensor pada lampu dan AC | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Pemasangan Metering Air pada setiap Cluster fasilitas gedung (ruang makan, mesjid, kamar-kamar, dan kantor) | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Penggantian refrigerant sintesis dengan hydrocarbon | Medium | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Root Cause Failure Analysis pada gas engine yang rusak | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Penerapan RCM (Reliability Centered Maintenance) yang menggabungkan Preventive Maintenance, Predictive Maintenance (Condition Based Maintenance) serta Breakdown Maintenance | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Implementasi EMIS | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Energy Champion Program | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Pembangunan Turbin Gas untuk pembangkit listrik | High | | | | | | | | | | | | |

BAB VI KESIMPULAN

Dari seluruh rangkaian kegiatan studi energi yang dilakukan di Blok Rimau yaitu: Kaji, Semoga, Kaji Satellite, dan Old Rimau (Tabuan, Langkap dan Kerang), serta gedung di lingkungan stasiun Kaji dan kendaraan untuk personel yang digunakan di lingkungan Rimau Asset seperti yang dipaparkan pada bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut.

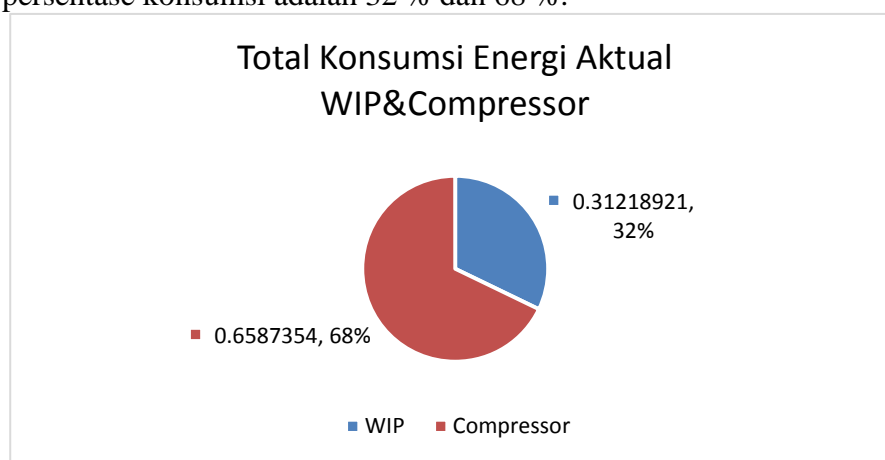
6.1 Sistem Produksi

- a. Tingkat konsumsi energi untuk proses produksi di Stasiun Kaji, Stasiun Semoga dan Stasiun Kaji Satelit berturut-turut :

Tabel 6.1 Tingkat Konsumsi Energi Masing-Masing Stasiun

| Station | Konsumsi Energi | | |
|--------------|-----------------|-------------|-------------|
| | Gas Engine | Heater | Total |
| | (MMBtu/day) | (MMBtu/day) | (MMBtu/day) |
| Kaji | 2262 | 339.3 | 2601.3 |
| Semoga | 1684.008 | 0 | 1684.008 |
| Kaji Satelit | 1233.972 | 339.3 | 1573.272 |
| Flare | | | 1131 |
| Total | | | 6989.58 |

- b. Peralatan yang dominan mengkonsumsi energi di ketiga stasiun adalah *water injection pump* (WIP) dan *compressor-gas engine* dengan rata-rata persentase konsumsi adalah 32 % dan 68 %.



Gambar 6.1 Diagram Pie Chart Total Konsumsi Energi Aktual WIP & Compressor

- c. Nilai IKE (Intensitas Konsumsi Energy) untuk produksi minyak

Tabel 6.2 Nilai IKE Untuk Produksi Minyak

| Item | Vol | Unit | GHV | Unit | Nilai Energi | Unit |
|-------------------|----------|----------|------|------------|--------------|-------|
| Oil | 10600 | BPD | 8400 | kCal/Liter | 55116.47 | MMBTU |
| Gas | 41.43 | MMSCFD | 1131 | btu/scf | 46857.33 | MMBTU |
| Flare | 1.00 | MMSCFD | 1131 | btu/scf | 1131.00 | MMBTU |
| Total dg flare | 17910.69 | BOE/hari | | | 103104.80 | |
| Total tanpa flare | 17738.39 | BOE/hari | | | 101973.80 | |
| Fuel Gas | 4.84 | MMSCFD | 1131 | btu/scf | 5475.22 | MMBTU |
| | 834.112 | BOE/hari | | | | |

Catatan: 1 MMSCFD setara 172.3 BOE

$$\text{IKE} = \begin{matrix} 0.053 & \text{MMBTU/BOE} & (\text{flare diperhitungkan}) \\ 0.054 & \text{MMBTU/BOE} & (\text{flare tidak diperhitungkan}) \end{matrix}$$

Suhu dan tekanan untuk gas adalah 60°F dan 14,7 psia.

- d. Peralatan yang paling berpengaruh terhadap sistem adalah *compressor-gas engine* dengan penggunaan gas fuel sebesar 0,6587354 MMSCFD.
- e. Dari perbandingan antara efisiensi standar (efisiensi *vendor*) dan efisiensi aktualnya, ketiga stasiun masih bekerja di bawah efisiensi standar. Hal ini berarti masih ada kemungkinan perbaikan di ketiga stasiun.

6.2 Water Injection Pump

- a. Load Factor pada Stasiun Semoga berkisar antara 51 – 58 %, Stasiun Kaji sebesar 55 – 61 %, dan Stasiun Satelit sebesar 51,98%.
- b. Kapasitas pengoperasian pompa masih dibawah kapasitas desain.

6.3 Crude Transfer Pump

- a. Kapasitas pengoperasian pompa masih dibawah kapasitas desain.
- b. Performance pompa yang beroperasi masih dibawah standar manufaktur.

6.4 Kompresor dan Gas Engine

- a. Capacity kompresor di Stasiun Semoga bervariasi dengan nilai antara 81,3 - 93,1 %, Stasiun Satelite dengan nilai antara 38,6 – 89,5 %, Stasiun Kaji dengan nilai antara 65,4 – 79,6% ditunjukkan pada tabel 6.3 .

Tabel 6.3 Kapasitas Kompresor Masing-Masing Stasiun

| Station | No. Unit | Design | Actual | Capacity |
|----------------|-----------------|--------|--------|----------|
| | | kW | kW | % |
| Semoga Station | AR#01 Semoga | 811,2 | 658,4 | 81,2 |
| | AR#02 Semoga | 811,2 | 674,4 | 83,1 |
| | AR#05 Semoga | 811,2 | 697,7 | 86,0 |
| | AR#06 Semoga | 811,2 | 718,3 | 88,5 |
| | AR#07 Semoga | 811,2 | 755,5 | 93,1 |
| Kaji Satellite | AR#01 Satellite | 811,2 | 313,1 | 38,6 |
| | AR#02 Satellite | 811,2 | 344,6 | 42,5 |
| | AR#04 Satellite | 811,2 | 726 | 89,5 |
| Kaji Station | AR#08 Kaji | 999,0 | 706,3 | 65,4 |
| | AR#11 Kaji | 999 | 706,3 | 70,7 |
| | DR#01 Kaji | 604,26 | 481 | 79,6 |
| | DR#02 Kaji | 604,26 | 481 | 79,6 |
| | DR#03 Kaji | 604,26 | 481 | 79,6 |
| | DR#04 Kaji | 604,26 | 481 | 79,6 |
| | Total | | 9097,8 | |

- b. Tabel 6.4 memperlihatkan besar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dari total keseluruhan kompresor yang beroperasi di Blok Rimau yaitu 170,8 MBTU/kW.

Tabel 6.4 Nilai IKE Total Kompresor

| Item | Vol | Unit | GHV | Unit | Nilai Energi | Unit |
|----------|-----------|----------|---------|---------|--------------|-------|
| Power | 9097,78 | kW | 81891,4 | btu/day | 745,03 | MMBTU |
| Fuel Gas | 1,3740 | MMSCFD | 1131 | btu/scf | 1553,99 | MMBTU |
| | 236,74013 | BOE/hari | | | | |

Catatan: 1 MMSCFD setara 172.3 BOE

IKE = 170,8102 MBTU/kW

- c. Emisi gas buang dari kompresor-*gas engine* di Stasiun Kaji untuk parameter NO_x, CO, CO₂, dan HC masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan bahkan untuk emisi CO, CO₂, dan HC masih di bawah 50% dari standar yang telah ditetapkan. Tetapi, untuk emisi NO_x untuk KKJ-DR#2 walaupun nilainya masih di bawah standar tapi nilainya mendekati batas standar.
- d. Jumlah kalor yang dikeluarkan gas engine melalui exhaust sebesar 10,009 Btu/min = 600,540 Btu/hr (pada kondisi buangan stack 350 F) dimana total energi dari bahan bakar sekitar 5,300,000 Btu/hr atau sekitar rata-rata

mencapai 11,3% dari energi yang dihasilkan oleh bahan bakar (Pada beban 75%). Nilai energi tersebut berpotensi untuk dimanfaatkan lagi untuk proses maupun pembangkit listrik memanfaatkan waste gas seperti halnya Organic Rankine Cycle (ORC).

- e. Load faktor *gas engine* pada berbagai station bervariasi dari 12,3 – 77,9 %

Tabel 6.5 Load Faktor Gas Engine Masing-Masing Stasiun

| STATION | UNIT NO. | Load | | Load Factor |
|----------------|--------------------------|----------------|----------------|-------------|
| | | Design (kW) | Aktual (kW) | |
| Kaji | G-3516, GENSET #01, PP B | 770 | 550 | 0,714 |
| | G-3516, GENSET #02, PP A | 770 | 480 | 0,623 |
| | G-3516, GENSET #02, PP B | 770 | 550 | 0,714 |
| | LU #03 PP A (Rental) | 770 | 455 | 0,591 |
| | LU #04 PP A (Rental) | 770 | 456 | 0,592 |
| | G-3516, GENSET #04, PP B | 770 | 540 | 0,701 |
| | G-3516, GENSET #05, PP B | 770 | 520 | 0,675 |
| | G-3516, GENSET #06, PP B | 770 | 500 | 0,649 |
| | G-3516, GENSET #01, PP A | 770 | 480 | 0,623 |
| | G-3516, GENSET #03, PP B | 770 | 0 | 0,000 |
| Semoga | G-3516, GENSET #01 | 770 | 500 | 0,649 |
| | G-3516, GENSET #02 | 770 | 500 | 0,649 |
| | G-3516, GENSET #03 | 770 | 500 | 0,649 |
| | G-3516, GENSET #04 | 770 | 580 | 0,753 |
| | G-3516, GENSET #05 | 770 | 600 | 0,779 |
| | G-3516, GENSET #06 | 770 | 620 | 0,805 |
| | G-3516, GENSET #07 | 770 | 620 | 0,805 |
| | G-3516, GENSET #08 | 770 | 620 | 0,805 |
| Kaji Satellite | G-3516, GENSET #01 | 770 | 600 | 0,779 |
| | G-3516, GENSET #02 | 770 | 550 | 0,714 |
| | G-3516, GENSET #03 | 770 | 0 | 0,000 |
| | G-3516, GENSET #04 | 770 | 600 | 0,779 |
| | G-3516, GENSET #05 | 770 | 600 | 0,779 |
| | G-3516, GENSET #06 | 770 | 600 | 0,779 |
| Tengguleng | G-3412, GENSET #01 | 770 | 0 | 0,000 |
| | LU #02 (D-3406) | 770 | 0 | 0,000 |
| Langkap | LU #01 Langkap | 770 | 130 | 0,169 |
| | LU #02 Langkap (Atamora) | 770 | 177 | 0,230 |
| Kerang | MTU | 770 | 0 | 0,000 |

6.5 Gas Engine pada Genset

- Gas engine* pada *genset* bekerja pada *load* menengah (59,09 % sampai 80,52 %). Dengan *load* yang tidak maksimal maka terdapat potensi energi yang masih bisa dimanfaatkan sebesar 1541,593 kW dengan asumsi bahwa *genset* mempunyai *output* 820 kW pada *load* 100%.
- Specific fuel consumption* (SFC) yang dimiliki *gas engine* lebih besar daripada yang ditetapkan oleh pabrik. SFC adalah sebesar 0,101

MMSCFD di Stasiun Kaji, 0,127 MMSCFD di Stasiun Semoga, dan 0,11 MMSCFD di Stasiun Kaji Satellite.

6.7 Flare

- Nilai laju energi kalor yang dimiliki oleh *flare gas* masih besar. Nilai dari laju energi kalor *flare gas* adalah sebesar 1.39 MMSCFD atau 19,20 MW. Hal ini menunjukkan bahwa *flare gas* memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi kalor bagi peralatan yang memanfaatkan energi kalor.
- Pemanfaatan flare sebagai pengganti gas engine
Besarnya flare diseluruh area adalah 1.39 MMSCFD. Jika flare tersebut dapat dimanfaatkan 80% atau sekitar 1.11 MMSCFD untuk menggerakkan gas turbin dengan daya output sebesar 5.05 MW maka dapat menghemat pemakaian bahan bakar sebagai pengganti gas engine.

Tabel 6.6 Fuel Consumption gas engine

| STATION | UNIT NO. | Load | | GHV btu/scf | Fuel Consumption btu/hp-h | Volume | |
|----------------|--------------------------|--------|--------|----------------|------------------------------|----------|----------|
| | | Design | Aktual | | | MMBtu/h | MMSCFD |
| | | (kW) | (kW) | | | | |
| Kaji | G-3516, GENSET #01, PP B | 770 | 550 | 1131 | 7859 | 5.792083 | 0.122909 |
| | G-3516, GENSET #02, PP A | 770 | 480 | 1131 | 7859 | 5.054909 | 0.107266 |
| | G-3516, GENSET #02, PP B | 770 | 550 | 1131 | 7859 | 5.792083 | 0.122909 |
| | LU #03 PP A (Rental) | 770 | 455 | 1131 | 7859 | 4.791632 | 0.101679 |
| | LU #04 PP A (Rental) | 770 | 456 | 1131 | 7859 | 4.802163 | 0.101903 |
| | G-3516, GENSET #04, PP B | 770 | 540 | 1131 | 7859 | 5.686772 | 0.120674 |
| | G-3516, GENSET #05, PP B | 770 | 520 | 1131 | 7859 | 5.476151 | 0.116205 |
| | G-3516, GENSET #06, PP B | 770 | 500 | 1131 | 7859 | 5.26553 | 0.111735 |
| | G-3516, GENSET #01, PP A | 770 | 480 | 1131 | 7859 | 5.054909 | 0.107266 |
| Semoga | G-3516, GENSET #03, PP B | 770 | 0 | 1131 | 7859 | 0 | 0 |
| | G-3516, GENSET #01 | 770 | 500 | 1131 | 7859 | 5.26553 | 0.111735 |
| | G-3516, GENSET #02 | 770 | 500 | 1131 | 7859 | 5.26553 | 0.111735 |
| | G-3516, GENSET #03 | 770 | 500 | 1131 | 7859 | 5.26553 | 0.111735 |
| | G-3516, GENSET #04 | 770 | 580 | 1131 | 7859 | 6.108015 | 0.129613 |
| | G-3516, GENSET #05 | 770 | 600 | 1131 | 7859 | 6.318636 | 0.134082 |
| | G-3516, GENSET #06 | 770 | 620 | 1131 | 7859 | 6.529257 | 0.138552 |
| | G-3516, GENSET #07 | 770 | 620 | 1131 | 7859 | 6.529257 | 0.138552 |
| | G-3516, GENSET #08 | 770 | 620 | 1131 | 7859 | 6.529257 | 0.138552 |
| Kaji Satellite | G-3516, GENSET #01 | 770 | 600 | 1131 | 7859 | 6.318636 | 0.134082 |
| | G-3516, GENSET #02 | 770 | 550 | 1131 | 7859 | 5.792083 | 0.122909 |
| | G-3516, GENSET #03 | 770 | 0 | 1131 | 7859 | 0 | 0 |
| | G-3516, GENSET #04 | 770 | 600 | 1131 | 7859 | 6.318636 | 0.134082 |
| | G-3516, GENSET #05 | 770 | 600 | 1131 | 7859 | 6.318636 | 0.134082 |
| | G-3516, GENSET #06 | 770 | 600 | 1131 | 7859 | 6.318636 | 0.134082 |

| STATION | UNIT NO. | Load | | GHV btu/scf | Fuel Consumption btu/hp-h | Volume | |
|------------|--------------------------|--------|--------|----------------|------------------------------|----------|----------|
| | | Design | Aktual | | | MMBtu/h | MMSCFD |
| | | (kW) | (kW) | | | | |
| Tengguleng | G-3412, GENSET #01 | 770 | 0 | 1131 | 7859 | 0 | 0 |
| | LU #02 (D-3406) | 770 | 0 | 1131 | 7859 | 0 | 0 |
| Langkap | LU #01 Langkap | 770 | 130 | 1131 | 7859 | 1.369038 | 0.029051 |
| | LU #02 Langkap (Atamora) | 770 | 177 | 1131 | 7859 | 1.863998 | 0.039554 |
| Kerang | MTU | 770 | 0 | 1131 | 7859 | 0 | 0 |

Rata-rata kebutuhan fuel untuk 1 gas engine adalah sekitar 0.11 MMSCFD. Pada stasiun kaji untuk genset type G-3516 PP B dengan daya 550 kW membutuhkan fuel 0.122909 MMSCFD. Jika flare yang dapat dimanfaatkan sebesar 1.11 MMSCFD sebagai turbin gas 5.05 MW maka dapat menggantikan 10 gas engine dengan spesifikasi yang sama.

6.8 Gedung Bagian dalam *Plant* Stasiun Kaji

- Nilai IKE awal berdasarkan data historis gedung secara keseluruhan untuk semua gedung adalah lebih besar daripada nilai standar.
- Nilai IKE rinci berdasarkan observasi penggunaan energi listrik secara detail masih terdapat tujuh gedung/departemen yang masih melebihi standar, yaitu : gedung AED, IT, Logistik, manajemen, SHE, *drilling*, dan *transport*.
- Nilai IKE berdasarkan perhitungan dengan dilakukannya rekomendasi yang masih lebih besar daripada standar untuk gedung perkantoran (0,667 kWh/m²/hari), adalah gedung : *Logistic*, *Drilling*, dan *Transport*.
- Profil penggunaan energi listrik untuk tiap peralatan secara keseluruhan di gedung perkantoran Stasiun Kaji adalah sebagai berikut : pemakaian listrik terbesar adalah pada peralatan AC yaitu berkisar antara 37 % sampai 72 % dari masing-masing gedung, 11 % sampai 38 % untuk lampu, dan 16 % sampai 29 % untuk peralatan elektronik.
- Besarnya beban pendinginan aktual total dari ruangan adalah: 836194 Btu/hr dengan daya AC yang diperlukan 100,25 pk sedangkan daya AC yang terpasang adalah 134 pk.
- Penghematan energi listrik yang dapat berdasarkan rekomendasi dapat mencapai 538,59 kWh per hari atau sebesar 25 % dari pemakaian listrik total untuk gedung.

- g. Dengan tarif listrik Rp 915,00/kWh untuk industri maka biaya yang dapat dihemat per bulan berdasarkan rekomendasi adalah sekitar Rp 14.784.000,00

6.9 Gedung Bagian Luar *Plant* Stasiun Kaji

- a. Tingkat konsumsi energi pada gedung bagian luar *plant* dari yang terbesar hingga terkecil secara berurutan adalah Wisma Raflesia, Wisma Cempaka, Wisma Bougenvile, Wisma Kembar, Wisma Putri, Gedung Serbaguna, Kantin & Wisma Dahlia, Wisma Anggrek, Wisma Teratai, Masjid, dan Wisma Edelweis.
- b. Tingkat konsumsi energi listrik tiap peralatan dari yang terbesar hingga terkecil secara berurutan adalah AC, lampu, alat-alat elektronik, dan *heater*, dengan persentase masing-masing 71 %, 16 %, 8 %, dan 5 %.
- c. Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) untuk semua gedung bagian luar *plant* masih di atas dari IKE standar yang direkomendasikan Direktorat Pengembangan Energi. Hal ini menunjukkan adanya peluang penghematan energi yang dapat dilakukan pada tiap-tiap gedung tersebut.
- d. Penghematan energi listrik yang dapat dilakukan dibedakan menjadi dua hal utama.
 - Pengaturan suhu ruangan pada AC dari yang rata-rata sebelumnya di bawah 23°C menjadi 25+1°C sesuai dengan standar kenyamanan ruangan yang dikeluarkan Badan Standar Nasional Indonesia (BSNI) melalui peraturan nomor SNI 03-6390-2000. Alternatif penghematan apabila dilakukan pengaturan suhu 24°C, 25°C, atau 26° C akan menghemat energi listrik masing-masing tiap hari sebesar Rp 123.801,00, Rp 171.354,00, atau Rp 266.460,00.
 - Penggantian lampu dengan daya yang lebih kecil, namun tingkat pencahayaannya sesuai dengan fungsi ruangnya berdasarkan peraturan nomor SNI 03-6575 2001. Investasi penggantian lampu sebesar Rp 6.755.000,00 dengan *saving cash flow* sebesar Rp 2.112.772,00 per bulan, sehingga *payback periodnya* adalah 3,2 bulan.

- e. Tingkat konsumsi air pada gedung bagian luar *plant* dari yang terbesar hingga terkecil secara berurutan adalah Wisma Teratai, Wisma Raflesia, Wisma Bougenvile, Wisma Kembar, Wisma Edelweis, Wisma Cempaka, dan Wisma Anggrek. Sebagian besar tingkat konsumsi air pada gedung-gedung tersebut masih di atas dari tingkat konsumsi air yang direkomendasikan.

6.10 Kendaraan

- a. Konsumsi bahan bakar kendaraan 2 dan 3 di bawah standar (klaim) dari masing masing pabrik sehingga kendaraan tersebut lebih boros.
- b. Kualitas emisi CO ketiga kendaraan masih di bawah ambang batas yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2009 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru.
- c. Kualitas emisi ketiga kendaraan untuk parameter NO₂ dan HC masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2009 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru.
- d. Kualitas emisi ketiga kendaraan untuk parameter *particulate matter* (PM) secara umum sudah tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2009 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru.
- e. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan oleh petugas Badan Lingkungan Hidup Propinsi Sumatera Selatan, tingkat kepekatan (opasitas) gas buang kendaraan 1 dan 2 di atas ambang batas yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 35 Tahun 1993 Tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor.
- f. Peluang untuk mengurangi emisi gas buang kendaraan dapat dilakukan dengan penerapan bus karyawan sebagai pengganti kendaraan pribadi.

6.11 Konservasi Energi

6.11.1 Low Cost

a. Penghematan Daya Lampu dengan LED

Menggunakan lampu LED dapat menghemat daya sebesar 54,15 %. Dengan total daya yang dibutuhkan adalah 70,2 MW, maka menggunakan LED hanya membutuhkan 32.2 MW atau dapat dilakukan penghematan sebesar 36.1 MW.

Tabel 6.7 Penghematan dengan LED

| No | Nama Gedung | Daya Lampu Tiap Gedung (W) | Daya LED Tiap Gedung (W) | Penghematan (W) |
|--------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------|
| 1 | Building Utilities | 2304 | 1215 | 1089 |
| 2 | Mess Bougenville | 2160 | 1134 | 1026 |
| 3 | Mess Kenanga | 3258 | 1629 | 1629 |
| 4 | Mess Anggrek | 2232 | 1179 | 1053 |
| 5 | Mess Raflesia | 3150 | 1575 | 1575 |
| 6 | Mess Edelweise | 522 | 261 | 261 |
| 7 | Mess Kaji Masjid Al-Hijrah | 1386 | 765 | 621 |
| 8 | Kantin | 3150 | 1584 | 1566 |
| 9 | Mess Kembar-A | 1242 | 621 | 621 |
| 10 | Mess Kembar-B | 1458 | 621 | 837 |
| 11 | Flamboyan Crew Transport | 1512 | 630 | 882 |
| 12 | Mess Teratai | 2070 | 1035 | 1035 |
| 13 | Gedung Serba Guna | 6084 | 3042 | 3042 |
| 14 | Production & Construction | 1872 | 936 | 936 |
| 15 | Is - BRD Building | 1962 | 981 | 981 |
| 16 | Transport Office | 1368 | 846 | 522 |
| 17 | Transport Office | 6448 | 1521 | 4927 |
| 18 | Transport Office | 1494 | 846 | 648 |
| 19 | Transport Office | 1026 | 747 | 279 |
| 20 | Transport Office | 1818 | 909 | 909 |
| 21 | Electrical & Instrument Shop | 5148 | 2574 | 2574 |
| 22 | Weel Maintenance | 792 | 531 | 261 |
| 23 | SHE Building | 5886 | 2943 | 2943 |
| 24 | Aed Building | 11830 | 4050 | 7780 |
| Total | | 70172 | 32175 | 37997 |
| (KW) | | 70,2 | 32,2 | 38,0 |

b. Penghematan Daya Lampu dengan Sensor Cahaya dan PIR

Penggunaan saklar otomatis merupakan salah satu cara operasi yang digunakan untuk mengendalikan beban listrik. Ide penggunaan saklar otomatis ini muncul sebagai upaya menghindari pemborosan energi listrik.

Jika seandainya keseluruhan gedung lupa mematikan lampu selama 5 jam maka didapatkan pemborosan setiap hari sebesar 341.485 kWh untuk fasilitas lampu ditunjukkan pada tabel 6.8.

Tabel 6.8 Inefisiensi Listrik selama 5 jam perhari

| No | Nama Gedung | Daya Lampu Tiap Gedung (W) | Lupa Mematikan Lampu 5 jam (kWh) |
|-------|------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1 | Building Utilities | 2.304 | 11.520 |
| 2 | Mess Bougenville | 2.160 | 10.800 |
| 3 | Mess Kenanga | 3.258 | 16.290 |
| 4 | Mess Anggrek | 2.232 | 11.160 |
| 5 | Mess Raflesia | 3.150 | 15.750 |
| 6 | Mess Edelweise | 522 | 2.610 |
| 7 | Mess Kaji Masjid Al-Hijrah | 1.386 | 6.930 |
| 8 | Kantin | 1.275 | 6.375 |
| 9 | Mess Kembar-A | 1.242 | 6.210 |
| 10 | Mess Kembar-B | 1.458 | 7.290 |
| 11 | Flamboyant Crew Transport | 1.512 | 7.560 |
| 12 | Mess Teratai | 2.070 | 10.350 |
| 13 | Gedung Serba Guna | 6.084 | 30.420 |
| 14 | Production & Construction | 1.872 | 9.360 |
| 15 | Is - BRD Building | 1.962 | 9.810 |
| 16 | Transport Office | 1.368 | 6.840 |
| 17 | Transport Office | 6.448 | 32.240 |
| 18 | Transport Office | 1.494 | 7.470 |
| 19 | Transport Office | 1.026 | 5.130 |
| 20 | Transport Office | 1.818 | 9.090 |
| 21 | Electrical & Instrument Shop | 5.148 | 25.740 |
| 22 | Weel Maintenance | 792 | 3.960 |
| 23 | SHE Building | 5.886 | 29.430 |
| 24 | Aed Building | 11.830 | 59.150 |
| Total | | 68.297 | 341.485 |

Bentuk inefisiensi yang lain yaitu lupa mematikan lampu teras pada saat sudah pagi. Jika ditotal daya lampu teras seluruh gedung dan menyala selama 2 jam maka total energi yang hilang sebesar 5.220 kWh/hari ditunjukkan pada tabel 6.9. Maka total penghematan dengan menggunakan saklar otomatis (sensor cahaya dan PIR) sebesar $341.485 + 5.220 = 346.705$ kWh perhari atau 126.547.325 kWh per tahun. Jika diperhitungkan dengan pengurangan pemakaian bahan bakar gas maka penambahan sistem ini akan mampu mengurangi konsumsi gas sebesar 0,00275122 MMSCFD.

Tabel 6.9 Inefisiensi Listrik Lampu Teras selama 2 jam perhari

| No | Nama Gedung | Daya Lampu Teras Tiap Gedung (W) | Lupa Mematikan Lampu Teras 2 jam (kWh) |
|-------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| 1 | Building Utilities | 0 | 0 |
| 2 | Mess Bougenville | 270 | 540 |
| 3 | Mess Kenanga | 0 | 0 |
| 4 | Mess Anggrek | 180 | 360 |
| 5 | Mess Raflesia | 0 | 0 |
| 6 | Mess Edelweise | 162 | 324 |
| 7 | Mess Kaji Masjid Al-Hijrah | 432 | 864 |
| 8 | Kantin | 72 | 144 |
| 9 | Mess Kembar-A | 144 | 288 |
| 10 | Mess Kembar-B | 144 | 288 |
| 11 | Flamboyan Crew Transport | 234 | 468 |
| 12 | Mess Teratai | 342 | 684 |
| 13 | Gedung Serba Guna | 0 | 0 |
| 14 | Production & Construction | 0 | 0 |
| 15 | Is - BRD Building | 234 | 468 |
| 16 | Transport Office | 0 | 0 |
| 17 | Transport Office | 0 | 0 |
| 18 | Transport Office | 0 | 0 |
| 19 | Transport Office | 0 | 0 |
| 20 | Transport Office | 0 | 0 |
| 21 | Electrical & Instrument Shop | 0 | 0 |
| 22 | Weel Maintenance | 0 | 0 |
| 23 | SHE Building | 0 | 0 |
| 24 | Aed Building | 396 | 792 |
| Total | | 2610 | 5220 |

c. Penggunaan refrigeran MUSICOOL untuk retrofit di peralatan AC

Musicool adalah refrigeran dengan komposisi dominan hydrocarbon yang diproduksi sendiri oleh PERTAMINA. Dari beberapa hasil penerapan di Industri penggunaan refrigerant hydrocarbon untuk menggantikan refrijerant baik R134a maupun R22 dapat memberikan penghematan daya sampai 30%.

Tabel 6.10 memperlihatkan bahwa penggantian refrijeran R134a maupun R22 dengan Musicool bisa menghemat konsumsi energi total dari 973,38 kWh menjadi 681,64 kWh jika perhari dioperasikan 10 jam atau berkurang sebesar 292,13 kWh perhari. Jika ini dikonversikan kedalam kebutuhan fuel gas maka didapatkan penghematan sebesar 0,00211522466 MMSCFD.

Tabel 6.10 Konsumsi Energi AC

| No | Nama Gedung | Daya AC Tiap Gedung (W) | Musicool | Penghematan Daya AC (W) | Penghematan Fuel Gas (MMSCFD) |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 | Building Utilities | | | | |
| 2 | Mess Bougenville | 774,00 | 541,80 | 232,20 | 0,00001681272 |
| 3 | Mess Kenanga | | | | |
| 4 | Mess Anggrek | 432,40 | 302,68 | 129,72 | 0,00000939253 |
| 5 | Mess Raflesia | 928,40 | 649,88 | 278,52 | 0,00002016657 |
| 6 | Mess Edelweise | 217,00 | 151,90 | 65,10 | 0,00000471364 |
| 7 | Mess Kaji Masjid Al-Hijrah | 329,50 | 230,65 | 98,85 | 0,00000715735 |
| 8 | Kantin | 558,60 | 391,02 | 167,58 | 0,00001213383 |
| 9 | Mess Kembar-A | 681,30 | 476,91 | 204,39 | 0,00001479910 |
| 10 | Mess Kembar-B | | | | |
| 11 | Flamboyant Crew Transport | | | | |
| 12 | Mess Teratai | 247,10 | 172,97 | 74,13 | 0,00000536747 |
| 13 | Gedung Serba Guna | 574,40 | 402,08 | 172,32 | 0,00001247704 |
| 14 | Production & Construction | 6.280,00 | 4.396,00 | 1.884,00 | 0,00013641327 |
| 15 | Is - BRD Building | | | | |
| 16 | Transport Office | 6.280,00 | 4.396,00 | 1.884,00 | 0,00013641327 |
| 17 | Transport Office | 6.280,00 | 4.396,00 | 1.884,00 | 0,00013641327 |
| 18 | Transport Office | 6.280,00 | 4.396,00 | 1.884,00 | 0,00013641327 |
| 19 | Transport Office | 6.280,00 | 4.396,00 | 1.884,00 | 0,00013641327 |
| 20 | Transport Office | 6.280,00 | 4.396,00 | 1.884,00 | 0,00013641327 |
| 21 | Electrical & Instrument Shop | 14.915,00 | 10.440,50 | 4.474,50 | 0,00032398153 |
| 22 | Weel Maintenance | | | | |
| 23 | SHE Building | 14.915,00 | 10.440,50 | 4.474,50 | 0,00032398153 |
| 24 | Aed Building | 25.125,00 | 17.587,50 | 7.537,50 | 0,00054576170 |
| Total | | 97.377,70 | 68.164,39 | 29.213,31 | |
| (KW) | | 97,38 | 68,16 | 29,21 | 0,00211522466 |
| (kWh, beroperasi 10 jam) | | 973,78 | 681,64 | 292,13 | |

Tabel 6.11 Estimasi Biaya Penghematan per tahun

| Investasi Lampu Dengan Penggunaan Sensor (Rupiah/tahun) | | Penggunaan AC Dengan Musicool (Rupiah/tahun) | Penggunaan AC Dengan Refrigerant (Rupiah/tahun) |
|---|-------------------|--|---|
| Infrared | Intensitas cahaya | Tabung MUSICOOL MC 22 RP. 250.000 @ 3 KG | FREON R22 DUPONT RP. 850.000 @3 KG |
| Gedung | Teras | | |
| 141.300.000 | 8.720.000 | | |
| | | 60.000.000 | 204.000.000 |

Sumber : <http://www.globalindoprima.com/>

6.11.2 Medium Cost

Effisiensi pada *medium* cost dapat dilakukan dengan menerapkan Energy Management Information System (EMIS) - Real Time Energy Metering and

Monitoring pada peralatan proses produksi. Detail sistem ini telah diuraikan pada bab 5, subbab 5.2.

6.11.3 *High Cost*

Effisiensi pada *High Cost* dapat dilakukan dengan pemanfaatan gas yang menuju flare sebagai bahan bakar gas turbin dengan kapasitas 5.05 MW. Detail perhitungan ada pada bab 5, subbab 5.3.