

ANALISIS UNJUK KERJA ALAT PENUKAR KALOR PELAT KAPASITAS 2400 KW DENGAN ALIRAN BERLAWANAN (COUNTERFLOW)

Thomas junaedi,ST,MT¹, Edi Supriyadi²

Lecture¹,College student²,Departement of machine, Faculty of Engineering, University Muhammadiyah Jakarta, Jalan Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510, Tlp 021-4244016,4256024, email : thomasjunaedi@yahoo.com

ABSTRAK

Base Transmission station (BTS) di daerah terpencil atau remote area memiliki kesulitan dalam penyediaan sumber listrik karena letak site yang relatif jauh dari jala-jala AC atau meskipun sumber listrik AC tersedia, namun tidak dapat diandalkan karena fluktuasi tegangan dan sering terjadinya pemadaman listrik, sehingga diperlukan cadangan energi listrik yang lain. Untuk mengatasi hal tersebut maka di site-site remote area dilengkapi diesel genset dengan kondisi running secara terus-menerus atau lebih dikenal dengan sistem konvensional akibatnya biaya operasional menjadi tinggi. Untuk mengatasi biaya operasional yang tinggi dilakukan langkah modifikasi berupa penerapan teknologi Hybrid Charge Discharge atau Hybrid CDC. Penelitian ini dibuat untuk melakukan analisa konsumsi bahan bakar diesel genset terhadap modifikasi sistem konvensional, sehingga dapat dijadikan referensi untuk kegiatan pengembangan teknologi di bidang konversi energi. Dari hasil monitoring 2 site BTS dengan sistem Hybrid CDC di area tidak terdapat jaringan listrik diperoleh data berupa durasi Hybrid Charge discharge, konsumsi bahan bakar diesel genset, karakteristik beban harian, karakteristik beban rectifier, dan karakteristik beban Battery. dengan sistem Hybrid CDC dapat mengurangi jam operasional diesel genset sebanyak $\pm 70\%$ dalam 24 jam. Akibat dari berkurangnya jam operasional tersebut maka akan berimbas kepada konsumsi bahan bakar diesel genset dan frekuensi perawatan diesel genset. Untuk konsumsi bahan bakar diperoleh penghematan sebesar $\pm 78\%$ dalam 24 jam, secara keseluruhan dengan melakukan modifikasi sistem konvensional menjadi Hybrid CDC dapat diperoleh total penghematan biaya operasional BTS rata-rata sebesar Rp 350.000.000,-

Kata Kunci : BTS, Saving Cost, Modifikasi ke Hybrid CDC

1.PENDAHULUAN

Operator Telekomunikasi di negara-negara berkembang termasuk Indonesia, menghadapi tantangan berat dalam penyediaan sumber listrik untuk *Base Transmission station (BTS)* di daerah terpencil atau *remote area*. Dalam banyak kasus untuk mendapatkan sumber listrik AC menjadi sangat mahal dikarenakan 2 faktor yaitu:

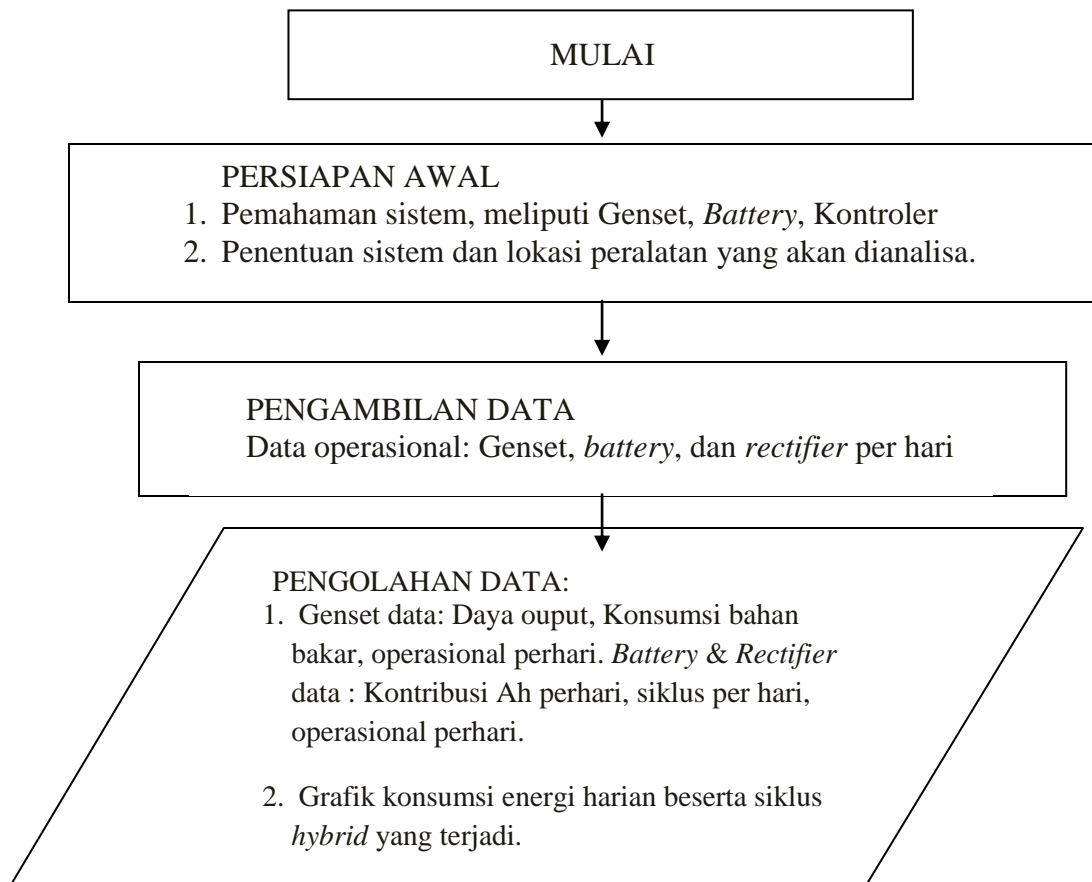
1. Posisi area *site* yang relatif jauh dari jala-jala AC (remote area).
2. *Site* lainnya yang memiliki sumber listrik AC, tetapi sumber listrik AC tersebut tidak bisa diandalkan karena fluktuasi tegangan dan sering terjadinya pemadaman listrik, sehingga diperlukan cadangan energi listrik yang lain.

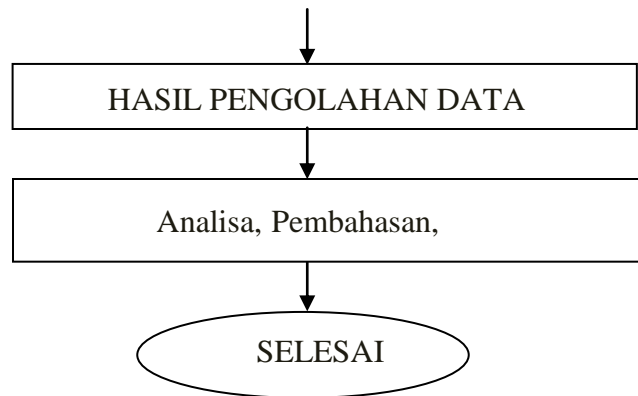
Untuk mengatasi permasalahan tersebut, *site-site* biasanya dilengkapi dengan diesel genset, yang *running* secara terus-menerus, namun dengan ditambahkan unit genset maka biaya operasional menjadi tinggi karena faktor kebutuhan bahan bakar yang meliputi kualitas, harga, dan distribusi. Biaya perawatan yang tinggi, biaya tersebut mencakup:

- Biaya bahan bakar langsung (konsumsi BBM harian). Biaya pengangkutan dan pengisian BBM, biasanya diperlukan setiap dua minggu atau satu bulan, dengan biaya yang sangat tinggi terutama untuk *site* remote.
- Penggantian genset, dimana untuk kondisi operasional secara terus menerus genset kecil mungkin hanya berumur dua tahun, sehingga diperlukan penggantian setiap 2 tahun sekali.

Untuk keperluan pada saat proses pemeliharaan rutin genset, *site* akan dilengkapi juga dengan VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*) *battery* yang akan *back up* daya listrik pada saat proses pemeliharaan berlangsung serta diperlukan sebagai *back up* daya listrik pada saat bahan bakar habis. Selain dari tingginya biaya operasional genset, faktor lain yang ditimbulkan adalah adanya polusi udara dan polusi suara terhadap lingkungan disekitarnya.

2. DIAGRAM ALIR



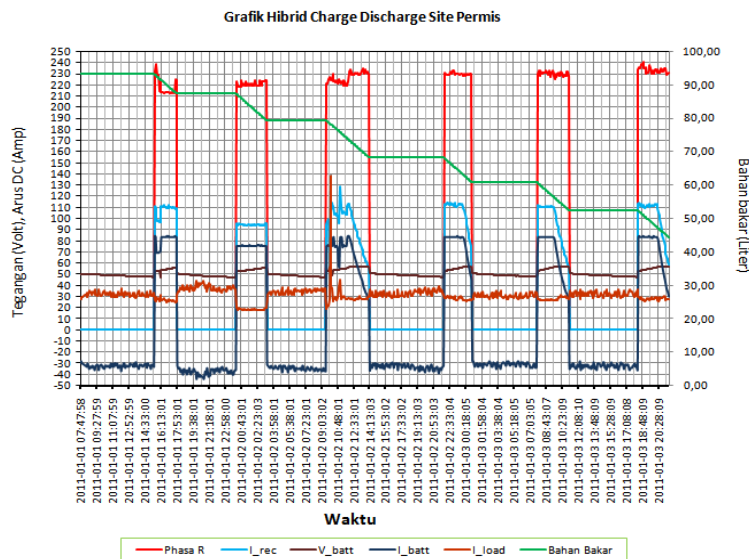


3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode pemasangan sistem *Hybrid* langsung di area sehingga sistem mendapat beban aktual dari penggunaan BTS melalui sarana Telekomunikasi dari pengguna. Untuk pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan monitoring sistem dan mendownload data yang terekam oleh sistem monitoring melalui Website internet. Sistem yang terpasang di area BTS akan bekerja otomatis dan data-data kejadian akan terekam oleh sistem monitoring berupa website internet yang dapat dibuka atau diakses dimanapun kita berada selama jaringan telekomunikasi tersedia.

4. DATA HASIL PENELITIAN

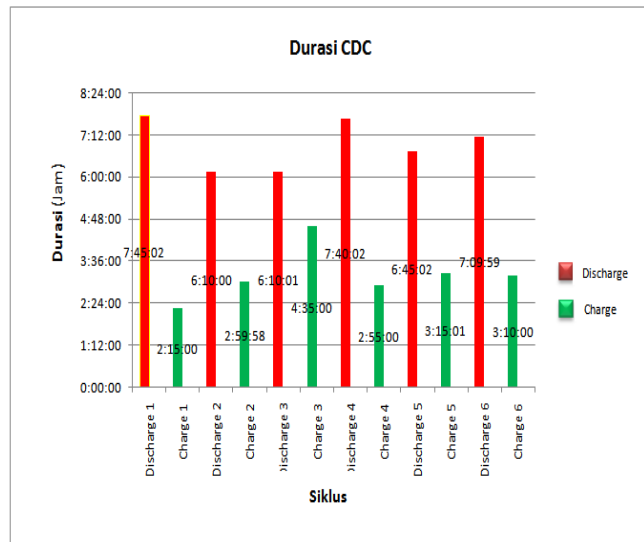
4.1.1 Site Permis (Sumatera Selatan)



Grafik 4.1. Siklus *Hybrid CDC* site Permis

Dari grafik hasil pengukuran didapatkan sistem *Hybrid Charge discharge* untuk *site* Permis dapat berfungsi dengan baik, sehingga dapat dianalisa beberapa hal yaitu :

1. Durasi Hybrid charge discharge

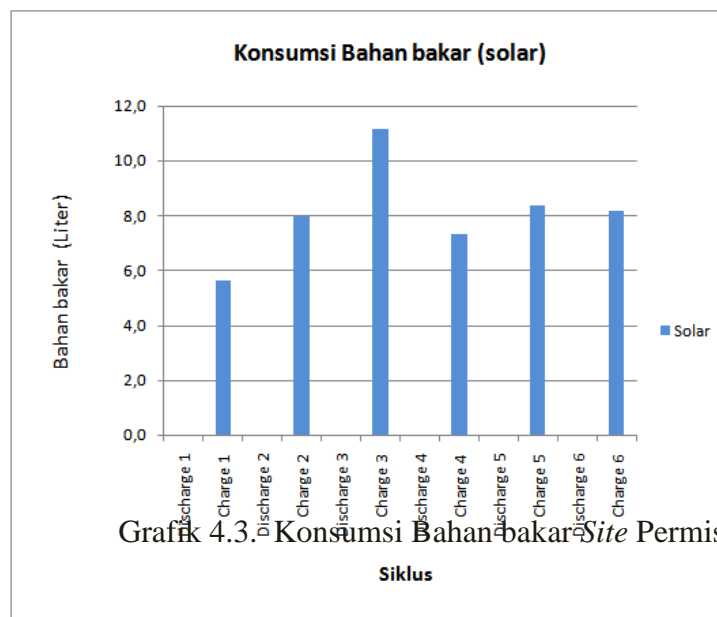


Grafik 4.2. Durasi Hybrid charge discharge site Permis

Untuk *site* Permis konfigurasi *charge discharge* yang terjadi adalah *battery discharge* rata-rata mendekati 7 jam dan durasi *charge* rata-rata 3,5 jam, sehingga dalam 24 jam akan terjadi siklus sebanyak 2x. Dengan konfigurasi ini maka Genset akan *running* selama ± 7 jam dalam 1 hari, dengan demikian akan terjadi pengurangan jam operasional genset dibandingkan dengan sistem konvensional (*running* 24 jam) sebanyak 17 jam atau berkurang 71%.

2. Konsumsi bahan bakar solar

Akibat berkurangnya jam operasional genset maka akan berpengaruh kepada konsumsi bahan bakar genset dan frekuensi maintenance genset. Berikut grafik konsumsi bahan bakar genset selama siklus *CDC* berjalan:



Grafik 4.3. Konsumsi Bahan bakar Site Permis

Untuk *site* Permis konsumsi bahan bakar solar dalam 24 jam maksimum sebanyak 18,5 liter sehingga dalam 1 bulan akan menghabiskan solar kurang lebih sebanyak 554.4 liter, jika dibandingkan dengan sistem konvensional (*running* 24 jam) yang menghabiskan bahan bakar solar sebanyak 2520 liter atau terjadi penghematan sebanyak 1965 liter atau sekitar 78%. Berikut perbandingan kebutuhan bahan bakar antara sistem konvensional dan sistem *hybrid CDC*:

Tabel 4.1 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar antara Sistem Konvensional dan Sistem *Hybrid CDC Site* Permis

No	Konsumsi Bahan bakar	<i>Running genset</i> Konvensional	<i>Running genset Hybrid CDC</i>	Penghematan bahan bakar dengan sistem <i>hybrid CDC</i>
1	<i>Running genset</i> dalam dalam 1 hari	24 jam	7 jam	17 Jam
2	Konsumsi bahan bakar selama 1bulan	2520 liter	554.4 liter	1965.6 liter
	Konsumsi dalam 1 tahun @365 hari	30660 liter	6752.5 liter	23907.5 liter
	Frekuensi Pengisian tangki 3000 liter	1 bulan 1 x	5 bulan 1x	4 Bulan
	Kebutuhan bahan bakar dalam rupiah dalam 1 tahun @ Rp 12000 per liter	Rp 367.920.000,-	Rp 81.030.000,-	Rp. 286.890.000
	<i>Penghematan biaya dalam 1 tahun dengan sistem hybrid CDC</i>	<i>Rp 286.890.000</i>		

Akibat pengurangan durasi operasional genset maka akan berdampak pada frekuensi maintenance genset tersebut, berikut estimasi frekuensi penggantian *consumable part* genset setelah dimodifikasi dengan sistem *CDC*:

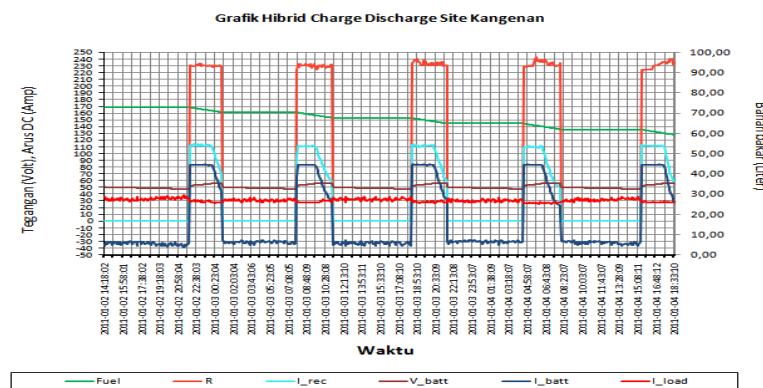
Tabel 4.2 Estimasi frekuensi penggantian *consumable part* genset dengan sistem *CDC Site* Permis

No	Konsumsi <i>Consumable Part</i>	<i>Consumable genset</i> Konvensional	<i>Consumable genset Hybrid CDC</i>	Penghematan <i>consumable part</i>	Penghematan biaya untuk <i>consumable part</i>
1.	<i>Running genset</i>	8760 Jam	2555 Jam	6250 Jam	-

	dalam 1 tahun				
2.	Filter Udara (1250 jam) @Rp 250.000,-	7 kali	2 kali	5 buah	Rp 1.250.000,-
3.	Filter oli (250 jam) @Rp 50.000,-	35 kali	10 kali	25 buah	Rp 1.250.000,-
4.	Filter Bahan bakar (500 jam) @Rp 150.000,-	18 kali	5 kali	13 buah	Rp 1.950.000,-
5.	Water Separator (500 jam) @Rp 100.000,-	18 kali	5 kali	13 buah	Rp 1.300.000,-
6.	Oli Pelumas @6,5 liter (250 jam) @ Rp 18.000,-	35 kali	10 kali	162,5 liter	Rp 2.925.000,-
7	Frekuensi Kunjungan @Rp 2000.000,-	35 kali	10 kali	25 kali	Rp 50.000.000,-
	Total penghematan biaya dalam 1 tahun				Rp 58.675.000,-

Sehingga total penurunan biaya operasional untuk pulau Permis dengan melakukan perubahan dari sistem konvensional menjadi *Hybrid CDC* dalam 1 tahun adalah sebesar Rp 345.565.000.

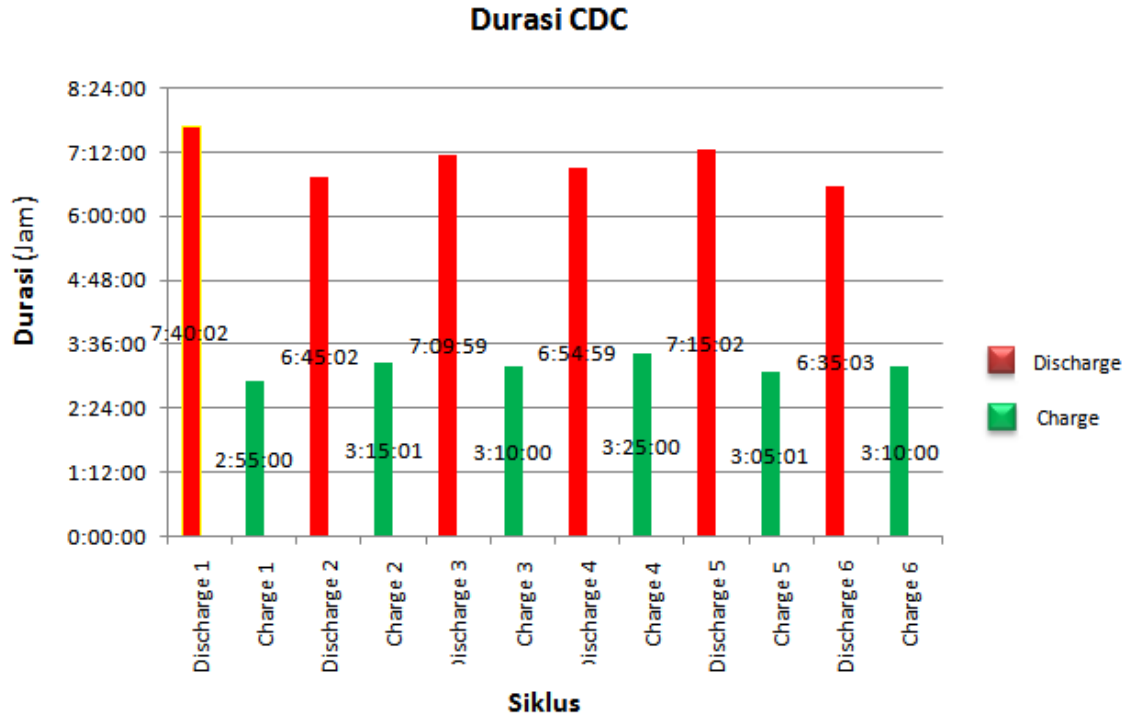
4.1.2 Site Kangean (Pulau Madura)



Grafik 4.4. Siklus *Hybrid CDC* site Kangean

Dari grafik hasil pengukuran didapatkan sistem *Hybrid Charge discharge* untuk *site Kangean* dapat berfungsi dengan baik, sehingga dapat dianalisa beberapa hal yaitu :

1. Durasi *Hybrid charge discharge*

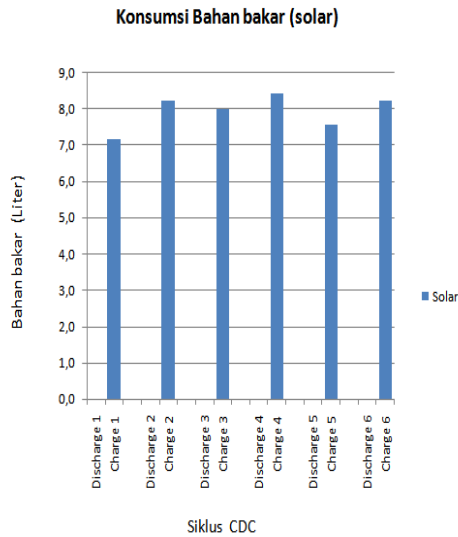


Grafik 4.5. Durasi *Hybrid charge discharge site Kangean*

Untuk *site Kangean* konfigurasi *charge discharge* yang terjadi adalah *discharge* rata-rata 7 jam dan durasi *charge* mendekati rata-rata 3,3 jam, sehingga dalam 24 jam akan terjadi siklus sebanyak 2x. Dengan konfigurasi ini Genset hanya *running* selama $\pm 6,6$ jam dalam 1 hari, dengan demikian akan terjadi pengurangan jam operasional genset dibandingkan dengan sistem konvensional (*running* 24 jam) sebanyak 17,4 jam atau berkurang 72,5%.

2. Konsumsi bahan bakar solar

Dengan berkurangnya jam operasional genset maka akan berpengaruh kepada konsumsi bahan bakar genset, dan frekuensi maintenance genset. Berikut grafik konsumsi bahan bakar genset selama siklus *CDC* berjalan:



Grafik 4.6. Konsumsi Bahan bakar *Site* Kangean

Untuk *site* Kangean konsumsi bahan bakar solar dalam 24 jam maksimum sebanyak 16,4 liter sehingga dalam 1 bulan akan menghabiskan solar kurang lebih sebanyak 492 liter dibandingkan dengan sistem konvensional (*running* 24 jam) yang dapat menghabiskan bahan bakar solar dalam 1 bulan sebanyak 2520 liter atau terjadi penghematan sebanyak 2028 liter atau sekitar 80%. Berikut perbandingan kebutuhan bahan bakar antara sistem konvensional dan sistem *Hybrid CDC*:

Tabel 4.3 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar antara Sistem Konvensional dan Sistem *Hybrid CDC Site* Kangean

No	Konsumsi bahan bakar	<i>Running genset</i> Konvensional	<i>Running genset Hybrid CDC</i>	Penghematan bahan bakar dengan sistem <i>hybrid CDC</i>
1	Konsumsi bahan bakar selama 1 bulan	2520 liter	492 liter	2028 liter
2	Konsumsi dalam 1 tahun @365 hari	30660 liter	5986 liter	24674 liter
3	Frekuensi Pengisian tangki 3000 liter	1 bulan 1 x	6 bulan 1x	5 Bulan
4	Kebutuhan bahan bakar dalam rupiah dalam 1 tahun @ Rp 12000 per liter	Rp 367.920.000,-	Rp 71.832.000,-	Rp. 296.088.000
5	<i>Penghematan biaya dalam Itahun</i>	<i>Rp 296.088.000</i>		

Dari pengurangan durasi operasional genset maka akan berdampak pada maintenance genset itu sendiri, berikut estimasi frekuensi penggantian *consumable part* genset setelah dimodifikasi dengan sistem *CDC*:

Tabel 4.4 Estimasi frekuensi penggantian *consumable part* genset dengan sistem *CDC*
Site Kangean

No	Konsumsi <i>Consumable Part</i>	<i>Consumable genset Konvensional</i>	<i>Consumable genset Hybrid CDC</i>	Penghematan <i>consumable part</i>	Penghematan biaya untuk <i>consumable part</i>
1.	<i>Running</i> genset dalam 1 tahun	8760 Jam	2409 Jam	6351 Jam	-
2.	Filter Udara (1250 jam) @Rp 250.000,-	7 kali	2 kali	5 buah	Rp 1.250.000,-
3.	Filter oli (250 jam) @Rp 50.000,-	35 kali	10 kali	25 buah	Rp 1.250.000,-
4.	Filter Bahan bakar (500 jam) @Rp 150.000,-	18 kali	5 kali	13 buah	Rp 1.950.000,-
5.	Water Separator (500 jam) @Rp 100.000,-	18 kali	5 kali	13 buah	Rp 1.300.000,-
6.	Oli Pelumas @6,5 liter (250 jam) @ Rp 18.000,-	35 kali	10 kali	162,5 liter	Rp 2.925.000,-
7	Frekuensi Kunjungan @Rp 2000.000,-	35 kali	10 kali	25 kali	Rp 50.000.000,-
Total penghematan biaya dalam 1 tahun dengan sistem hybrid CDC					Rp 58.675.000,-

Sehingga total penurunan biaya operasional untuk pulau Kangean dengan melakukan perubahan dari sistem konvensional menjadi *Hybrid CDC* dalam 1 tahun adalah sebesar Rp 354.763.000,-

Dari kedua *site* diatas, dalam 24 jam diperoleh siklus *charge discharge* sebanyak 2 kali dengan rincian sebagai berikut:

- Durasi *battery discharge* atau *Genset kondisi off* selama 17 jam.
- Durasi *battery charging* atau *Genset running* selama 2 x 3,5 jam.

5.1. KESIMPULAN

1. Untuk *site* Permis (Sumatera Selatan) dari konfigurasi *charge discharge* diperoleh sebagai berikut :
 - Durasi *discharge battery* rata-rata 7 jam dan durasi *charge battery* rata-rata 3,5 jam, sehingga dalam 24 jam akan terjadi siklus sebanyak 2x.
 - Dengan konfigurasi tersebut diesel Genset akan *running* selama ± 7 jam dalam 24 jam atau terjadi penghematan sebesar 71% dibandingkan dengan sistem konvensional.
 - Penghematan bahan bakar solar dalam 1 bulan sebanyak 1965 liter atau sebesar 78% dibandingkan sistem konvensional.
 - Total penurunan biaya operasional dengan sistem *Hybrid CDC* dalam 1 tahun sebesar Rp 345.565.000.
2. Untuk *site* Kangean (Pulau Madura) dari konfigurasi *charge discharge* diperoleh sebagai berikut :
 - Durasi *discharge battery* rata-rata 7 jam dan durasi *charge battery* rata-rata 3.3 jam sehingga dalam 24 jam akan terjadi siklus sebanyak 2x.
 - Dengan konfigurasi tersebut diesel Genset akan *running* selama $\pm 6,6$ jam dalam 24 jam atau terjadi penghematan sebesar 72,5 % dibandingkan dengan sistem konvensional.
 - Penghematan bahan bakar solar dalam 1 bulan sebanyak 2028 liter atau sebesar 80% dibandingkan sistem konvensional.
 - Total penurunan biaya operasional dengan sistem *Hybrid CDC* dalam 1 tahun adalah sebesar Rp 354.763.000,-
3. Dari hasil pengukuran data kedua *site* di atas terlihat bahwa konsumsi bahan bakar diesel genset sistem *Hybrid CDC* relatif lebih hemat dibandingkan sistem konvensional.
4. Dengan sistem *Hybrid CDC* umur genset (operasional) relatif akan lebih panjang dibandingkan dengan sistem konvensional (sistem 2 unit genset, *running* 24 jam).

5.2 SARAN

1. Dalam pemilihan unit Genset, besarnya kapasitas genset disesuaikan dengan kebutuhan perhitungan beban, dimana pada analisa data Tugas akhir ini unit genset yang digunakan merupakan unit yang sudah terpasang dilapangan yaitu 22kVA. Sedangkan beban aktual di *BTS* maksimal sebesar 10kVA sehingga kita dapat menggunakan genset dengan kapasitas sebesar 12kVA hal ini dapat mengurangi biaya investasi.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan “Long term analysis” untuk mengetahui ketahanan komponen-komponen sistem *Hybrid CDC* terutama umur *battery* yang digunakan, karena *battery* merupakan komponen utama agar sistem *CDC* bekerja sesuai dengan *design* yang kita inginkan.

DAFTAR REFERENSI

1. Drs Robingu Usman & Drs Sardjjo, *Motor Bakar 3* (Departemen Pendidikan dan Kebudayaan: Jakarta, 1978)
2. John B. Heywood, 1988, *Internal Combustion Engine Fundamentals*, McGrawHill, series in Mechanical Engineering
3. Wiranto Arismunandar, 1988, *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*, penerbit ITB, Bandung.
4. William C. Reynolds & Henry C. Perkins, 1987, *Engineering Thermodynamic*, diterjemahkan oleh Ir. Filino Harahap, Msc.Ph.D dan Pantur Silaban, Ph.D, penerbit Erlangga, Jakarta.
5. Tim fakultas teknik Universitas Negeri Yogyakarta, *Teknik dasar motor diesel*, (Yogyakarta: Bagian proyek pengembangan kurikulum Direktorat pendidikan menengah kejuruan Direktorat jenderal pendidikan dasar dan menengah Departemen pendidikan nasional, 2003).
6. FIAMM Manual battery training, 1990, Italy
7. Perawatan Genset (www.dahaga.com, 2010)
8. <http://www.caturmukti.com>
9. id.istanto.net/document/buku-ajar-mesin-konversi-energi.pdf
10. http://www.roymech.co.uk/Related/Thermos/Thermos_4_Stroke.html; http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/.../TRANS_DIAGRAM_P-V.pdf
11. http://file.upi.edu/Direktori/FPTK/.../TRANS_DIAGRAM_P-V.pdf