

PERHITUNGAN CARBON FOOTPRINT DAN COST REDUCTION PADA PEMASANGAN PLTS ATAP ON-GRID 120 kWp : STUDI KASUS DI DINAS KEHUTANAN PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

Tasdik Darmana¹, Elok Faizatul Hikmah², Ariman³

^{1,2}Institut Teknologi PLN Jakarta

³Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN) Jakarta

Email Korespondensi : tasdik.darmana@itpln.ac.id

Abstract – *This study was conducted to calculate how much efficiency is produced in the installation of on-grid solar power plants in the Forestry Service of the Samarinda Regency Government and how the impact on reducing carbon gas emissions as an effort to maintain air quality in reducing the greenhouse effect. The research was conducted using a quantitative approach by collecting data in the form of the use of electronic equipment, the number of official vehicles used. Carbon footprint can be calculated in Building A and Building B. Cost Reduction calculation is carried out using PLN electricity usage bill data. The result of the Carbon Footprint calculation was obtained at 1234.41 Kg CO₂. Meanwhile, the calculation of Fuel Emission by using a motorized vehicle in the form of a car is 960 Kg CO₂. Cost Reduction of efficiency in saving electrical energy consumption by 17%.*

Keywords: *PV, Carbon Footprint, Fuel Emission, Cost reduction, Net Zero Emisi*

1. PENDAHULUAN

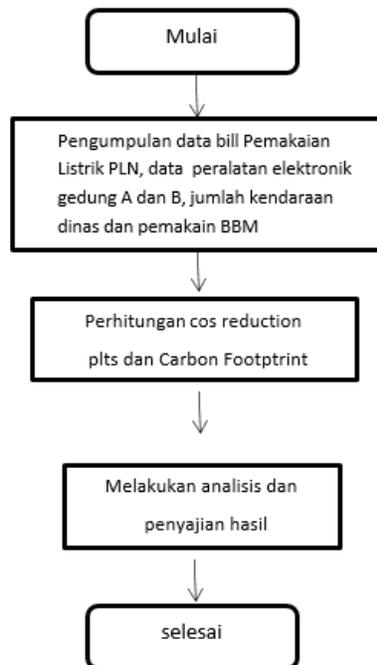
Seiring dengan berjalanya waktu pemerintah sedang gencar-gencarnya untuk menggerakkan *Nett Zero Emission* yang diperkirakan akan berjalan dengan sempurna pada tahun 2050. Emisi gas karbon atau *Carbon Footprint* yang di hasilkan dalam aktifitas kegiatan manusia sehari-hari, yang akan menyebabkan efek rumah kaca hal ini akan menimbulkan atmosfer bumi yang bertambah dan berdampak pada suhu bumi yang mengalami kenaikan. Hal ini akan mengakibatkan banyaknya panas yang akan di tahan oleh bumi yang akan membuat suhu bumi akan meningkat lebih hangat.

Letak Negara Indonesia yang strategis untuk Pembangkit Listrik Tenaga surya (PLTS) dengan suhu rata-rata tiap tahunnya sebesar 28° C dan memiliki iradiasi harian dengan rata-rata sebesar 4,5kWh/m hingga dengan 4,8kWh/m hal ini sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai energi alternatif lebih ramah lingkungan, bebas polusi yang aman dan persediannya yang tidak terbatas. Pada sistem pembangkit *On Grid* yaitu dengan panel surya yang terhubung dengan *Inverter On grid* dan jaringan Listrik Negara (PLN). *Cost Reduction* merupakan upaya penekanan biaya yang akan dibayar pada pihak PLN. Sehingga

biaya yang akan dibayarkan pada pihak PLN akan mengalami penurunan. Dengan *Cost reduction* dapat meningkatkan kemampuan efisiensi penghematan setelah dibangunnya PLTS.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian pendekatan kuantitatif ini akan menganalisis faktor ekonomi energi untuk sistem *On grid* PLTS, dan analisis *Carbon Footprint*. Penelitian yang digunakan untuk mengetahui *carbon* dari kegiatan manusia dan juga potensi untuk menurunnya emisi *Carbon Footprint* dari kegiatan di Dinas Kehutanan Samarinda. *Carbon Footprint* dapat dihitung yaitu pada Gedung A dan pada Gedung B. Metode perhitungannya dengan menggunakan pengumpulan data berupa peralatan elektronik yang dipakai, banyaknya kendaraan dinas yang digunakan. *Cost reduction* yang dilakukan ini yaitu dengan menggunakan data *bill* PLN yang digunakan untuk mengetahui data beban yang dihasilkan. Lokasi kegiatan penelitian ini di Dinas Kehutanan, Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, Indonesia.



Gambar 1. Diagram Perencanaan Penelitian

Perangkat kWh meter EXIM (Ekspor-Impor) adalah alat pemakaian energi listrik yang sudah terpasang di rumah pelanggan PLN yang digunakan untuk mencatat besaran konsumsi (*impor*) dan produksi (*ekspor*) pelanggan (Janaloka, 2020). kWh EXIM Dinas kehutanan Samarinda dengan tarif golongan P1/TR dengan kapasitas yang terpasang 120 KWp dengan acuan tarif listrik yang digunakan dalam produksi selama 1 tahun. No. 49 Tahun 2018 BAB III pasal 6 ayat 1, yaitu “Energi listrik pelanggan PLTS Atap yang diekspor dihitung berdasarkan nilai kWh Ekspor yang tercatat pada meter kWh ekspor-impur dikali 65% (enam puluh lima persen)”.

$$\text{Listrik Pelanggan (kWh)} = \text{Jumlah kWh impor} - 65\% \text{ Nilai kWh Ekspor}$$

Carbon footprint adalah jumlah total dari karbondioksida dimana secara langsung atau pun tidak dari aktivitas yang di lakukan oleh manusia yang terlalu berlebihan dalam menggunakan listrik yang memiliki bahan bakar Fosil. *Carbon footprint* di bedakan menjadi 2 yaitu primer dan sekunder. Sekunder adalah apabila carbon yang di hasilkan dari bahan bakar domestik seperti kendaraan mobil, motor, kereta, pesawat dan sebagainya. *Carbon footprint* sekunder merupakan *Carbont Footprint* yang tidak langsung dari produk-produk. Berikut Skematik *Carbon Footprint*.

A. *Carbon Footprint* dari peralatan elektronik

Pada jenis *carbon footprint* dengan memanfaatkan elektronik dengan standar factor emisi yang di gunakan bernilai (0,84) peralatan yang di hitung di sini adalah jenis perlatan yang di pakai untuk kehidupan sehari hari di mulai dari jenis peraltan (Tv, Proyektor, Komputer, Lampu, Dispenser dan sebagainya)

B. *Carbon footprint* dari jenis bahan bakar minyak

Pada jenis *carbon footprint* dengan jenis bahan bakar minyak yag memiliki standart sebesar (0,6) ini merupakan jenis bahan bakar berupa bensin. Untuk menghitung *Carbon* yang di lihat dari kendaraan. Biasanya di tinjau dari berapa lama kendaraan berjalan dan berapa liter kendaraan yang di habiskan setiap harinya.

Perhitungan Carbon Footprint, sebagai berikut

a. Rumus Konversi Carbon energi listrik

$$\text{Electrical Emission} = EC.EF$$

Dengan keterangan

EC = Energi konsumsi (KWh)

EF = Faktor emisi (0,84), sesuai standar Jamali. Pedoman teknis perhitungan emisi Gas Rumah kaca, (2019). Electrical Emission = Emisi carbon yang di hasilkan (Kg CO₂)

b. Electrical Emission = EC.EF

Dengan keterangan

EC = Energi konsumsi (Liter/Jam)

Ef =Faktor emisi. (0,6. BBM jenis Premiu).(Ismail, 2020)

Electrical Emission = Emisi carbon yang di hasilkan (Kg CO₂/hari)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembahasan Perhitungan Eksport-Inport berdasarkan PERMEN ESDM No 49 Tahun 2018

Dinas kehutanan Samarinda dengan tarif golongan P1/TR dengan kapasitas yang terpasang 120 KWp dengan acuan tarif listrik yang di gunakan dalam produksi selama 1 tahun. NO. 49 Tahun 2018 BAB III pasal 6 ayat 1, yaitu “Energi listrik pelanggan PLTS Atap yang diekspor dihitung berdasarkan nilai kWh Ekspor yang tercatat pada meter kWh ekspor-import dikali 65% (enam puluh lima persen)”.

Perhitungan

Pemakaian Export	= Pemakaian kWh Export x (65% x Tarif PLN)
	= (402 x 65% x Rp. 1.699,70)
	= Rp 444.131
Pemakaian Import	= Pemakaian kWh Import X Tarif PLN
	= 5.489 x Rp. 1.699,70
	= Rp. 9.329.653

Efisiensi Efisiensi penghematan= $(Ekspor: Impor) \times 100\%$
 =4.7%

Tabel 1. Efisiensi Penghematan Tagihan Listrik Tahun 2021

Bulan	Total Rupiah Import	Total Rupiah Export	Efisiensi Penghematan
Januari	Rp 9.329.653	Rp 444.131	4.7%
Februari	Rp 21.796.952,8	Rp 3.118.864,51	14.3%
Maret	Rp 19.159.018,4	Rp 3.677.232,96	19%
April	Rp 16.373.210	Rp 3.205.923,14	19.58%
Mei	Rp 16.373.210	Rp 3.205.923,14	19.58%
Juni	Rp 19.692.724,2	Rp 2.461.505,5	12.4%
Juli	Rp 17.459.318,4	Rp 3.483.671,12	19%
Agustus	Rp 17.823.054,2	Rp 3.288.783,52	18%
September	Rp 18.943.156,5	Rp 2.995.347,31	15.8%
Oktober	Rp 17.904.639,8	Rp 4.150.973,34	23 %
November	Rp 15.319.396,1	Rp 3.504.883,3	22.8%
Desember	Rp20.588.466,1	Rp 2.726.658,72	13%
Rata-Rata	Rp 17.563.566,62	Rp 3.021.991,46	17%

Berdasarkan tabel diatas dapat di ketahui bahwa Efisiensi penghematan yang di peroleh sepanjang tahun 2021, Setiap bulan rata-rata sebesar 17%.

B. Perhitungan Carbon Footprint Peralatan Elektronik Gedung A

Tabel 2. Jumlah Elektronik di Gedung 1

Jenis Elektronik yang di pakai	Jumlah Elektronik yang di pakai
Jumlah lampu dalam ruangan	129 Buah
Jumlah lampu di luar ruangan	26 Buah
Jumlah Ac yang di pakai	54 Buah
Jumlah Tv yang di gunakan	54 Buah
Jumlah Proyektor	24 Buah
Jumlah Dispenser	24 Buah
Jumlah TV	54 Buah
Jumlah Printer	54 Buah
Jumlah camera CCTV	54 Buah
Jumlah komputer	54 Buah

Sehingga untuk perhitungan lampu di dapatkan dengan persamaan rumus di bawah ini sebagai berikut;

$$N = \frac{E \times L \times W}{\frac{300 \text{ LUX} \times 24 \times 25}{4000 \text{ Lument} \times 0.7 \times 0,5 \times 1}}$$

=187 buah Lampu

- Jumlah energi lampu yang di butuhkan di dalam ruangan
 =187 buah lampu x 50 Watt
 = 9.350 Watt

Sehingga membutuhkan energi sebesar 9.350 yang terpakai selama waktu kerja yaitu 10 jam.
 =9.350 Watt x 10 jam

$$= 93.500 \text{ Watt}$$

$$= 93,5 \text{ KWh}$$

Jadi untuk dinas kehutanan samarinda energi listrik yang di butuhkan sebesar. 93.5 KWh kWh dalam waktu 10 jam

- Hitungan Konfigurasi Carbon lampu di dalam ruangan.
 Electrical Emission = EC.EF
 = 93.5 KWh x 0,84
 =78 Kg CO2

C. Perhitungan Carbon Footprint Peralatan Elektronik Gedung B

Tabel 3. Jumlah Elektronik di Gedung 2

Jenis Elektronik yang di pakai	Jumlah Elektronik yang di pakai
Jumlah lampu dalam ruangan	147 Buah
Jumlah Ac yang di pakai	43 Buah
Jumlah Tv yang di gunakan	23 Buah
Jumlah Proyektor	23 Buah
Jumlah Dispenser	23 Buah
Jumlah Printer	20 Buah
Jumlah camera CCTV	43 Buah
Jumlah komputer	43 Buah

Gedung B yang memiliki luas sebesar 1372.

- Luas untuk 2 lantai sebesar 1372 m.
 Perhitungan jumlah lampu. di dalam ruangan

$$N = \frac{E \times L \times W}{\varnothing \times X \times LLF \times CU \times n}$$

Dimana untuk penjelasan di sini

- N = merupakan jumlah titik pada lampu
- E = Kuat penerangan (Lux) di perkantoran (300 lux)
- L = Panjang (m)
- W = Lebar (m)
- \varnothing = Total Nilai pencahayaan dalam (4000 Lumen)
- LLF = Faktor kehilangan atau Kerugian antara (0,7-0,8)
- Cu = Coeffisien of Utilization (50-65)
- n = Jumlah lampu dalam 1 titik.

Sehingga untuk perhitungan lampu di dapatkan dengan persamaan rumus di bawah ini sebagai berikut;

$$N = \frac{E \times L \times W}{\varnothing \times X \times LLF \times CU \times n}$$

$$= \frac{300 \text{ LUX} \times 24 \times 25}{4000 \text{ Lument} \times 0.7 \times 0,5 \times 1}$$

$$= 147 \text{ buah Lampu}$$

Jumlah energi lampu yang di butuhkan di dalam ruangan

$$= 147 \text{ buah lampu} \times 50 \text{ Watt}$$

$$= 7.350 \text{ Watt}$$

Sehingga membutuhkan energi sebesar 73500 Watt yang terpakai selama waktu kerja yaitu 10 jam.

$$= 7.350 \text{ Watt} \times 10 \text{ jam}$$

$$= 73500 \text{ Watt}$$

$$= 73,5 \text{ KWh}$$

Jadi untuk dinas kehutanan samarinda energi listrik yang di butuhkan sebesar. 73,5 KWh kWh dalam waktu 10 jam

- Perhitungan Konfigurasi Carbon lampu di dalam ruangan.

$$\text{Electrical Emission} = EC.EF$$

$$= 73,5 \text{ KWh} \times 0,84$$

$$= 61,74 \text{ Kg CO}_2$$

Tabel 4. Rata-Rata Carbon Footprint

Jenis elektronik di gedung A	Jumlah <i>Carbon footprint</i> di Gedung A	Jenis elektronik di gedung B	Jumlah <i>Carbon footprint</i> di Gedung B
lampu dalam ruangan	78 Kg CO ₂	lampu dalam ruangan	61,74 Kg CO ₂
lampu di luar ruangan	13 Kg CO ₂	AC	303,4 Kg CO ₂
AC	381 Kg CO ₂	Tv	7,728 Kg CO ₂
Tv	18 Kg CO ₂	Proyektor	19,32 Kg CO ₂
Proyektor	20,16 Kg CO ₂	Dispenser	115,92 Kg CO ₂
Dispenser	120,96 Kg CO ₂	Printer	0,924 Kg CO ₂
Printer	0,924 Kg CO ₂	Camera CCTV	20,7 Kg CO ₂
Camera CCTV	26,124 Kg CO ₂	Komputer	45,51 Kg CO ₂
Komputer	49 Kg CO ₂		
Jumlah	689,168 Kg CO₂		575,242 Kg CO₂
Sehingga untuk total dari carbon emisi yang dihasilkan			1234,41 Kg CO ₂

Untuk hasil perhitungan di atas dapat diambil pembahasan fasilitas yang dipakai untuk kegiatan sehari-hari manusia tidak lepas dari peralatan elektronik fasilitas yang dipakai untuk keberlangsungan kegiatan perkantoran di Dinas Kehutanan Samarinda adalah berjumlah yang cukup besar yaitu bernilai 1234,41 Kg CO₂ hal ini cukup tinggi.

Ketergantungan memakai peralatan elektronik ini berkesinambungan dengan perubahan lingkungan yang menjadi rusak (Degradasi Lingkungan). Hal ini merupakan pemanasan Global yang mengakibatkan kerusakan lingkungan akibat menumpuknya karbon, sehingga faktor kerusakan lingkungan akibat naiknya suhu permukaan Bumi yang lambat laun akan meninggi.

Data perhitungan tersebut *Carbon footprint* tertinggi adalah pada Gedung A yang bernilai 689,168 Kg CO₂. Kegiatan manusia ini yang menyebabkan percepatan *temperature* di Bumi yang mengalami peningkatan, dikarenakan peningkatan *temperature* akibat dari emisi Gas Rumah Kaca yang membuat pengaruh ke perubahan cuaca, salah satunya perubahan angin dan intensitas hujan. *Carbon footprint* manusia salah satunya peralatan elektronik inilah yang menyebabkan perubahan angin dan Intensitas hujan yang nantinya akan mempengaruhi efisiensi dan kemampuan dari PLTS untuk menyuplay energi listrik.

Berdasarkan data tabel di atas untuk penggunaan elektronik yang terpakai di Dinas Kehutanan Samarinda ini dapat dikurangi konsumsi listriknya dengan cara memperhatikan peralatan elektronik yang telah dipakai salah satunya dengan memutus aliran listrik Ketika sudah tidak dipakai. Hal ini yang nantinya dapat menurunkan emisi karbon pada Dinas Kehutanan Samarinda.

D. Perhitungan Carbon Footprint Jenis Bahan Bakar BBM

Jenis kendaraan yang di pakai adalah jenis mobil dengan bahan bakar jenis bensin Berdasarkan sesi wawancara pada salah satu karyawan di pada Dinas Kehutanan Samarinda yaitu dengan menggunakan kendaraan 10 Mobil dengan masing-masing di gunakan dalam kurun waktu 8 jam setiap harinya maka untuk perhitungan bisa di lihat seperti di bawah ini;

$$\text{Fuel Emission} = \text{FC.EF}$$

$$\text{FC} = \text{Fuel Consumption/ Konsumsi BBM (Liter/Jam)}$$

$$\text{EF} = \text{Emission Faktor/ Faktor Emisi (BBM Jenis Premium yaitu 0,6)}$$

- Perhitungan liter yang di butuhkan mobil untuk 1 hari

$$1 \text{ mobil} \times 20 \text{ Liter} \times 8 \text{ Jam} = 160 \text{ (liter/Jam)}$$

Jadi perhitungan satu mobil 160 (liter/Jam) sehingga untuk perhitungan dalam 10 mobil adalah sebagai berikut;

- Perhitung dengan menggunakan 10 mobil.

$$10 \text{ mobil} \times 160 \text{ (liter/Jam)} = 1600 \text{ (liter/Jam)}$$

Jadi untuk perhitunga 10 mobil didapat 1600 (liter/Jam)

- Perhitungan Carbon Footprint

$$\text{Fuel Emission} = \text{FC.EF}$$

$$= 1600 \text{ (liter/Jam)} \times 0,6$$

$$= 960 \text{ Kg CO}_2$$

Dari perhitungan *Fuel Emission* dapat disimpulkan jumlah emisi gas rumah kaca dari kegiatan yang di lakukan di Dinas Kehutanan Samarinda dengan menggunakan kendraan bermotor berupa mobil maka di dapat sebesar 960 Kg CO₂ polusi yang di dapatkan dengan menggunakan kendaraan mobil dengan jumlah polutan yang cukup besar merupakan salah satu hal yang membuat kerusakan lingkungan di Bumi. Jika proses dari reduksi *carbon* yang terus dilakukan untuk setiap individu, hal ini akan menyebabkan yang negtif di lingkungan yang akan menyebabkan perubahan cuaca akibat emisi carbon yang dihasilkan oleh manusia.

Emisi gas karbon karena bahan bakar minyak dapat dikendalikan dengan salah satu cara yaitu dengan menggunakan Pajak (yaitu jika melakukan pencemaran harus membayar) selalu melakukan *service* pada kendaraan dan melakukan perawatan pada kendaraan untuk mengurangi gas buang.

4. KESIMPULAN

Cost Reduction yang di peroleh setelah pemasangan PLTS Efisiensi penghematan yang di dapat sepanjang tahun 2021, Setiap bulan rata-rata sebesar 17%. Hasil dari Analisa besarnya *Carbon Footprint* selama kegiatan di Dinas Kehutanan Samarinda pada Gedung A adalah sebesar 689,168 Kg CO₂ dan untuk *Carbon Footprint* pada Gedung B adalah senilai 575,242 Kg CO₂ sehingga untuk rata-rata total dari Emisi Carbon yang telah di hasilkan senilai 1234,41 Kg CO₂. Emisi gas carbon pada Gedung A jauh lebih besar di bandingkan dengan Gedung B hal ini di karenakan bangunan pada Gedung A jauh lebih besar dan nilai total dari *Carbon Footprint* yang dihasilkan terbilang masih tinggi. Hasil dari Analisa besarnya *Carbon Footprint* selama kegiatan di Dinas Kehutanan Samarinda dengan menggunakan mobil Dinas sebanyak 10 dengan masing-masing mobil yang menghabiskan bahan bakar Bensin bernilai 20 Liter. Maka di dapat perhitungan Fuel Emission sebanyak 960 Kg CO₂ hal ini juga terbilang cukup tinggi.

REFERENSI

Hidayati, N., & Ekayuliana, A. (2021). Rancang Bangun Komponen Utama Plts Off-Grid Untuk



- Menunjang Operasi Incinerator Sipesat®. *Jurnal Poli-Teknologi*, 20(2). <https://doi.org/10.32722/pt.v20i2.3892>
- Ismail, A. (2020). Potensi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (Grk) Dalam Kegiatan Belajar Di Rumah Secara on-Line: Analisis Jejak Karbon (*Carbon footprint Analysis*). *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 6(2), 195–203. <https://doi.org/10.20527/jukung.v6i2.9262>
- Nathawibawa, A. A. N. B. B., Kumara, I. N. S., & Ariastina, W. G. (2016). Analisis Produksi Energi dari Inverter pada Grid-connected PLTS 1 MWp di Desa Kayubih Kabupaten Bangli. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 16(1), 131. <https://doi.org/10.24843/mite.1601.18>
- Nureliza, N., Jati, D. R., & Utomo, K. P. (n.d.). Analisis *Carbon footprint* Dari Aktivitas Rumah Kost Kota Pontianak. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis*. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jurlis/article/view/44770>
- Pramudita, B. A., Aprillia, B. S., & Ramdhani, M. (2021). Analisis Ekonomi *On grid* PLTS untuk Rumah 2200 VA. *Jurnal Listrik, Instrumentasi Dan Elektronika Terapan (JuLIET)*, 1(2), 23–27. <https://doi.org/10.22146/juliet.v1i2.61879>
- Al Bahar, A. K., & Maulana, A. T. (2018). Perencanaan dan Simulasi Sistem PLTS Off-Grid Untuk Penerangan Gedung Fakultas Teknik UNKRIS. *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, 6(3), 97–107.