



Analisa Emisi Carbon Gas Rumah Kaca Konversi Perencanaan PLTS Pompa Irigasi Perairan Sawah di Desa Kubang Puji

Arief Rachman Hakim^{1*}, Muslimin², Paulus Sukuno³.

Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425
E-mail address: arief.rachman.hakim.tm23@stu.pnj.ac.id

Abstrak

Keberhasilan suatu kegiatan pertanian dilihat dari hasil produktivitas panen nya, dimana faktor utama yang mempengaruhi produktivitas suatu pertanian tergantung pada metode pertanian, petani (Pekerja), suplay air yang cukup, bibit yang unggul serta penggunaan pupuk yang baik. Pengairan irigasi sawah di desa kubang puji seluas 60 hektar menggunakan pompa air irigasi berbahan bakar fosil (solar). Pengoperasian pompa air irigasi ini dilakukan secara kontinue selama masa tanam dikarenakan elevasi permukaan sungai lebih rendah dari dataran sawah. Kebutuhan bahan bakar solar untuk operasional pompa irigasi sebesar 5.460 liter selama satu tahun. Penggunaan bahan bakar fosil (solar) tersebut menghasilkan emisi gas rumah kaca (GRK) berupa gas CO₂ (Carbon dioksida), CH₄ (Metana) dan N₂O (dinitrogen oksida), gas emisi tersebut berkontribusi akan terjadinya polusi ke atmosfer yang berdampak pada perubahan iklim, dan pemanasan global. Besaran emisi gas yang dihasilkan ialah 17,345 ton CO₂, 0,00069 ton CH₄, dan 0,00014 N₂O atau setarara dengan 17,403 ton Eq CO₂ periode satu tahun. Dengan adanya perencanaan konversi pompa air irigasi berbahan bakar solar menjadi pompa elektrik 3Ø dengan sumber tenaga pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di desa kubang puji akan menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) sebanyak 17,403 Ton CO₂.

Kata-kata kunci: Pompa irigasi, Emisi Gas Rumah Kaca, Konversi

Abstract

The success of an agricultural endeavor can be gauged from the results of its harvest productivity, where the main factors that influence the productivity of an agriculture depend on farming methods, farmers (labors), adequate water supply, quality seeds and the application of good fertilizer. The irrigation system service of 60 hectares rice fields in Kubang Puji Village uses a fossil fuel (diesel) irrigation water pump. The operation of the irrigation water pump is carried out continuously throughout the sowing season due to the river's water level being lower than the rice fields. The need for diesel fuel to operate irrigation pumps is 5,460 liters annually. The use of fossil fuels (diesel) leads to the emission of greenhouse gas in the form of CO₂ (carbon dioxide), CH₄ (methane) and N₂O (nitrous oxide), these gas emissions contribute to pollution in the atmosphere which has an impact on climate change and global warming. The amount of gas emissions produced is 17,345 tons of CO₂, 0.00069 tons of CH₄, and 0.00014 N₂O or the equivalent of 17,403 tons of Eq CO₂ for a period of one year. With the planning to convert a diesel-fueled water pump to a 3Ø electric pump powered by solar energy in Kubang Puji village, Greenhouse gas emissions will be reduced by 17,403 tons of CO₂.

Keywords: irrigation water pump, Greenhouse gas emissions, convert



1. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor utama perekonomian dari negara-negara berkembang. Konsekuensinya adalah bahwa kebijakan pembangunan pertanian di negara-negara tersebut sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pembangunan sektor lainnya [1] Pada sektor pertanian berkontribusi emisi gas rumah kaca sebesar 8% total emisi gas rumah kaca di Indonesia [2] Emisi gas rumah kaca pada sektor pertanian ini terjadi pada kegiatan pompa air irigasi persawahan dengan bahan bakar fosil, pembakaran jerami sisa hasil pertanian serta aktivitas pemberian pupuk pada tanaman. Dampak dari kegiatan tersebut menghasilkan gas emisi berupa CO₂ (Carbon dioksida), CH₄ (Metana) dan N₂O (Dinitrogen oksida) [3]. Gas emisi yang lepas ke atmosfer akan berdampak negatif terhadap kesehatan manusia, perubahan iklim secara ekstrim dan pemanasan global, kenaikan permukaan laut serta berdampak terhadap keadaan sosial dan ekonomi dunia. Sejalan dengan komitmen pemerintah Indonesia dalam pengurangan emisi carbon dan mencapai net zero emission (NZE) pada tahun 2060[4], dimana melakukan transisi energi hijau dengan pengurangan penggunaan energi bersumber bahan bakar fosil beralih ke sumber energi terbarukan.

Lahan pertanian seluas 60 hektar terletak di desa Kubang Puji, Kabupaten Serang pengairan air irigasi sawah menggunakan pompa air berbahan bakar solar. Penggunaan pompa air irigasi sawah ini dikarenakan kondisi permukaan sungai lebih rendah dibandingkan permukaan sawah. Faktor utama dalam kegiatan pertanian dengan adanya infrastruktur irigasi persawahan yang baik, tersedianya air irigasi yang cukup dan terkontrol merupakan input untuk meningkatkan produksi padi [5] Pengoperasian mesin pompa air irigasi berbahan bakar solar dilakukan secara kontinue selama masa tanam padi. Kebutuhan bahan bakar solar untuk mengoperasikan pompa air irigasi sawah sebesar 2.730 liter solar selama ± 4 bulan, dengan masa tanam padi dalam satu tahun sebanyak 2 kali total kebutuhan bahan bakar solar sebesar 5.460 liter. Kegiatan pertanian tersebut berkontribusi menghasilkan emisi gas rumah kaca, dimana upaya untuk menurunkan emisi dengan memanfaatkan energi terbarukan sinar surya (PLTS) sebagai sumber energi konversi pompa irigasi berbahan bakar solar menjadi pompa elektrik dengan bersumber dari Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Penggunaan PLTS untuk kegiatan pertanian tersebut dapat meningkatkan produktivitas pertanian dan penerapan agrovoltatics.

Tujuan penelitian ini untuk melakukan perhitungan emisi gas rumah kaca (GRK) sesuai dengan guideline for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) tahun 2006 dan Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2012[6]. Dengan metode perhitungan langsung emisi dari jumlah penggunaan bahan bakar dengan emisi hasil mitigasi konversi ke sumber energi baru terbarukan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian perhitungan emisi gas rumah kaca (GRK) pada kegiatan pertanian menggunakan pompa air irigasi berbahan bakar solar dengan berfokus pada emisi CO₂ (Carbon dioksida), CH₄ (Metana) dan N₂O (Dinitrogen oksida)[7] dengan penjelasan tahapan pada gambar di bawah ini.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penjelasan diagram alir penelitian analisa emisi carbon gas rumah kaca (GRK) sebagai berikut :

1. Identifikasi masalah & Observasi Lapangan
Melakukan diskusi dan wawancara bersama client terkait permasalahan – permasalahan dan menyepakati batasan penelitian. Selanjutnya melakukan survey dan observasi lapangan ke lokasi project yang telah disepakati.
2. Pengambilan Data Primer & Sekunder
Pengambilan data primer dari kondisi aktual dilapangan dan data sekunder hasil dari studi literasi untuk mendukung analisa data penelitian.

Tabel 1. Penggunaan Bahan Bakar Solar

No	Nama Sumber Emisi	Konsumsi BBM (liter/bulan)												Total BBM (Liter)	
		Jan-23	Feb-23	Mar-23	Apr-23	May-23	Jun-23	Jul-23	Aug-23	Sep-23	Oct-23	Nov-23	Dec-23		
1	KUBOTA RD 110D1-2T	283,5	283,5			378	283,5	283,5	283,5				378	283,5	2.457
2	YANMARTS230H	346,5	346,5			462	346,5	346,5	346,5				462	346,5	3.003
3															-
Total		630,00	630,00	-	-	840,00	630,00	630,00	630	-	-	840	630	5.460	

3. Analisa Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)
Melakukan perhitungan analisa emisi gas rumah kaca berdasarkan data primer dan sekunder yang telah dikumpulkan dan dihitung sesuai guideline IPPC tahun 2006.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Emisi CO₂ (Carbon dioksida)

Hasil perhitungan total emisi CO₂ (Carbon dioksida) dari gas buang hasil pembakaran pompa irigasi berbahan bakar fosil (solar) dengan menggunakan metode perhitungan IPCC Guidelines 2006 sebagai berikut:

$$\Sigma EB = \Sigma FC (\text{liter}) \times EF_{CO_2} \left(\frac{Kg}{Tj}\right)^2 \times NCV \left(\frac{Tj}{\text{liter}}\right) \quad (1)$$

Dimana :

- EB* = Emisi baseline dalam periode y
FC = Konsumsi bahan bakar dalam periode y
EF = Factor emisi
NCV = Nilai Kalori bahan bakar

Tabel 2. Nilai factor emisi tidak bergerak[8]

BBM	Nilai Kalor / NCV (Tj/liter) ¹	Faktor Emisi / FE ²		
		CO ₂ (Kg/Tj)	CH ₄ (Kg/Tj)	N ₂ O (Kg/Tj)
Bensin	3,3,E-05	69300	3	0,6
Solar	3,6,E-05	74100	3	0,6

Maka, Perhitungan Emisi CO₂ (Carbon dioksida):

$$\Sigma EB = \Sigma FC (\text{liter}) \times EF_{CO_2} \left(\frac{Kg}{Tj}\right)^2 \times NCV \left(\frac{Tj}{\text{liter}}\right)$$

$$\Sigma EB = 5460 (\text{liter}) \times 74100 \text{ CO}_2 \left(\frac{Kg}{Tj}\right)^2 \times 3,6, E-05 \left(\frac{Tj}{\text{liter}}\right)$$

$$\Sigma EB = 17.345,2603 \text{ Kg CO}_2$$

$$\Sigma EB = 17,345 \text{ ton CO}_2$$

Besaran emisi CO₂ (Carbon dioksida) dari hasil kegiatan penggunaan pompa irigasi diesel selama tahun 2023 sebesar 17,345 ton CO₂.

Perhitungan Emisi CH₄ (Metana)

Hasil perhitungan total emisi CH₄ (Metana) dari gas buang hasil pembakaran pompa irigasi berbahan bakar fosil (solar) dengan menggunakan metode perhitungan IPCC Guidelines 2006 sebagai berikut:

$$\Sigma EB = \Sigma FC (\text{liter}) \times EF_{CH_4} \left(\frac{Kg}{Tj}\right)^2 \times NCV \left(\frac{Tj}{\text{liter}}\right) \quad (2)$$

Maka, Perhitungan Emisi CH₄ (Metana):

$$\Sigma EB = \Sigma FC (\text{liter}) \times EF_{CH_4} \left(\frac{Kg}{Tj}\right)^2 \times NCV \left(\frac{Tj}{\text{liter}}\right)$$

$$\Sigma EB = 5460 (\text{liter}) \times 3 \text{ CH}_4 \left(\frac{Kg}{Tj}\right)^2 \times 3,6, E-05 \left(\frac{Tj}{\text{liter}}\right)$$

$$\Sigma EB = 0,69828 \text{ Kg CH}_4$$

$$\Sigma EB = 0,000698 \text{ ton CH}_4$$

Perhitungan Emisi N₂O (Dinitrogen oksida)

Berdasarkan guidelines IPCC 2006, Hasil perhitungan total emisi CH₄ (Metana) dari gas buang hasil pembakaran pompa irigasi berbahan bakar fosil (solar) sebagai berikut:

$$\Sigma EB = \Sigma FC (\text{liter}) \times EF_{N_2O} \left(\frac{Kg}{Tj}\right)^2 \times NCV \left(\frac{Tj}{\text{liter}}\right) \quad (3)$$

Maka, Perhitungan Emisi N₂O (Dinitrogen oksida):

$$\Sigma EB = \Sigma FC (\text{liter}) \times EF_{N_2O} \left(\frac{Kg}{Tj}\right)^2 \times NCV \left(\frac{Tj}{\text{liter}}\right)$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\begin{aligned}\Sigma EB &= 5460 \text{ (liter)} \times 3 \text{ N}_2\text{O} \left(\frac{\text{Kg}}{\text{Tj}}\right)^2 \times 3,6, E-05 \left(\frac{\text{Tj}}{\text{liter}}\right) \\ \Sigma EB &= 0,13966 \text{ Kg N}_2\text{O} \\ \Sigma EB &= 0,00014 \text{ ton N}_2\text{O}\end{aligned}$$

Besaran emisi N₂O (Dinitrogen oksida) dari hasil kegiatan penggunaan pompa irigasi diesel selama tahun 2023 sebesar 0,00014 ton N₂O.

Perhitungan Total Beban Emisi CO₂ (Carbon dioksida)

Berdasarkan hasil perhitungan nilai emisi gas rumah kaca (GRK) CO₂ (Carbon dioksida), CH₄ (Metana) dan N₂O (Dinitrogen oksida), dilakukan perhitungan total beban emisi dengan mengkonversi emisi CH₄ dan N₂O ke nilai emisi CO₂ berdasarkan guidelines IPCC 2006 sebagai berikut:

Table 3. Faktor Konversi [9]

Emisi	Faktor Konversi (Eq CO ₂)
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310

Data hasil perhitungan emisi berdasarkan faktor konversi berdasarkan tabel 3 diatas, menunjukkan nilai konversi emisi CH₄ dan N₂O terlihat pada tabel 4 di bawah ini:

Table 4. Emisi Konversi CO₂

Emisi	Nilai Sebelum konversi (Ton)	Nilai Sesudah konversi (Eq CO ₂ Ton)
CO ₂	17,345	17,345
CH ₄	0,000690	0,01466
N ₂ O	0,000140	0,04330
Total Emisi		17,403

Total beban emisi yang telah dilakukan konversi ke CO₂ sebesar 17,403 ton Eq CO₂. Nilai emisi gas rumah kaca (GRK) tersebut hasil dari kegiatan pertanian pengoperasian pompa air irigasi sawah berbahan bakar solar di desa kubang puji.

Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)

Upaya penuruna emisi carbon dari kegiatan pertanian di desa kubang puji dilakukan dengan perencanaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk mengkonversi penggunaan pompa air berbahan bakar solar dengan pompa electric bersumber dari tenaga surya. Sesuai dengan metodologi perhitungan pengurangan emisi GRK atau peningkatan serapan karbon dirjen pengendalian perubahan iklim No.SK.14/PPI/IGAS/PPI.2/7/2020[6], dimana perhitungan penurunan emisi sebagai berikut:

$$PEy = EBy - EPy \quad (4)$$

Dimana:

PEy = Penurunan Emisi Dalam Satuan Waktu (ton CO₂)

EBy = Emisi Dalam Periode (Emisi Baseline)

EPy = Emisi Hasil Mitigasi (ton CO₂)

$$PEy = EBy - EPy$$

$$PEy = 17,403 - 0$$

$$PEy = 17,403 \text{ ton CO}_2$$



Penurunan emisi gas rumah kaca konversi pompa irigasi berbahan bakar Solar ke PLTS sebesar 17,403 Ton Co₂. Kontribusi dari penurunan nilai emisi tersebut sangat membantu dapat peranan pemerintah Indonesia untuk mencapai Nett Zero Emission (NZE) pada tahun 2060.

4. KESIMPULAN

Penelitian analisa emisi carbon gas rumah kaca pada perencanaan PLTS pompa irigasi perairan sawah di desa kubang puji menghasilkan emisi gas rumah kaca (GRK) CO₂ sebesar 17,345 ton CO₂, emisi CH₄ sebesar 0,000690 ton CH₄ dan emisi N₂O sebesar 0,00014 ton N₂O atau setara dengan emisi 17,403 ton eq CO₂. Dengan adanya konversi dengan sumber energi baru terbarukan berasal dari pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dapat menurunkan hasil emisi baseline secara signifikan. Berdasarkan perhitungan penurunan emisi tersebut sebesar 17,403 ton CO₂ dalam satuan waktu. Konversi perencanaan PLTS pompa irigasi perairan sawah tersebut sangat efektif dalam mendukung transisi energi dibidang pertanian.

REFERENSI

- [1] Sulanjari and J. Setiyono, "Studi Analisis Kinerja Pompa Air Dengan," *Teknobiz*, vol. 10, no. 3, pp. 45–54.
- [2] F. A. Darmawan, I. Aqsha, and A. Hambali, "Penerapan Teknologi Pompa Irigasi Sawah berbasis Tenaga Surya di Desa Parambambe Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan," *SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Seni bagi Masyarakat)*, vol. 12, no. 1, p. 54, 2023, doi: 10.20961/semar.v12i1.65873.
- [3] UNFCCC/CCNUCC, "Tool to calculate project or leakage CO₂ emissions from fossil fuel combustion," vol. 11, p. 8, 2008.
- [4] A. Effendi, "Analisa Perhitungan Pompanisasi Irigasi Dengan Menggunakan Tenaga Panel Surya Di Daerah Koto Baru Simalanggang Payakumbuh," *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol. 7, no. 2, pp. 128–132, 2018, doi: 10.21063/jte.2018.3133719.
- [5] F. A. Darmawan, M. Akil, and K. Rahman, "Pompa Irigasi Sawah," vol. 3, no. 1, pp. 32–38, 2022.
- [6] Kemen-ESDM, "Metodologi Penghitungan Pengurangan Emisi GRK dan / atau Peningkatan Serapan Karbon dalam Kerangka Verifikasi Aksi Mitigasi," p. 9, 2020.
- [7] L. Hanarisanty and B. Ade Pratama, "Calculation of Greenhouse Gas Emissions (CH₄, CO₂, and N₂O) in Kasihan District in the Agricultural Sector Using the IPCC Application," *Journal of Engineering Science and Technology Management (JES-TM)*, vol. 2, no. 2, pp. 96–103, 2022, doi: 10.31004/jestm.v2i2.57.
- [8] K. ESDM, "Faktor Emisi Bahan Bakar Minyak (BBM) dan Batubara," no. 1, p. 32, 2023.
- [9] L. Ode and M. Abdul, "Pelatihan Inventarisasi Gas Rumah Kaca 10 Kota ‘ Sektor Energi ’".