

SKRIPSI

ANALISIS OPERASIONAL POMPA AIR SENTRIFUGAL DENGAN SUPLAI DAYA DARI DIESEL DAN DARI TENAGA SURYA



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

EKO PRASETIO

NIM. 2415374011

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
TAHUN 2024/2025**

ABSTRAK

Kabupaten Kupang merupakan salah satu wilayah di Provinsi Nusa Tenggara Timur yang sektor pertaniannya sangat bergantung pada ketersediaan air, terutama pada musim kemarau yang berkepanjangan. Selama ini, pengairan lahan pertanian seluas ± 1 hektar masih mengandalkan pompa air sentrifugal yang digerakkan oleh mesin diesel berbahan bakar minyak. Penggunaan mesin diesel secara intensif selama 6–8 jam per hari menyebabkan tingginya biaya operasional dan ketergantungan pada bahan bakar fosil, yang kurang efisien serta berdampak negatif terhadap lingkungan.

Di sisi lain, Nusa Tenggara Timur memiliki potensi energi surya yang sangat besar, dengan intensitas radiasi matahari mencapai sekitar 2.055 kWh/m^2 per tahun. Potensi ini dapat dimanfaatkan melalui sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk menggantikan sumber energi konvensional. Penggunaan PLTS sebagai sumber daya pompa air tidak hanya dapat menghemat konsumsi bahan bakar, tetapi juga lebih ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas buang maupun kebisingan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis operasional pompa air sentrifugal dengan suplai daya dari mesin diesel dan PLTS, serta membandingkan efisiensi, biaya, dan dampak lingkungannya. Hasil analisis ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi kelompok tani dan pemerintah daerah dalam mengembangkan sistem irigasi berkelanjutan di Kabupaten Kupang.

Kata Kunci: Pompa air sentrifugal, diesel, PLTS, irigasi, energi terbarukan, Kabupaten Kupang.

ABSTRACT

Kupang Regency, located in East Nusa Tenggara Province, relies heavily on the availability of water for irrigation, especially during prolonged dry seasons. Currently, agricultural irrigation for approximately 1 hectare of land typically uses centrifugal water pumps powered by diesel engines. These diesel engines operate for about 6–8 hours per day, resulting in high operational costs and excessive dependence on fossil fuels, which are inefficient and environmentally harmful.

On the other hand, East Nusa Tenggara has a significant renewable energy potential, particularly solar energy, with an average solar irradiance of approximately 2,055 kWh/m² per year. This renewable resource presents an opportunity to implement Solar Power Plants (PLTS) as an alternative energy supply for irrigation systems. Utilizing PLTS can significantly reduce fuel consumption, lower operational costs, and minimize environmental impact by eliminating emissions and noise pollution.

This study aims to analyze the operational performance of centrifugal water pumps powered by diesel engines compared to those powered by solar energy (PLTS), focusing on efficiency, cost, and environmental impact. The results are expected to provide practical recommendations for local farmers and government stakeholders to support sustainable agricultural practices in Kupang Regency.

Keywords: Centrifugal water pump, diesel, solar power, irrigation, renewable energy, Kupang Regency.

DAFTAR ISI

SKRIPSI	1
ABSTRAK.....	2
DAFTAR ISI	4
DAFTAR GAMBAR	6
DAFTAR TABEL.....	7
BAB I PENDAHULUAN	11
1.1. Latar Belakang	11
1.2. Perumusan Masalah	12
1.3. Batasan Masalah.....	12
1.4. Tujuan Penelitian	12
1.5. Manfaat Penelitian	12
1.5.1. Manfaat Akademik	12
1.5.2. Manfaat Aplikatif.....	13
1.6. Sistematika Penulisan.....	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1. Penelitian Sebelumnya	15
2.2. Landasan Teori.....	15
2.2.1. Sistem Irigasi Pertanian	15
2.2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) <i>Off-grid</i>	15
2.2.3. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD)	15
2.2.4. Pompa Air Sentrifugal.....	15
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	15
3.2. Alur Penelitian	15
3.2.1. Survei Kebutuhan Energi Pompa Sentrifugal	15
3.2.2. Analisis Penggunaan Energi Pompa Sentrifugal.....	15
3.3. Metode Pengumpulan Data	15
3.3.1. Studi Literatur.....	15
3.3.2. Observasi Lapangan.....	15

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1. Perbandingan Operasional Pompa Air Sentrifugal Yang Bersumber Daya PLTD dan PLTS.....	15
4.1.1. Perbandingan Sistem Kerja.....	15
4.1.2. Perbandingan Biaya Investasi Awal	15
4.1.3. Perbandingan Biaya Operasional Harian	15
4.1.4. Perbandingan Emisi dan Kebisingan	15
4.1.5. Perbandingan Perawatan	15
4.1.6. Ketersedian Suku Cadang	15
4.1.7. Dampak Lingkungan	15
4.1.8. Perbandingan Keandalan Operasi Pompa Air Sentrifugal	15
4.1.9. Tabel Perbandingan Operasional Pompa Air Sentrifugal	15
4.2. Kebutuhan Daya Pompa Sentrifugal Untuk Irigasi.....	15
4.2.1. Kebutuhan Air (<i>Volume</i>)	15
4.2.2. Menentukan Debit Air (<i>Q</i>)	15
4.2.3. Menentukan Daya Pompa	15
BAB V	15
PENUTUP	15
5.1. Kesimpulan	15
5.2. Saran.....	16
DAFTAR PUSTAKA	17

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi PLTS Off-grid	15
Gambar 2.2 Mesin Diesel	15
Gambar 2.3 Prinsip Kerja Mesin Diesel	15
Gambar 2.4 Pompa Sentrifugal.....	15
Gambar 2.5 Komponen Utama Pompa Sentrifugal	15
Gambar 2.6 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal.....	15
Gambar 3.1 Diagram Alur Analisis	15
Gambar 4.1 Sistem Kerja Pompa Sentrifugal Berbasis Mesin Diesel	15
Gambar 4.2 Sistem Kerja Pompa Sentrifugal Berbasis PLTS.....	15

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Biaya Investasi Awal PLTD	15
Tabel 4.2 Biaya Investasi Awal PLTS	15
Tabel 4.3 Tingkat Perawatan Suku Cadang PLTD	15
Tabel 4.4 Tingkat Perawatan Komponen PLTS	15
Tabel 4.5 Perbandingan Sistem Kerja Mesin Diesel & PLTS	15
Tabel 4.6 Ringkasan Perhitungan Kebutuhan Daya Pompa Sentrifugal Untuk Irigasi ..	15

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sektor pertanian di Kabupaten Kupang sangat bergantung pada ketersediaan air untuk irigasi khususnya pengairan lahan persawahan, terutama pada musim kemarau yang bekepanjangan. Masyarakat pada umumnya masih melakukan pengairan secara sederhana dengan memanfaatkan energi yang berbahan bakar minyak (mesin diesel), penggunaan mesin diesel inilah yang akan memutar pompa air yang sistem sentrifugal yang kemudian air akan mengalir ke lahan persawahan. Proses pengairan pada lahan pertanian biasanya membutuhkan waktu selama 6 – 8 jam/hari untuk mengalir ke seluas ± 1 Ha, Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan diesel yang berlebih sangat tidak efisien dan mahal dalam operasionalnya [1].

Nusa Tenggara Timur merupakan wilayah yang mempunyai sumber energi baru terbarukan yang melimpah salah satunya sumber energi panas (*Irradiance*) sekitar 2.055 kWh/m²/tahun atau sekitar 5,6 kWh/m²/hari [2]. Hal ini menunjukkan bahwa sumber energi baru terbarukan sangat bermanfaat jika diterapkan dalam kehidupan masyarakat khususnya untuk pengairan lahan pertanian.

Berdasarkan hal tersebut Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi alternatif yang baik dan mempunyai peran untuk menghemat penggunaan bahan bakar karena memanfaatkan energi panas pada matahari sehingga dapat mengurangi kebutuhan penggunaan bahan bakar serta mengurangi biaya operasional, selain itu penggunaan PLTS bersifat ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas atau polusi udara dan bertujuan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Dengan adanya alternatif penggunaan PLTS pada lahan pertanian ini diharapkan agar kebutuhan dasar petani bisa meringankan para masyarakat khususnya kelompok tani pada Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Berdasarkan Pemaparan Diatas, penulis akan melakukan pembahasan terkait “Analisis Operasional Pompa Air Sentrifugal Dengan Suplai Daya Dari Diesel Dan Dari Tenaga Surya” Harapan dari hasil analisis melalui penyusunan Tugas Akhir nantinya dapat memberikan rekomendasi kepada pihak *Client* untuk diimplementasikan agar dapat membantu dan mendorong kemajuan bagi kelompok tani di Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur.

1.2. Perumusan Masalah

- a. Bagaimana perbandingan operasional pompa air sentrifugal yang menggunakan sumber daya PLTD dengan PLTS?
- b. Berapa estimasi kebutuhan daya PLTS yang diperlukan untuk mengairi lahan pertanian seluas ± 1 hektar di Kabupaten Kupang?

1.3. Batasan Masalah

- a. Sistem pengairan yang dikaji hanya pada operasional pompa air sentrifugal yang menggunakan sumber daya PLTD dengan PLTS.
- b. Analisis dibatasi pada aspek penggunaan energi yang dihasilkan selama proses pengairan, tanpa membahas dampak lingkungan secara mendalam.
- c. Penelitian ini tidak membahas secara rinci aspek implementasi lapangan, instalasi fisik, pemeliharaan sistem, maupun kebijakan subsidi atau insentif energi terbarukan.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang penulis buat untuk Tugas Akhir ini, berikut tujuan penelitiannya:

- a. Mengetahui perbandingan operasional pompa air sentrifugal yang menggunakan sumber daya PLTD dengan PLTS.
- b. Mengetahui estimasi kebutuhan daya PLTS yang diperlukan untuk mengairi lahan pertanian seluas ± 1 hektar di Kabupaten Kupang.

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai, maka penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat dalam perkembangan ilmu pengetahuan baik untuk institusi atau penelitian lain untuk dikembangkan dan bermanfaat untuk masyarakat.

1.5.1. Manfaat Akademik

- a. Memberikan pengetahuan ilmiah dalam bidang energi terbarukan pada penerapan sistem PLTS yang akan diimplementasikan di lahan pertanian.
- b. Menjadi referensi dalam analisis perbandingan operasional pompa air sentrifugal antara PLTD dan PLTS.
- c. Memberikan data estimasi kebutuhan daya PLTS untuk lahan pertanian ± 1 hektar di Kabupaten Kupang.

1.5.2. Manfaat Aplikatif

- a. Menjadi acuan dalam perencanaan sistem irigasi tenaga surya untuk lahan pertanian di daerah terpencil atau minim akses listrik.
- b. Memberikan solusi energi alternatif kepada masyarakat yang ramah lingkungan dan tidak ketergantungan pada bahan bakar fosil.
- c. Memberikan penerapan energi baru terbarukan dalam sektor pertanian kepada masyarakat desa khususnya kelompok tani dalam hal kemandirian energi.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembahasan dan penyusunan Skripsi ini, penulisan disusun secara sistematis ke dalam beberapa bab, yaitu sebagai berikut:

a. Bab I Pendahuluan

Bab I ini berisi latar belakang yang menjelaskan pentingnya pengairan pertanian di Kabupaten Kupang dan ketergantungannya terhadap energi bahan bakar fosil, serta potensi pemanfaatan energi terbarukan khususnya PLTS. BAB I ini juga memuat perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan dari penelitian yang dilakukan.

b. Bab II Tinjauan Pustaka

Bab II ini berisi uraian tentang teori-teori yang mendukung dan berkaitan dengan penelitian, termasuk kajian literatur atau penelitian sebelumnya yang relevan. Topik yang dibahas meliputi teknologi pompa air sentrifugal, sistem irigasi pertanian, pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *off-grid*, potensi energi surya di NTT.

c. Bab III Metode Penelitian

Bab III ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian, termasuk tahapan pengumpulan data, spesifikasi teknis sistem, estimasi kebutuhan energi.

d. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab IV ini menyajikan hasil perbandingan operasional pompa air sentrifugal yang menggunakan sumber daya PLTD dengan PLTS, serta disajikan juga estimasi perhitungan daya PLTS antara pompa sentrifugal berbasis diesel dan pompa berbasis PLTS.

e. Bab V Penutup

Bab V ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut atau implementasi nyata di lapangan oleh kelompok tani atau pemerintah daerah.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan dalam tugas akhir ini mengenai penggunaan pompa air sentrifugal untuk sistem irigasi berbasis PLTS *off-grid* di Kabupaten Kupang, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

- a. Berdasarkan perbandingan operasional antara pompa air sentrifugal yang menggunakan sumber daya dari PLTD dan PLTS, dapat disimpulkan bahwa meskipun investasi awal pompa berbasis PLTS lebih tinggi, namun sistem ini menawarkan biaya operasional yang jauh lebih rendah, perawatan minimal, bebas polusi, dan lebih ramah lingkungan. Dengan mempertimbangkan kondisi geografis Kabupaten Kupang yang memiliki potensi sinar matahari tinggi, serta kebutuhan akan sistem yang efisien dan berkelanjutan, maka pompa air sentrifugal berbasis PLTS merupakan pilihan terbaik untuk irigasi lahan pertanian, khususnya untuk sawah seluas 1 hektar, dalam jangka panjang.
- b. Berdasarkan analisis kebutuhan teknis sistem irigasi untuk lahan pertanian seluas 1 hektar di Kabupaten Kupang, dapat disimpulkan bahwa sistem pompa sentrifugal yang dioperasikan dengan energi dari PLTS memerlukan daya sebesar 1,48 kW untuk bekerja selama 8 jam per hari. Nilai ini diperoleh dari perhitungan kebutuhan air rata-rata sebesar 1,4 liter/detik, debit total sebesar 4,2 liter/detik, dan total head pengangkatan air setinggi 36 meter. Dengan demikian, sistem PLTS yang dirancang untuk keperluan irigasi harus mampu menghasilkan energi harian minimal 1,48 kWh, agar dapat menunjang kebutuhan air selama musim tanam secara efektif dan berkelanjutan. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan teknis penggunaan PLTS

untuk irigasi sangat layak diterapkan di wilayah dengan intensitas matahari tinggi seperti Kabupaten Kupang.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

a. Peningkatan Sosialisasi dan Edukasi:

Diperlukan peningkatan pemahaman kepada kelompok tani mengenai manfaat dan cara kerja sistem PLTS agar mampu menjaga dan merawat sistem secara mandiri setelah instalasi dilakukan.

b. Pendanaan dan Subsidi Energi Terbarukan:

Pemerintah melalui Dinas Pertanian atau ESDM disarankan untuk menyediakan skema bantuan pendanaan atau subsidi untuk mendorong implementasi energi baru terbarukan di sektor pertanian.

c. Perluasan Skala Sistem:

Sistem PLTS irigasi ini dapat dikembangkan lebih lanjut pada skala yang lebih besar atau untuk sistem irigasi kolektif, seperti kelompok tani atau daerah irigasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, *Potensi Energi Surya di Indonesia*, Jakarta: Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, 2020.
- [2] METI (Ministry of Energy and Mineral Resources Indonesia), *Potensi Energi Surya di Indonesia*, Jakarta: Direktorat EBTKE, 2020.
- [3] M. Rizkillah, “Analisis Kinerja PLTS Off-Grid untuk Pompa Irigasi Sawah di Kabupaten Ciamis,” Skripsi, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2024.
- [4] F. Fitria, “Perencanaan dan Analisis PLTS Off-Grid untuk Irigasi Pertanian di Lamongan, Jawa Timur,” Skripsi, Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2020.
- [5] R. Triana, “Analisis Kebutuhan Air Irigasi Berdasarkan Fase Pertumbuhan Tanaman Padi,” *Jurnal Irigasi dan Drainase*, vol. 10, no. 1, pp. 23–30, 2019.
- [6] H. Sanjaya, N. Girianti, dan A. Kumara, “Perhitungan Rata-Rata Kebutuhan Air Harian pada Lahan Sawah Irigasi,” *Jurnal Teknik Pertanian Tropis*, vol. 7, no. 2, pp. 56–64, 2019.
- [7] R. Sanjaya, D. Girianti, dan A. Kumara, *Perancangan Pompa Air Tenaga Surya untuk Irigasi Pertanian*, Bandung: Politeknik Negeri Bandung, 2019.
- [8] S. Hartanto, *Pompa dan Kompresor: Teori dan Aplikasi Teknik Mesin*, Yogyakarta: Andi, 2011.
- [9] A. H. Sularso dan S. Sugiarto, *Pompa dan Kompresor*, Jakarta: Pradnya Paramita, 2000.
- [10] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM), *Panduan Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Off-grid untuk Irigasi Pertanian*, Jakarta: Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, 2021.
- [11] Badan Pusat Statistik (BPS) Nusa Tenggara Timur. (2023). *Provinsi Nusa Tenggara Timur dalam Angka 2023*. Kupang: BPS Provinsi NTT.
- [12] Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). (2023). *Climate Data for Indonesia*. Retrieved from <https://www.bmkg.go.id>.