

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pompa

Pompa air merupakan perangkat yang sangat penting dalam sistem distribusi air, terutama dalam konteks irigasi pertanian. Teori dasar pompa berfokus pada prinsip fisika yang mengatur pergerakan fluida, di mana energi kinetik dan energi potensial digunakan untuk memindahkan air dari satu tempat ke tempat lain yang dapat kita lihat pada gambar 2.1. Dalam hal ini, pompa air berfungsi untuk mengatasi tantangan geografis dan iklim yang dihadapi oleh petani, terutama di daerah yang kekurangan sumber air. Menurut Alam, H. dkk. (2024), penggunaan pompa air yang efisien dapat meningkatkan produktivitas pertanian dengan memastikan pasokan air yang cukup untuk tanaman, terutama di musim kemarau. Hal ini menunjukkan bahwa pemilihan dan penggunaan pompa yang tepat sangat berpengaruh terhadap keberhasilan sistem irigasi.



Gambar 2.1 Pompa Air
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Selain itu, kinerja pompa air juga dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk desain pompa, kecepatan putaran poros, dan karakteristik fluida yang dipompa. Dalam konteks ini, penting untuk memahami bagaimana variasi dalam parameter-parameter tersebut dapat mempengaruhi efisiensi dan efektivitas pompa. Menurut Nuryanti, S. dkk. (2020), analisis kinerja pompa berdasarkan variasi kecepatan putaran dan jenis pompa dapat memberikan wawasan yang berharga untuk pengembangan sistem irigasi yang lebih baik. Dengan demikian, penelitian lebih lanjut dalam bidang ini sangat diperlukan untuk mengoptimalkan penggunaan pompa air dalam sistem irigasi pertanian.

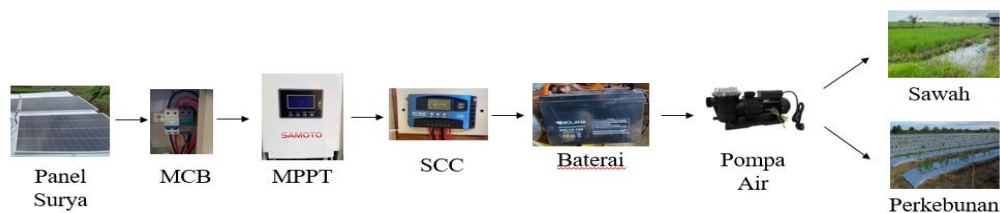
2.2 Pompa Air Bertenaga Surya

Pompa air bertenaga surya adalah sistem yang memanfaatkan energi matahari untuk menggerakkan pompa air, terdiri dari beberapa komponen utama seperti panel surya, *MCB (Miniature Circuit Breaker)*, *SCC (Solar Charge Controller)*, aki (baterai), dan pompa itu sendiri yang bisa kita lihat pada gambar 2.2. Panel surya berfungsi untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik, yang kemudian dialirkan melalui *MCB (Miniature Circuit Breaker)* sebagai pengaman untuk mencegah arus lebih. Setelah itu, energi listrik diteruskan ke *SCC* yang mengatur pengisian aki dan memastikan bahwa aki tidak *overcharge*. Aki menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya untuk digunakan saat diperlukan, terutama ketika sinar matahari tidak tersedia. Dengan sistem ini, pompa air bertenaga surya menawarkan solusi yang efisien dan ramah lingkungan untuk kebutuhan irigasi dan penyediaan air bersih. Tabel 2.1 dibawah ini merupakan spesifikasi pompa air bertenaga surya.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Pompa Air

Spesifikasi	Detail
Daya	1000 W
Tegangan	150 V
Head Maksimum	18 M
Debit Maksimum	19 m ³ /jam
Tipe Motor	DC

Proses kerja sistem secara keseluruhan dimulai ketika energi listrik dihasilkan oleh panel surya dan mengalir ke *MCB (Miniature Circuit Breaker)* untuk perlindungan. *SCC* kemudian mengatur aliran energi ke aki, memastikan bahwa aki terisi dengan baik dan siap digunakan. Ketika dibutuhkan, energi dari aki akan dialirkan ke pompa air, yang menggerakkan air dari sumbernya ke tempat yang diinginkan. Dengan memanfaatkan teknologi ini, pompa air bertenaga surya tidak hanya mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil, tetapi juga memberikan solusi berkelanjutan untuk kebutuhan air, terutama di daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional.



Gambar 2. 2 Rangkaian Pompa Air Bertenaga Surya
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

2.3 Baterai

Baterai adalah perangkat yang menyimpan energi dalam bentuk energi kimia dan mengubahnya menjadi energi listrik saat dibutuhkan seperti pada gambar dibawah ini 2. 3. Dalam sistem pompa air bertenaga surya, baterai berfungsi untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya, sehingga dapat digunakan saat sinar matahari tidak tersedia dan memiliki spesifikasi pada tabel 2. 2. Kegunaan baterai meliputi penyimpanan energi, menjaga kestabilan pasokan energi, memungkinkan pengoperasian mandiri tanpa jaringan listrik, dan menyediakan daya cadangan untuk perangkat lain.



Gambar 2. 3 Baterai
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 2. 2 Spesifikasi Battery

Spesifikasi	Detail
<i>Volt</i>	12 v
<i>Ampere Hour</i>	100 Ah

2.4 Panel Surya

Solar cell atau panel surya, adalah perangkat yang mengubah energi matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaiik seperti gambar dibawah ini 2. 4. *Solar cell* berfungsi sebagai sumber energi terbarukan yang bersih, memungkinkan pembangkit listrik mandiri di lokasi terpencil, dan mengisi baterai dalam sistem pompa air bertenaga surya dan memiliki spesifikasi pada tabel 2. 3. Selain itu, *solar cell* mendukung berbagai aplikasi, mulai dari irigasi pertanian hingga penyediaan listrik untuk rumah tangga dan industri.



Gambar 2. 4 Panel Surya
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 2. 3 Spesifikasi Solar Cell

Spesifikasi	Detail
<i>Max. Power (P_{max})</i>	300 Wp
<i>Optimum Operating Voltage (V_{mp})</i>	35.6 V
<i>Optimum Operating Current (I_{mp})</i>	8.43 A
<i>Open-circuit Voltage (V_{oc})</i>	42.6 V
<i>Short-circuit Current (I_{sc})</i>	9.03 A
<i>Power Tolerance (P_{max})</i>	0~±3%
<i>Module Dimension (mm)</i>	1750x880x35
<i>Weight</i>	16.1 Kg
<i>Max. Series Fuse Rating</i>	20A

2.5 MPPT & SCC

MPPT (*Maximum Power Point Tracker*) adalah alat yang berfungsi untuk mengoptimalkan daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya dengan cara menyesuaikan tegangan dan arus agar selalu berada pada titik daya maksimum. SCC (*Solar Charge Controller*) berperan dalam mengatur aliran listrik dari panel surya ke baterai agar proses pengisian berjalan aman, efisien serta mencegah *overcharge*. Dalam sistem ini, MPPT dan SCC bekerja bersama untuk memastikan suplai daya stabil ke pompa dan menjaga umur pakai baterai lebih lama. Gambar 2.5 dibawah ini merupakan MPPT dan SCC yang terpasang di pompa air bertenaga surya di Desa Melati Jaya



Gambar 2. 5 MPPT & SCC

2.6 Head Pompa

Head pompa adalah energi persatuan berat yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai dengan kondisi instalasi pompa, atau tekanan untuk mengalirkan sejumlah zat cair, yang umumnya dinyatakan dalam satuan panjang (m). Seperti Persamaan Berikut:

$$h_t = \frac{P_d - P_s}{\rho \cdot g} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

- h_t = Head Tekanan (m)
- P_d = Tekanan saat *fluida* keluar *discharge* dari pompa (Pa)
- P_s = *Vacum* saat *fluida* masuk *suction* dari pompa (Pa)
- ρ = Massa jenis air (1000 kg/m³)
- G = Percepatan Gravitasi (9,81 m/s²)

2.7 Debit Pompa

Debit adalah ukuran volume fluida yang mengalir melalui suatu titik dalam satuan waktu. Dalam konteks sistem perpipaan, irigasi, dan pompa, debit sangat penting untuk memastikan bahwa kebutuhan air atau fluida lainnya dapat terpenuhi secara efisien. Debit biasanya diukur dalam satuan liter per detik (L/s) atau meter kubik per jam (m³/h). Berdasarkan definisi debit di atas maka rumus untuk menghitung debit suatu cairan yang mengalir adalah sebagai berikut:

$$Q = \frac{v}{t} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

- Q = *Debit* aliran (L/s)
- v = *Volume* air (L)
- t = *Selang waktu* (s)

2.8 Tekanan

Tekanan adalah gaya per satuan luas yang diterapkan pada permukaan fluida. Dalam sistem pompa, tekanan sangat penting untuk menentukan seberapa efektif pompa dalam memindahkan air. Alat ukur yang umum digunakan untuk mengukur tekanan adalah *pressure gauge*, alat ini dapat memberikan informasi tentang tekanan yang dihasilkan oleh pompa pada *head* dan *debit* pompa.

2.8.1 *Pressure Gauge*

Dibawah ini merupakan gambar 2. 6 *pressure gauge* adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan dalam sistem fluida. Dalam penelitian ini, *pressure gauge* akan digunakan untuk mengukur tekanan *discharge* pada tekanan *head* pompa.



Gambar 2.6 *Pressure Gauge*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

2.8.2 *Vacum Gauge*

Dibawah ini merupakan gambar 2. 7 *vacum gauge* adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan dalam sistem fluida. Dalam penelitian ini, *vacum gauge* akan digunakan untuk mengukur tekanan *section* pada tekanan *head* pompa.



Gambar 2. 7 Vacuum Gauge
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

2.9 Penelitian Sebelumnya

Pompa air bertenaga surya merupakan solusi inovatif yang sangat penting dalam sistem irigasi pertanian, terutama di daerah pedesaan yang memiliki keterbatasan akses listrik. Dengan memanfaatkan energi matahari, pompa ini dapat beroperasi secara mandiri, mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional dan memberikan alternatif yang ramah lingkungan.

Kecepatan putaran poros pompa (*RPM*) adalah salah satu faktor kunci yang mempengaruhi kinerja pompa, termasuk *debit* dan *head* yang dihasilkan. Memahami hubungan antara variasi kecepatan putaran poros dan kinerja pompa sangat penting untuk mengoptimalkan kinerja pompa, terutama dalam konteks pertanian yang berkelanjutan. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan putaran poros dapat meningkatkan efisiensi pompa yang terdapat pada tabel 2.4 dibawah ini.

Tabel 2. 4 Jurnal Terdahulu

No	Judul jurnal, nama penelitian tahun pembuatan	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil
1	Analisa Pengaruh Putaran Pompa <i>Centrifugal</i> (Seri dan	Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian ini berkaitan dengan performa pompa,	Studi ini mengeksplorasi performansi pompa yang dipasang dalam tiga konfigurasi:	Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi pompa paralel memberikan

No	Judul jurnal, nama peneliti tahun pembuatan	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil
	Paralel) Terhadap Aliran <i>Fluida</i> dan <i>Efisiensi</i> Pompa, Suryadi, Muhammad Sayuthi, Rizki Syahputra, Khalis Suammal, Muhammad Habibi, 2022	khususnya dalam hal <i>head losses</i> dan kapasitas aliran. Ditemukan bahwa pada kecepatan putaran 1000 - 2000 <i>rpm</i> , salah satu pompa mengalami kenaikan <i>head losses</i> yang tidak dapat diatasi, sehingga kecepatan putarannya menurun. Namun, pada kecepatan 2500 - 2800 <i>rpm</i> , kedua pompa dapat beroperasi secara bersamaan dengan baik. Selain itu, pemasangan pompa dalam <i>konfigurasi</i> seri dan paralel menunjukkan perbedaan <i>performansi</i> , di mana	tunggal, seri, dan paralel, dengan fokus pada pengaruh kecepatan putaran pompa terhadap aliran <i>fluida</i> dan <i>efisiensi</i> . Pengujian dilakukan menggunakan air sebagai <i>fluida</i> kerja pada berbagai kecepatan (1000, 1500, 2000, 2400, dan 2800 <i>rpm</i>), dan hasilnya menunjukkan bahwa <i>konfigurasi</i> paralel memberikan performansi terbaik dalam hal <i>head</i> , kapasitas, dan <i>efisiensi</i> , dengan <i>efisiensi optimal</i> pada 2500 <i>rpm</i> untuk pompa tunggal dan 2000 <i>rpm</i> untuk pompa seri. Meskipun pompa tunggal mencapai <i>head</i> dan kapasitas tertinggi pada 2800 <i>rpm</i> , <i>efisiensi</i> menurun pada kecepatan	performansi terbaik dalam hal <i>head</i> , kapasitas, dan <i>efisiensi</i> dibandingkan dengan pemasangan pompa tunggal dan seri. Pada kecepatan putaran 2500 <i>rpm</i> , <i>efisiensi</i> pompa tunggal mencapai puncaknya, sementara pompa seri menunjukkan <i>efisiensi</i> tertinggi pada 2000 <i>rpm</i> , yang kemudian menurun pada kecepatan lebih tinggi. Meskipun pompa tunggal dapat mencapai <i>head</i> dan kapasitas tertinggi pada 2800 <i>rpm</i> , <i>efisiensinya</i> mengalami

No	Judul jurnal, nama peneliti tahun pembuatan	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil
		pemasangan pompa paralel memberikan <i>head</i> dan kapasitas tertinggi. Masalah ini menunjukkan pentingnya pemilihan <i>tipe</i> pemasangan pompa yang sesuai untuk mencapai efisiensi <i>maksimum</i> .	yang lebih tinggi untuk kedua konfigurasi. Penelitian ini menekankan pentingnya pemilihan, pemasangan, dan pemeliharaan pompa yang tepat dalam <i>aplikasi</i> industri untuk mengoptimalkan sistem <i>transportasi</i> fluida.	penurunan pada kecepatan tersebut. Penelitian ini menekankan pentingnya pemilihan dan <i>konfigurasi</i> pemasangan pompa yang tepat untuk mengoptimalkan sistem <i>transportasi</i> fluida dalam <i>aplikasi</i> industri.
2	Analisis <i>Head</i> Pompa <i>Sentrifugal</i> Pada Rangkaian Seri Dan Paralel. Putro, E. P., Widodo, E., & Iswanto, I. (2020).	Dalam analisis <i>head</i> pompa <i>sentrifugal</i> pada rangkaian seri dan paralel, terdapat tantangan dalam menentukan <i>efisiensi</i> dan kinerja sistem pompa yang berbeda <i>konfigurasi</i> . Permasalahan ini mencakup bagaimana perbedaan dalam pengaturan	Untuk memecahkan permasalahan ini, langkah pertama adalah melakukan analisis teoritis mengenai karakteristik pompa <i>sentrifugal</i> , termasuk <i>kurva performa</i> dan hubungan antara <i>head</i> , aliran, dan daya. Selanjutnya, dilakukan simulasi atau pengujian eksperimental pada sistem pompa	Hasil dari analisis menunjukkan bahwa <i>konfigurasi</i> pompa dalam rangkaian seri dapat meningkatkan <i>head</i> total yang dihasilkan, namun dengan penurunan <i>efisiensi</i> jika dibandingkan dengan <i>konfigurasi</i> paralel yang

No	Judul jurnal, nama penelitian tahun pembuatan	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil
		pompa dapat mempengaruhi aliran, tekanan, dan daya yang dibutuhkan, serta bagaimana memilih <i>konfigurasi</i> yang <i>optimal</i> untuk <i>aplikasi</i> tertentu.	dalam <i>konfigurasi</i> seri dan paralel untuk mengumpulkan data kinerja. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk membandingkan <i>efisiensi</i> dan efektivitas masing-masing <i>konfigurasi</i> , serta mempertimbangkan faktor-faktor seperti biaya operasional dan pemeliharaan.	lebih baik dalam hal aliran. Selain itu, pemilihan konfigurasi yang tepat bergantung pada kebutuhan <i>spesifik aplikasi</i> , di mana rangkaian paralel lebih disarankan untuk aplikasi yang memerlukan aliran tinggi dengan tekanan yang lebih rendah, sementara rangkaian seri lebih cocok untuk <i>aplikasi</i> yang memerlukan tekanan tinggi.
3	Analisa Performansi Pompa <i>Sentrifugal</i> Dengan Variasi Kecepatan Putaran	Permasalahan: Bagaimana pengaruh variasi kecepatan putaran mesin dan <i>debit</i> aliran terhadap performa pompa	Pengumpulan Data Melakukan eksperimen dengan memvariasikan kecepatan putaran mesin dan <i>debit</i> aliran. Mengukur variabel-variabel	Head Total: <i>Head</i> total pompa berbanding lurus dengan kecepatan putaran mesin dan berbanding

No	Judul jurnal, nama peneliti tahun pembuatan	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil
	Mesin Dan Debit Aliran. Nuryanti, S. Z., Andayani, R. D., & Nopian, N. (2020).	<i>sentrifugal?</i> Pompa <i>sentrifugal</i> merupakan alat <i>vital</i> dalam berbagai industri yang berfungsi untuk memindahkan <i>fluida</i> dari satu tempat ke tempat lain. Pemahaman terhadap performa pompa sangat penting untuk menentukan <i>efisiensi</i> dan <i>efektivitas</i> sistem. Variasi kecepatan putaran mesin dan debit aliran dapat secara signifikan mempengaruhi kinerja pompa.	yang terkait dengan performa pompa, seperti <i>head</i> total, daya motor, dan <i>efisiensi</i> . Analisis Data Menganalisis hubungan antara <i>variabel-variabel</i> yang diukur dengan variasi kecepatan putaran mesin dan <i>debit</i> aliran. Menentukan pola dan tren yang menunjukkan pengaruh variasi kecepatan putaran dan <i>debit</i> aliran terhadap <i>performa</i> pompa. kesimpulan berdasarkan hasil analisis data tentang pengaruh variasi kecepatan putaran mesin dan debit aliran terhadap performa pompa. Kerangka pemecahan ini dirancang untuk mengidentifikasi hubungan antara kecepatan putaran mesin dan <i>debit</i>	terbalik dengan <i>debit</i> aliran. Semakin tinggi kecepatan putaran mesin, semakin tinggi <i>head</i> total. Semakin besar debit aliran, semakin rendah <i>head</i> total. Daya motor berbanding lurus dengan kecepatan putaran mesin dan <i>debit</i> aliran. Semakin tinggi kecepatan putaran mesin, semakin besar daya motor yang dibutuhkan. Semakin besar <i>debit</i> aliran, semakin besar daya motor yang dibutuhkan. <i>Efisiensi</i> pompa cenderung meningkat dengan naiknya <i>debit</i> aliran hingga mencapai titik

No	Judul jurnal, nama peneliti tahun pembuatan	Permasalahan	Kerangka pemecahan	Hasil
			aliran dengan <i>performa</i> pompa. Metode eksperimen memungkinkan untuk mengukur data secara langsung, dan analisis data akan membantu dalam memahami pola dan <i>tren</i> yang signifikan.	<i>optimal</i>, kemudian menurun setelahnya. <i>Efisiensi</i> pompa juga dipengaruhi oleh kecepatan putaran mesin, dengan <i>efisiensi</i> cenderung lebih tinggi pada kecepatan putaran yang lebih tinggi. Penjelasan: Hasil menunjukkan bahwa kecepatan putaran mesin dan <i>debit</i> aliran memiliki pengaruh yang signifikan terhadap <i>performa</i> pompa <i>sentrifugal</i>. <i>Head</i> total meningkat dengan kecepatan putaran mesin.