

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian Husdi meneliti tentang Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian menggunakan Soil Moisture sensor FC-28 dan Arduino Metode penelitian ini menggunakan teknologi inovatif *Internet of Things* (IoT) untuk mengawasi kelembaban tanah dalam pertanian. Sensor kelembaban tanah (seperti sensor YL-69) dipasang di dekat akar tanaman dan terhubung dengan sistem IoT melalui antarmuka (misalnya, 1-Wire, Wi-Fi, atau Bluetooth). Data kelembaban tanah diukur secara periodik oleh sensor dan dikirim ke sistem IoT untuk dianalisis. Data ini kemudian dikategorikan menjadi "basah," "lembab," atau "kering" berdasarkan range nilai analog yang ditetapkan (misalnya, 150-339 untuk basah, 340-475 untuk lembab, dan 476-1023 untuk kering). Hasil penelitian adalah sistem pemantauan kelembaban tanah berbasis IoT yang akurat dan real-time. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan hasil pertanian dan mendukung keberlanjutan sektor pertanian.

Penelitian Angga Prasetyo, A. R meneliti tentang *Integrated device electronic* untuk Sistem Irigrasi Tetes dengan Kendali IoT. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan mengembangkan prototipe sistem irigasi tetes berbasis *Internet of Things* (IoT). Penulis melakukan instalasi sensor kelembaban tanah YL-69 di dekat tanaman untuk mengukur tingkat kelembaban tanah. Sensor YL-69 terhubung ke mikrokontroler terintegrasi (*Integrated Device Electronics*) yang berperan sebagai otak dari sistem. Selanjutnya, data kelembaban tanah yang dihasilkan oleh sensor dikirimkan melalui koneksi internet ke aplikasi Android pada smartphone sebagai alat kendali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe sistem ini memiliki kemampuan untuk melakukan komunikasi data melalui internet dengan kecepatan transmisi sebesar 46 m/s dan kecepatan penerimaan sebesar 50 m/s. Kecepatan tersebut menandakan bahwa sistem dapat mengirim dan menerima data secara efisien.

Penelitian Yusfi, P. A meneliti tentang Rancang bangun Sistem Monitoring Kelembaban tanah menggunakan *wireless* sensor berbasis Arduino. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan merancang dan membangun sistem pemantauan kelembaban tanah berbasis Arduino Uno. Sistem terdiri dari pemancar yang dilengkapi dengan sensor kelembaban tanah dan penerima. Arduino Uno digunakan sebagai otak dari seluruh sistem. Data kelembaban tanah yang terdeteksi oleh sensor dikirimkan melalui gelombang radio sebagai media transmisi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan keluaran dari sensor kelembaban tanah memiliki hubungan linier dengan kelembaban tanah, dengan koefisien regresi sebesar 0,9758. Artinya, sensor mampu memberikan data yang akurat mengenai kelembaban tanah berdasarkan tegangan keluaran yang dihasilkan. Pengujian pada transceiver menunjukkan bahwa jarak maksimum untuk pengiriman data yang dapat diterima oleh penerima di luar ruangan tanpa hambatan adalah 200,1 meter. Selama pengujian variasi sudut pengiriman data, data masih bisa diterima oleh penerima dengan sudut hingga $26,56^{\circ}$. Namun, ketika sudut pengiriman lebih kecil dari $26,56^{\circ}$, data masih bisa diterima oleh penerima, namun dengan keterlambatan yang berkisar sekitar $11,31^{\circ}$.

Penelitian Daifiria, E. D. Meneliti tentang sistem monitoring kelembaban tanah dan suhu pada tanaman hias berbasis IoT menggunakan *raspberry pi*. Penelitian ini menggunakan metode pengembangan atau desain dan implementasi alat monitoring untuk pemantauan perkembangan tanaman anggrek. Alat monitoring ini dirancang dengan memanfaatkan konsep *Internet of Things* (IoT) berbasis *Raspberry Pi* untuk memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui tampilan web. Alat monitoring menggunakan sensor LM35 untuk mendeteksi suhu dan kelembaban serta sensor *SoilMoisture* untuk mengukur kelembaban tanah. Data yang diperoleh dari kedua sensor ini diteruskan melalui mikrokontroler ke *Raspberry Pi* melalui data serial. Data kemudian ditampilkan dalam halaman *web* yang dapat diakses dari jarak jauh. Selain itu, data juga disimpan dalam format *.txt* sebagai bentuk rekaman historis. Alat dilengkapi dengan *buzzer* sebagai indikator dan *water sprayer* yang akan aktif jika tingkat kelembaban tanah di bawah 60%RH, memberikan kemudahan

dalam perawatan tanaman anggrek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat monitoring berhasil dikembangkan dan diimplementasikan dengan baik. Sensor LM35 menunjukkan tingkat keakuratan sekitar 98,658% dalam mendeteksi suhu dan kelembaban, sementara sensor *SoilMoisture* memiliki tingkat keakuratan sekitar 99,447% dalam mengukur kelembaban tanah. Kedua sensor memberikan data yang akurat untuk pemantauan perkembangan tanaman. Alat monitoring berhasil mengirimkan data dari sensor ke *Raspberry Pi* melalui koneksi data serial dan menampilkan data tersebut dalam halaman *web* yang dapat diakses dari jarak jauh. Selain itu, data juga tersimpan dalam format .txt untuk keperluan rekaman historis. Keberhasilan alat ini terbukti dari kemampuannya untuk memberikan notifikasi melalui *buzzer* dan mengaktifkan *water sprayer* jika tingkat kelembaban tanah di bawah 60%RH, membantu dalam menjaga kondisi optimal tanaman anggrek.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1. Tanaman Kentang

Kentang (*Solanum tuberosum L.*) pertama kali ditemukan di Indonesia pada tahun 1794 di Cisarua, Cimahi, Jawa Barat. Asal-usul jenis kentang yang ditanam di Cisarua berasal dari Amerika Serikat dan dibawa oleh orang Eropa. Varian pertama kentang yang diimpor ke Indonesia adalah *Eigenhiemer*. Pada tahun 1811, kentang sudah menjadi tanaman yang tersebar luas di berbagai daerah di Indonesia, terutama di Pacet, Lembang, Pengalengan (Jawa Barat), Wonosobo, Tawangmangu (Jawa Tengah), Batu, Tengger (Jawa Timur), Aceh, Tanah Karo, Padang, Bengkulu, Sumatera Selatan, Minahasa, Bali, dan Flores. Kentang adalah tanaman biji belah yang termasuk tanaman semusim dan memiliki bentuk semak. Secara umum, tanaman kentang tumbuh dari umbi, dan hal ini juga berlaku untuk kentang yang dibudidayakan di Indonesia. Curah hujan yang tinggi dan berkepanjangan dapat menghalangi sinar matahari, mengurangi energi surya, dan mengganggu proses fotosintesis. Hal ini dapat menyebabkan pembentukan umbi yang kecil dan produktivitas yang rendah. Suhu udara yang ideal bagi pertumbuhan

kentang berkisar antara 15 derajat Celsius hingga 18 derajat Celsius pada malam hari, dan 24 derajat Celsius hingga 30 derajat Celsius pada siang hari. Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis yang memiliki suhu sekitar 24 derajat Celsius hingga 30 derajat Celsius pada siang hari dan 15 derajat Celsius hingga 24 derajat Celsius pada malam hari[17].

2.2.2. Budidaya Tanaman Kentang

Kentang (*Solanum tuberosum*) jenis sayuran yang mempunyai umbi sebagai hasil panen. Perbanyakan tanaman kentang dilakukan melalui umbi. Pertumbuhan optimal tanaman kentang terjadi di daerah dataran tinggi yang memiliki iklim yang dingin. Namun, di dataran rendah dan suhu udara yang tinggi, pertumbuhan tanaman kentang menjadi sulit dan pembentukan umbi terhambat. Area yang cocok ditanami kentang adalah dataran tinggi yang ketinggiannya 1000 sampai 2000 meter di atas permukaan laut. Suhu udara yang cocok 17 hingga 22 derajat Celsius. Curah hujan dibutuhkan selama pertumbuhan tanaman kentang adalah sekitar 1000 sampai 1500 mm per tahun. Tanah yang cocok adalah tanah gembur dan banyak nutrisi. Tanah keras dan padat akan menghambat pertumbuhan dan pembentukan umbi. Seperti tanaman pangan lainnya, budidaya kentang melibatkan beberapa tahapan yang perlu diperhatikan.

Tahap pertama adalah pengolahan tanah, di mana tanah harus digemburkan melalui proses seperti membajak atau mencangkul. Tahap selanjutnya adalah pemupukan dasar. Pupuk harus disebar merata di atas bedengan, pupuk kandang yang sudah matang merupakan pilihan yang baik. Pemeliharaan tanaman juga penting untuk memastikan pertumbuhan yang optimal. Pembersihan dilakukan membersihkan rumput dan gulma yang bisa mengganggu tanaman, dan perbaikan guludan sekitar satu bulan setelah penanaman. Penyiraman tanaman dilakukan ketika tanah terlihat kering. Pengendalian hama dan juga penyakit tanaman ialah bagian penting dibudidaya kentang. Tindakan pengendalian sebaiknya

dilakukan sejak dini untuk mencegah serangan hama dan penyakit yang dapat merusak tanaman kentang. Beberapa hama dan penyakit yang umum menyerang tanaman kentang termasuk orong-orong, trips, ulat grayak, penggerek umbi, kutu daun, ulat tanah, ulat penggulung daun, bercak daun, layu bakteri, busuk daun, busuk umbi, layu fusarium, dan sebagainya [15].

2.2.3. Drive Test 4G dan 2G

Parameter dalam sinyal LTE atau 4G sebagai berikut:







1. Parameter RSRP (*Reference Signal Received Power*) yang mengukur kekuatan sinyal jaringan LTE yang diterima perangkat pengguna. Fungsi utama dari parameter adalah untuk menentukan titik saat terjadi perpindahan antar sel (*handover*), serta untuk mengetahui cakupan yang luas dari antena sektor pada stasiun basis (*eNodeB*). Rentang nilai parameter RSRP dapat ditemukan dalam Tabel 2.1[11].

Tabel 2. 1 Parameter RSRP

Warna	Nilai RSRP (dBm)	Keterangan
	<-60	Luar Biasa
	-60 sampai -70	Sangat Baik
	-70 sampai -80	Baik
	-80 sampai -90	Normal
	-90 sampai -110	Buruk
	-110 sampai -120	Sangat Buruk







2. Parameter RSRQ (*Reference Signal Received Quality*) ukuran kualitas sinyal yang berperan dalam proses *handover* bersama dengan parameter RSRP. RSRQ sebagai perbandingan antara jumlah *resource block* dengan rata-rata daya sinyal yang diterima pengguna, termasuk daya dari sel yang melayani, kebisingan, dan interferensi. Rentang nilai parameter RSRQ dapat dilihat dalam Tabel 2.2[11].

Tabel 2.2 Parameter RSRQ

Warna	Nilai RSRQ (dB)	Keterangan
	<2	Luar biasa
	2 s/d -1	Sangat baik
	-1 s/d -7	Baik
	-7 s/d -10	Normal
	-10 s/d -14	Buruk
	-14 s/d -20	Sangat buruk



3. Parameter SINR (*Signal to Interference Noise Ratio*) adalah ukuran sinyal yang diterima, yang melibatkan perbandingan antara daya sinyal dengan daya interferensi dan noise yang berpengaruh pada proses pengiriman atau penerimaan data pengguna. Rentang nilai parameter SINR dapat ditemukan dalam Tabel 2.3[11].

Tabel 2.3 Parameter SINR

Warna	SINR (dB)	Keterangan
	>20	Luar biasa
	15 s/d 10	Sangat baik
	10 s/d 5	Baik
	5 s/d 0	Normal
	0 s/d -5	Buruk
	<-10	Sangat buruk

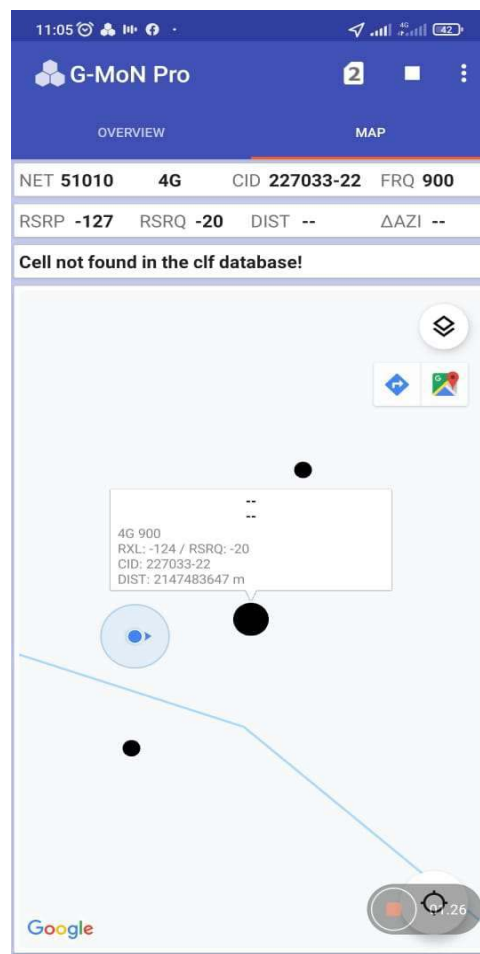
4. Parameter Throughput adalah ukuran sebenarnya dari bandwidth yang tercapai dalam suatu interval waktu saat melakukan pengukuran menggunakan jalur internet tertentu saat melakukan unduhan file. Sementara itu, throughput jaringan mengacu pada keberhasilan rata - rata pengiriman data melalui saluran komunikasi. Rentang nilai throughput dapat ditemukan dalam Tabel 2.4[11].

Tabel 2. 4 Parameter Throughput

Warna	Throughput (kbps)	Keterangan
	< 10.000	Luar biasa
	10.000 s/d 5.000	Sangat baik

Warna	Throughput (kbps)	Keterangan
Green	5.000 s/d 1.000	Baik
Light Green	1.000 s/d 384	Normal
Light Blue	384 s/d 128	Buruk
Dark Blue	128 s/d 0	Sangat buruk

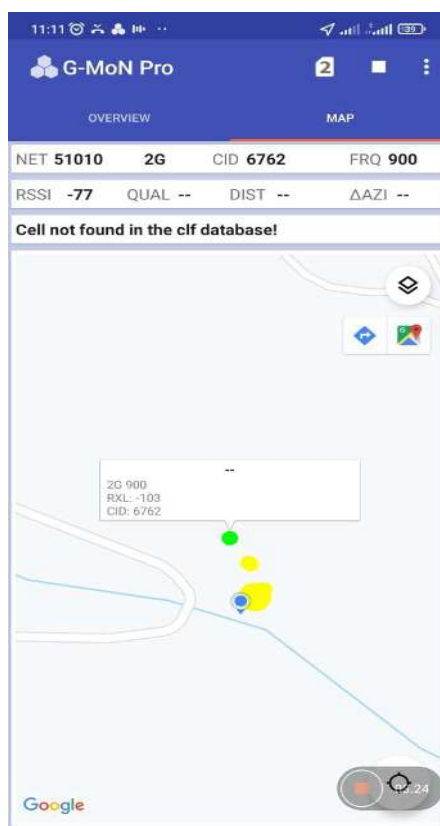
Drive test yang dihasilkan di area perkebunan sendiri tidak mencukupi untuk memenuhi syarat dengan parameter yang telah di tentukan, seperti gambar berikut:



Gambar 2.1 Hasil Drive Test 4G

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa area yang telah di drive test parameter RSRP = -127 dan RSRQ=-20 maka dari itu, area ini tidak dapat menggunakan sinyal LTE atau 4G. Kemudian untuk drive test sinyal 2G atau GSM dengan hasil pada gambar berikut:

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa sinyal 2G dapat digunakan di area tersebut, dan dengan nilai parameter RSSI = -77.



Gambar 2.2 Hasil Drive Test 2G

2.2.4. GSM/GPRS

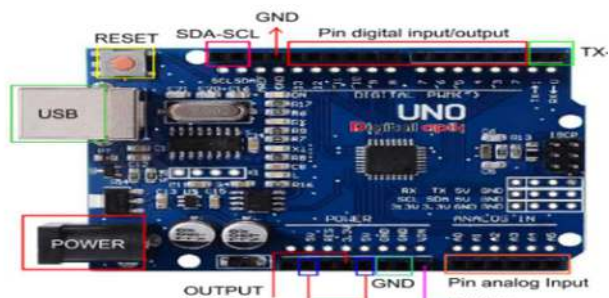
GSM (*Global System for Mobile Communications*): GSM adalah standar telekomunikasi seluler generasi kedua (2G) yang paling luas digunakan di seluruh dunia. Teknologi ini memungkinkan layanan suara dan data nirkabel di perangkat seluler

seperti ponsel dan modem. Dengan teknologi ini, sinyal suara dan data dikonversi menjadi bentuk digital dan dikirimkan melalui jaringan seluler. GSM memiliki kecepatan data yang lebih rendah daripada teknologi generasi selanjutnya, seperti 3G dan 4G, tetapi masih sangat relevan untuk layanan suara dan SMS (*Short Message Service*).

GPRS (*General Packet Radio Service*): GPRS adalah teknologi pengembangan dari GSM yang merupakan bagian dari evolusi menuju teknologi seluler generasi ketiga (3G). GPRS memperkenalkan paket data berbasis layanan, memungkinkan pengiriman data secara paket melalui jaringan seluler. Hal ini berbeda dengan GSM yang menggunakan koneksi sirkuit untuk layanan suara[3].

2.2.5. Mikrokontroler Arduino Uno

Papan mikrokontroler Arduino Uno menggunakan chip ATmega328 sebagai basisnya. Papan ini memiliki empat belas pin input dan output digital; enam dari pin ini dapat digunakan sebagai output PWM, dan enam pin lainnya adalah input analog. Arduino Uno memiliki osilator kristal berkecepatan 16 MHz, konektor USB, header ICSP, tombol reset, dan jack daya. Anda hanya perlu menghubungkan mikrokontroler ini ke komputer melalui kabel USB atau ke sumber daya listrik menggunakan adaptor AC-to-DC atau baterai. Papan Arduino Uno berbeda dari versi sebelumnya dalam hal koneksi USB-to-serial. Papan Arduino Uno menggunakan chip Atmega8U2 yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial,

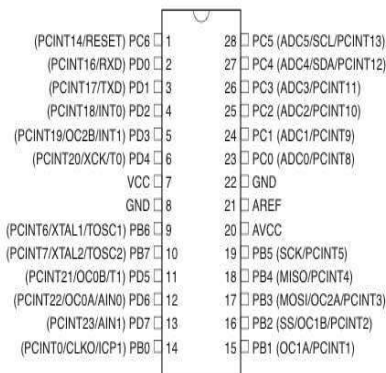


Gambar 2.3 Arduino Uno [6].

berbeda dengan versi sebelumnya yang menggunakan chip driver USB-to-serial FTDI[6].

2.2.6. Mikrokontroler Atmega328P

Arduino Uno R3 menggunakan mikrokontroler ATmega328P yang bertindak sebagai pusat pengendalian penuh. Mikrokontroler ini sudah memiliki konverter sinyal analog ke digital (ADC) yang terintegrasi, sehingga tidak perlu menambahkan ADC eksternal. Pada Gambar 2.2.7 di bawah ini, terdapat penjelasan visual mengenai konfigurasi pin-pin yang merupakan bagian dari mikrokontroler ATmega328 yang digunakan dalam modul board Arduino. Pada Gambar 2.2.7 di bawah ini, terdapat penjelasan visual



Gambar 2.4 Pin Mikrokontroler Atmega328P [5].

mengenai konfigurasi pin-pin yang merupakan bagian dari mikrokontroler ATmega328 yang digunakan dalam modul board Arduino[5].

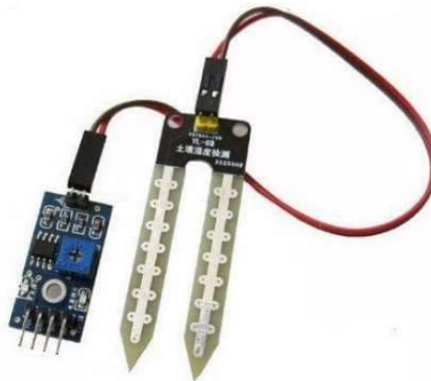
2.2.7. Kegunaan dan Fungsi Arduino

Arduino IDE platform dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega328. Dengan Arduino, dapat menghubungkan dan memonitor berbagai komponen seperti LED tunggal, *relay*, servo, modul, sensor, dan lainnya. Arduino telah menjadi *platform* yang populer, sehingga mudah dapat informasi, tutorial, dan eksperimen menarik yang tersedia. Dengan menggunakan Arduino, dapat mengintegrasikan perangkat keras dengan perangkat lunak, sehingga memungkinkan pemantauan perangkat keras melalui perangkat

lunak, dan perangkat keras dapat memberikan data kepada perangkat lunak[7].

2.2.8. Sensor kelembaban

Sensor kelembaban tanah adalah sebuah perangkat yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi kadar air di sekitar tanah. Sensor terdiri dari 2 *probe* digunakan mengalirkan arus di media tanah, dan kemudian mengukur resistansi agar mendapatkan nilainya. Semakin tinggi kandungan air dalam tanah, mudah arus listrik mengalir di media tanah, tanah yang kering memiliki hambatan yang tinggi terhadap arus listrik. Kedua *probe* ini berfungsi sebagai penghantar tegangan analog yang memiliki magnitudo yang kecil. Tegangan diubah menjadi sinyal digital agar diproses mikrokontroler[5].



Gambar 2.5 Sensor Kelembaban [5].

2.2.9. Modul GPRS/GSM SIM900A

SIM900A GPRS/GSM adalah sebuah modul GSM yang memiliki fungsi serupa dengan telepon. Modul digunakan mengirim pesan, panggilan telepon dan menggunakan GPRS m.engirimkan data. Modul SIM900 GSM/GPRS merupakan komponen yang bertanggung jawab dalam menghubungkan mikrokontroler Arduino dengan layanan Web. Komunikasi *dual band* difrekuensi 900 sampai 1800 MHz, sehingga digunakan berbagai jenis operator telepon seluler di Indonesia[8]



Gambar 2.6 Modul GPRS/GSM SIM900A [8].

2.2.10. Sensor suhu

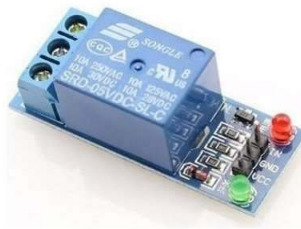
Sensor DS18B20 berfungsi mengubah panas menjadi sinyal tegangan. IC DS18B20 jenis sensor yang digunakan sistem ini, dan memiliki tingkat presisi tinggi. Sensor simpel dengan memiliki 3 pin. Pin 1 digunakan untuk sumber daya, pin kedua sebagai output, dan pin ketiga terhubung ke ground. DS18B20 dilengkapi dengan ADC internal 12 bit. Pada kisaran suhu -10 sampai +85 derajat Celsius, sensor ini memiliki akurasi sekitar +/- 0.5 derajat. Sensor memakai protokol komunikasi (*one wire*) dalam operasinya[9].



Gambar 2.7 Sensor Suhu DS18B20 [9].

2.2.11. Relay

Relay adalah salah satu komponen yang memiliki berbagai aplikasi rangkaian elektronika, sederhana atau kompleks. *Relay* sebenarnya merupakan jenis saklar elektrik yang diaktifkan arus listrik. Prinsip kerja *relay* tidak jauh berbeda dengan saklar konvensional. *Relay* memakai prinsip elektromagnetik untuk penggerak saklar. Oleh karena itu, *relay* membutuhkan pasokan listrik untuk dapat berfungsi. *Relay* terdiri dari dua bagian utama, yaitu *coil* atau elektromagnet dan kontak saklar. Dengan memakai prinsip elektromagnetik, *relay* mampu menggerakkan saklar sehingga arus listrik dengan daya rendah dapat mengalirkan arus listrik dengan tegangan tinggi.[2]



Gambar 2.7 Relay [2].

2.2.12. Water Pump / Pompa Air

Water Pompa air perangkat yang fungsinya mengalirkan air dari tempat yang bertekanan rendah agar sampai di tempat yang tekanannya jauh lebih tinggi. Prinsip dasar kerja pompa air mirip dengan motor DC konvensional, namun pompa air telah diadaptasi secara khusus agar dapat digunakan dalam lingkungan air. Dalam tugas akhir ini, digunakan pompa air DC dengan tegangan 12 volt untuk melakukan penyemprotan air[5].