

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Rancangan dan pengembangan prototipe sistem irigasi otomatis pada lahan persawahan menggunakan *sensor water level* dan mikrokontroler Arduino Nano merupakan pengembangan dari sistem irigasi konvensional dengan memanfaatkan teknologi elektronika dan kendali otomatis untuk mengatur distribusi air. Tinjauan pustaka ini tidak hanya membantu dalam mengidentifikasi kekurangan dalam pengetahuan yang ada, tetapi juga untuk menentukan arah yang seharusnya diambil dalam penelitian ini. Maka dari itu diperlukan pemahaman mendalam terhadap berbagai penelitian terlebih dahulu yang relevan dengan penelitian ini seperti pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu

| No. | Peneliti                                   | Judul                                                                                                                     | Topik                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Muhaimin, Bengawan Alfaresi, Feby Ardianto | Perancangan Miniatur Pintu Air Otomatis Berbasis <i>Sensor Water Level</i> dan Arduino Uno pada Sistem Irigasi Persawahan | Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan para petani dan pekebun dalam mengoperasikan pintu air pada sistem irigasi sawah dan kebun, khususnya di lahan pasang surut, agar suplai air dapat diperoleh secara teratur. Sistem pintu air otomatis ini dirancang dengan memanfaatkan |

|    |                                                     |                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                     |                                                                                           | <p>berbagai komponen elektronik, seperti Arduino Uno, sensor air, sensor ultrasonik, motor servo, LCD, dan LED (Light Emitting Diode). Dalam sistem ini, Arduino berfungsi sebagai pengendali ketinggian air, dengan dukungan sensor ultrasonik untuk membaca data ketinggian air yang telah terintegrasi, serta motor servo yang berperan sebagai penggerak mekanisme pintu air [5].</p> |
| 2. | Nasrullah Syahir, Dedy Atmajaya, Erick Irawadi Alwi | Rancang Bangun Sistem Kendali Pintu Air Otomatis Pada Tambak Ikan Berbasis Sistem Kontrol | <p>Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pintu air otomatis berdasarkan ketinggian air. Pada penelitian ini menggunakan sensor ultrasonic dapat mengukur ketinggian air dengan presentase sekitar 2.5% kegagalan dari 13 kali percobaan</p>                                                                                                                                     |

|    |                                                                  |                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                  |                                                                                                                               | <p>pengukuran. Selonoid Valve dapat merespon dengan baik sesuai dengan ketinggian air yang dideteksi oleh sensor ultrasonic. Pada sistem kelistrikan yang telah diterapkan menggunakan baterai dan panel surya. Baterai tersebut diisi ulang dengan memanfaatkan energi matahari yang diterima oleh panel surya. [6]</p> |
| 3. | Ripki Fauzi Firdaus,<br>Akmad Fauzi Ikhsan,<br>Iik M Malik Matin | Rancang Bangun<br>Pemodelan Alat<br>Pengendali Pintu<br>Otomatis Untuk<br>Irigasi Sawah<br>Berskala Kecil<br>Berbasis Arduino | <p>Pada penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode sistem buka tutup irigasi otomatis dapat memberikan pembagian air pada setiap petak sawah dengan parameter batas ketinggian air yang sama. Sensor Ultrasonik JSN SR04 dapat mengukur ketinggian air secara real time. Arduino memproses data</p>                |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | <p>tersebut untuk menentukan ketinggian air sawah, sehingga mampu memberikan perintah kepada servo untuk membuka dan menutup pintu irigasi. Dan penggunaan modul GSM untuk membantu petani dalam memantau kondisi air melalui SMS. Dari hasil pengujian sistem dapat bekerja dengan baik. Error yang terjadi pada saat pengukuran oleh sensor ultrasonik 1 sebesar 0,0136%, ultrasonik 2 sebesar 0,008% dan ultrasonik 3 sebesar 0,015%.</p> <p>Servo bergerak membuka dan menutup pintu irigasi dengan baik sehingga menghasilkan error 0% pada kedua servo yang terpasang[7].</p> |
|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Irigasi

Irigasi atau pengairan merupakan suatu usaha mendatangkan air dengan membuat bangunan atau saluran-saluran untuk ke sawah-sawah dengan cara teratur dan membuang air yang tidak diperlukan lagi, setelah air itu dipergunakan dengan sebaik-baiknya. Pengairan juga mengandung arti memanfaatkan dan menambah sumber air dalam tingkat tersedia bagi kehidupan tanaman. Apabila air terdapat berlebihan dalam tanah, maka perlu dilakukan pembuangan agar tidak mengganggu kehidupan tanaman. Sistem irigasi yang baik adalah salah satu faktor penentu keberhasilan dalam pertanian dan budidaya tanaman. [8]

Dalam bidang pertanian, air memiliki peranan yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Air tidak hanya berfungsi sebagai penyusun utama tubuh tanaman, tetapi juga digunakan dalam proses fotosintesis. Padi merupakan salah satu tanaman yang membutuhkan pasokan air cukup banyak untuk mendukung pertumbuhannya. Namun, pemberian air harus tetap diperhatikan karena kelebihan air dapat menyebabkan tanaman membusuk, sedangkan kekurangan air berisiko menimbulkan kelayuan hingga kekeringan.

Pertumbuhan padi dibagi menjadi tiga fase, yaitu fase vegetative (0-60 hari), fase generative (60-90 hari), dan fase pemasakan (90-120 hari). Pada tiap fase tersebut, kebutuhan air berbeda-beda, misalnya saat pembentukan anakan aktif, anakan maksimum, inisiasi pembentukan malai, fase bunting, hingga fase pembuangan. Oleh karena itu, pengairan harus disesuaikan dengan kondisi tanaman. Pada minggu pertama, sawah diairi setinggi 2,5 cm dari permukaan sawah. Selanjutnya mulai minggu kedua hingga minggu kedelapan ketinggian air ditingkatkan menjadi 5cm. Memasuki minggu kesembilan hingga dua minggu sebelum panen tinggi air dijaga sekitar 7,5 cm, kemudian dikeringkan sepenuhnya. Selain dipengaruhi oleh fase pertumbuhan, kebutuhan air padi juga bergantung pada beberapa factor antara lain:

1. Jenis Tanah

Tekstur tanah berpengaruh pada kemampuan menahan air. Tanah liat mampu menyimpan air lebih lama, sedangkan tanah berpasir cepat meloloskan air sehingga membutuhkan pengairan lebih sering. Perbedaan jenis tanah dipengaruhi oleh struktur penyusun tanah, ketinggian tanah, cuaca serta faktor alam yang lainnya.

## 2. Iklim dan Cuaca

Suhu, intensitas cahaya matahari, kelembapan, dan kecepatan angin mempengaruhi tingkat penguapan air. Pada kondisi panas dan berangin kebutuhan air akan meningkat.

## 3. Topografi lahan

Sawah yang datar lebih mudah diairi dan dapat mempertahankan genangan air lebih lama, sementara lahan yang miring lebih cepat kehilangan air akibat aliran permukaan.

## 4. Varietas Padi

Setiap varietas padi memiliki karakteristik kebutuhan air yang berbeda. Ada varietas yang toleran terhadap kekeringan, sementara varietas lain memerlukan genangan air lebih lama agar tumbuh optimal.

## 5. Teknik Budidaya

Cara pengolahan tanah, pemupukan, serta sistem irigasi yang digunakan (teknis, setengah teknis, atau tadah hujan) juga menentukan ketersediaan air yang dapat dimanfaatkan tanaman.

Masyarakat yang mata pencaharian sebagai petani sangat bergantung pada curah hujan sebagai sumber utama pemenuhan air bagi tanaman. Namun, dalam beberapa tahun terakhir terjadi perubahan dan ketidakpastian iklim yang mempengaruhi pola serta jumlah curah hujan. Maka dari itu, sistem pengairan diperlukan untuk memastikan ketersediaan air sesuai kebutuhan tanaman pada setiap fase pertumbuhannya.

## 1. Fungsi Irigasi

- Memenuhi kebutuhan air bagi pertumbuhan tanaman
- Menjamin ketersediaan air apabila terjadi kekeringan
- Menurunkan suhu tanah

- Mengurangi kerusakan akibat *frost*

## 2. Tujuan Irigasi

- Meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemanfaatan air irigasi
- Meningkatkan produksi pertanian
- Meningkatkan intensitas tanam

## 3. Manfaat Irigasi

Irigasi memiliki peranan penting dalam mendukung sektor pertanian, khususnya di wilayah pedesaan. Melalui sistem irigasi yang baik, lahan sawah dapat diolah secara berkelanjutan setiap tahun. Oleh karena itu, pengelolaan irigasi yang efisien sangat diperlukan untuk meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan petani.

### 2.2.2 Arduino Nano

Arduino merupakan platform elektronik yang bersifat *open source* yang banyak dimanfaatkan untuk merancang dan mengembangkan perangkat elektronik. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, akan tetapi merupakan kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman, dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE merupakan salah satu *software* yang sangat berperan untuk menulis program, Arduino menawarkan *software* yang sederhana dan mudah dipahami sehingga dapat digunakan oleh siapa saja. Kelebihan lainnya terletak pada komunitasnya yang aktif serta tersedianya beragam modul dan sensor yang dapat dengan mudah dipadukan. Pada sistem ini mikrokontroler Arduino Nano digunakan sebagai pusat kendali utama atau otak yang dapat mengendalikan *input*, proses dan *output* dalam sebuah rangkaian elektronik.

Arduino Nano merupakan salah satu mikrokontroler yang berukuran kecil dan terintegrasi, yang di dalamnya sudah tersedia IC mikrokontroler dan peripheralnya. Papan Arduino Nano menggunakan mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino nano pada versi 2.x) atau ATmega16 (pada versi 2.x). Meskipun memiliki ukuran kecil, kemampuan pada Arduino Nano sebanding dengan Arduino Duemilanove. Perbedaan Aduino Nano tidak dilengkapi dengan konektor DC Barrel Jack, melainkan terhubung ke komputer melalui port USB Mini-B. Perangkat Arduino Nano dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech.

Arduino Nano telah mendukung kompatibilitas dengan breadboard sehingga memudahkan kita dalam melakukan rancangan rangkaian elektronika kendali menjadi sebuah prototipe.

Arduino Nano dapat diaktifkan melalui koneksi USB Mini-B, atau menggunakan sumber daya eksternal. Jika menggunakan sumber daya eksternal, dapat berupa tegangan yang belum teregulasi antara 6 hingga 20 Volt yang disambungkan ke pin 30 atau pin VIN. Atau terhadap tegangan yang sudah teregulasi sebesar 5 Volt yang disambungkan ke pin 27 atau pin 5. Sumber daya akan secara otomatis dipilih dari sumber tegangan yang lebih tinggi. Chip FTDI FT232L pada Arduino Nano akan aktif ketika mendapatkan daya melalui koneksi USB. Jika daya berasal dari sumber eksternal atau bukan berasal dari USB, maka chip FTDI tidak akan aktif dan pin 3.3 V tidak akan mengeluarkan tegangan. Selain itu, LED indikator TX dan RX akan berkedip apabila pin digital 0 (RX) dan 1 (TX) berada dalam kondisi high.

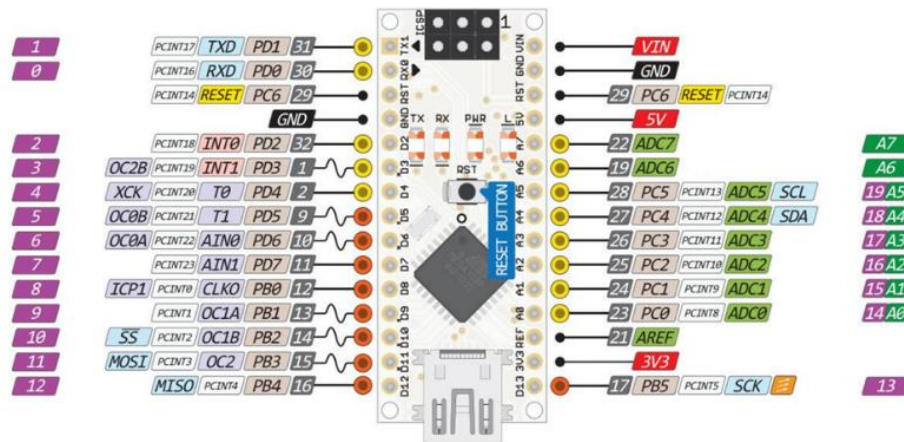
Arduino Nano menggunakan mikrokontroler ATmega 168 yang dilengkapi dengan flash memori sebesar 16 kbyte dan dapat digunakan untuk menyimpan kode program utama. Flash memori ini terpakai 2 kbyte untuk program bootloader sedangkan ATmega328 dilengkapi dengan flash memori sebesar 32 kbyte dan dikurangi sebesar 2 kbyte untuk bootloader. Selain dilengkapi dengan flash memori, mikrokontroler ATmega168 dan ATmega328 juga dilengkapi dengan SRAM dan EEPROM. SRAM dan EEPROM dapat digunakan untuk menyimpan data selama program utama bekerja. Besar SRAM untuk ATmega168 adalah 1 kb dan untuk ATmega328 adalah 2 kb sedangkan besar EEPROM untuk ATmega168 adalah 512 b dan untuk ATmega328 adalah 1 kb. Bentuk fisik pada Arduino Nano dapat dilihat pada gambar 2.1 dan konfigurasi Arduino Nano pada gambar 2.2, serta untuk spesifikasi pada Arduino Nano dapat dilihat pada tabel 2.1.



Gambar 2. 1 Arduino Nano

Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Nano

| <b>Spesifikasi</b>  | <b>Keterangan</b>                              |
|---------------------|------------------------------------------------|
| Chip Mikrokontroler | ATmega32p atau ATmega                          |
| Tegangan Operasi    | 5V                                             |
| Tegangan Input      | 7V – 12V                                       |
| Digital I/O pin     | 14buah, 6 diantaranya menyediakan PMW          |
| Analog Input Pin    | 6 Buah                                         |
| Arus DC per pin I/O | 40 mA                                          |
| Memori Flash        | 32 KB, 0.5 KB telah digunakan untuk bootloader |
| SRAM                | 2 KB                                           |
| EEPROM              | 1 KB                                           |
| Clock Speed         | 16 Mhz                                         |
| Dimensi             | 45 mm x 1 mm                                   |
| Berat               | 5 g                                            |



Gambar 2. 2 Konfigurasi Pin Arduino Nano

Arduino Nano memiliki 30 pin yang memiliki berbagai fungsi yang berbeda. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai beberapa pin pada Arduino Nano:

1. VCC : Pin ini digunakan untuk memberikan catu daya digital ke papan.
2. GND: Ini adalah pin ground yang digunakan untuk menghubungkan ke sumber ground.
3. AREF: Pin ini adalah referensi tegangan untuk input analog dan digunakan bersama dengan fungsi `analogReference()`.
4. RESET: Jalur yang berada pada level LOW pada pin ini berfungsi untuk melakukan reset atau reboot pada mikrokontroler. Umumnya, pin ini dimanfaatkan untuk mengintegrasikan tombol reset pada perangkat tambahan yang terhubung ke Arduino
5. Serial RX (0): Pin ini digunakan sebagai penerima data TTL serial.
6. Serial TX (1): Pin ini digunakan sebagai pengirim data TTL serial.
7. External Interrupt (Interupsi Eksternal): Pin ini bisa diatur untuk memicu interupsi ketika nilai sinyalnya berubah rendah (LOW), naik (rising), turun (falling), atau perubahan nilai (change).
8. Output PWM 8 Bit: Pin ini digunakan untuk menghasilkan sinyal PWM 8-bit, yang cocok untuk mengendalikan kecepatan motor dan sebagainya menggunakan fungsi `analogWrite()`.

9. SPI: Pin ini digunakan untuk mendukung komunikasi melalui protokol SPI (Serial Peripheral Interface).
10. LED: Pin ini adalah pin yang terhubung ke LED built-in pada papan Arduino Nano. Ketika pin ini diatur sebagai HIGH, LED akan menyala, dan ketika diatur sebagai LOW, LED akan mati.
11. Input Analog (A0-A7): Pin ini digunakan untuk mengukur atau membaca nilai analog dari sensor atau perangkat eksternal. Rentang pengukuran dapat diubah menggunakan fungsi `analogReference()`.

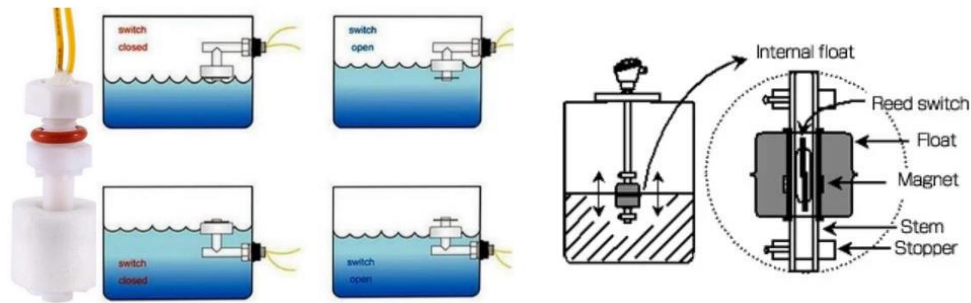
### 2.2.3 Sensor Water Level (Float Switch)

*Sensor water level (float switch)* merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian air dalam suatu wadah kotak akrilik yang pada perancangan alat tugas akhir ini diimplementasikan sebagai sawah. *Sensor water level (float switch)* bekerja berdasarkan prinsip reed switch yang terpasang di dalam batang sensor serta magnet yang terdapat pada pelampung yang mengelilingi batang tersebut. Ketika permukaan air naik dan mengangkat pelampung, magnet akan memicu reed switch untuk aktif atau nonaktif. Dengan ini, *float switch* mampu memberikan sinyal kepada mikrokontroler Arduino Nano untuk menentukan apakah air dalam sawah dalam kondisi HIGH atau LOW[9].

*Float switch* terdiri dari pelampung yang terbuat dari bahan ringan dan tahan air serta saklar magnetik (*reed switch*) yang berada dalam tabung atau pipa pelindung. Ketika pelampung bergerak naik atau turun, magnet yang berada di dalam pelampung akan mendekati *reed switch* dan mengubah kondisi dari *normally open* menjadi *normally close*. Mekanisme ini bekerja tanpa kontak langsung antara air dan bagian listrik sehingga aman digunakan dalam media cair.

Dalam perancangan alat tugas akhir ini, *float switch* dihubungkan ke pin input digital Arduino untuk membaca status logika HIGH (1) atau LOW(0). Sinyal ini kemudian diproses oleh mikrokontroler Arduino Nano untuk mengendalikan aktuator seperti solenoid valve dan pompa air. Seperti ketika sensor mendeteksi bahwa air berada pada level rendah, logika mikrokontroler akan terbaca LOW. Arduino akan mengirimkan sinyal ke rangkaian driver untuk menyalakan solenoid

valve dan pompa air. Sebaliknya ketika air sudah mencapai batas maksimal, *float switch* memberikan logika HIGH. Sehingga solenoid valve dan pompa tertutup secara otomatis. *Sensor Water Level (float switch)* dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Sensor Water Level (Flot Switch)

#### 2.2.4 Sensor Water Level

Sensor water level adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengukur tinggi atau jumlah cairan dalam sebuah tangki seperti air atau fluida lainnya. Dalam perancangan alat pintu irigasi otomatis ini, sensor ini digunakan untuk mengetahui ketersediaan air pada tangki atau sumber utama air. Sensor bekerja berdasarkan perubahan nilai resistansi atau perubahan posisi pelampung, yang kemudian diubah menjadi sinyal listrik yang dapat dibaca oleh mikrokontroler, yaitu Arduino Nano.

Sensor yang digunakan dalam sistem ini adalah jenis sensor tingkat cairan berbasis pelampung (*float type*) dengan mekanisme potensiometer internal. Saat permukaan air naik atau turun, pelampung akan bergerak mengikuti permukaan cairan dan mengubah nilai resistansi pada sensor. Perubahan resistansi ini menyebabkan perubahan tegangan keluaran yang bersifat analog. Tegangan keluaran ini dibaca oleh Arduino melalui pin analog A0. Nilai tegangan yang diterima oleh Arduino diproses melalui fungsi `analogRead()` yang menghasilkan nilai digital antara 0 hingga 1023.

Selanjutnya, nilai digital tersebut dikonversi menjadi persentase tingkat cairan, sehingga sistem dapat mengetahui apakah stok air dalam tangki sudah aman atau perlu diisi ulang. Ketika nilai *sensor water level* di bawah batas minimum ( $<20\%$ ), pompa akan dimatikan secara otomatis untuk mencegah kerusakan akibat bekerja tanpa fluida. Sebaliknya, jika level cukup tinggi, pompa dapat beroperasi dengan aman untuk menyuplai air ke pintu irigasi. Dengan demikian, sensor water level berperan sebagai komponen proteksi sekaligus pemantau level cairan yang menjaga sistem tetap aman dan efisien.



Gambar 2. 4 Sensor Water Level

### 2.2.5 Solenoid Valve

Solenoid Valve atau katup solenoid merupakan jenis katup yang beroperasi secara elektrik dengan bantuan medan magnet dari solenoid. Kumparan kawat atau coil pada katup solenoid terdapat inti ferromagnetic yang apabila dialiri arus listrik akan menciptakan medan magnet untuk menggerakkan katup. Prinsip dasar ini digunakan untuk membuka dan menutup katup solenoid. Katup solenoid merupakan elemen pengendalian yang paling sering digunakan dalam fluidik dan dapat ditemukan dalam berbagai area aplikasi seperti pada sistem kontrol aliran cairan, sistem pendingin, sistem pengisian air, sistem irigasi, dan masih banyak lagi. Tugas utama mereka adalah untuk menutup, melepaskan, mengatur dosis, mendistribusikan, atau mencampur fluida.

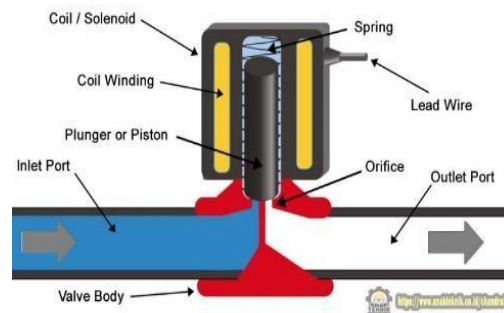
Solenoid valve memberikan kemampuan untuk bekerja secara otomatis, keamanan dalam pengoperasian, memiliki waktu respon yang cepat, dengan

keandalan yang tinggi, umur pemakaian panjang, konsumsi daya yang rendah, kompatibilitas yang baik dengan medium yang digunakan, penggunaan daya rendah untuk kontrol, desain yang kompak dan dapat dikontrol secara jarak jauh dengan menggunakan sistem pengontrol yang sesuai. Gambar solenoid valve dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Selonoid Valve

Prinsip kerja dari solenoid valve/katup (valve) solenoid dapat dilihat pada gambar 2.6 yang menunjukkan katup listrik yang memiliki koil atau kumparan sebagai penggeraknya, inti besi (plunger), pegas pengembali (spring), rumah katup (valve body). Solenoid valve dapat bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetik. Pada sistem ini, solenoid valve yang digunakan adalah tipe *normally close* yaitu pada saat kumparan pada solenoid mendapat tegangan 12V DC, maka terbentuk medan magnet yang menarik plunger ke atas sehingga mengubah posisi katup dan aliran air terbuka. Sebaliknya Ketika kumparan solenoid tidak diberi tegangan maka valve akan menutup. Maka dari itu, solenoid valve hanya akan terbuka pada saat diberi sinyal aktif dari rangkaian kendali. Dan spesifikasi dari solenoid valve dapat dilihat pada tabel 2.3



Gambar 2. 6 Prinsip Kerja Solenoid Valve

Tabel 2. 3 Spesifikasi Solenoid Valve

|                        |                |
|------------------------|----------------|
| Tegangan Kerja         | 12V            |
| Arus                   | 0.42 A         |
| Tekanan Kerja          | 0.02 – 0.8 MPa |
| Menahan Tekanan Statis | 2.0 MPa        |
| Suhu Cairan            | 0-60°C         |
| Kelembapan Relatif     | 95%            |

### 2.2.6 Pompa Air

Pompa air merupakan mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk mendorong cairan dari daerah yang tekanannya rendah ke tempat yang lebih tinggi atau didefinisikan sebagai penambahan energi untuk menggerakkan zat cair dari suatu tempat ke tempat yang lainnya. Seperti mempercepat aliran cairan dalam sistem jaringan pipa. Cara kerja pada pompa adalah dengan melakukan gerakan menekan dan menarik terhadap fluida. Pada saat berada disisi penyerapan pompa, komponen pompa akan mengurangi tekanan di dalam ruang pompa, sehingga terjadi perbedaan tekanan antara permukaan fluida yang ditarik dengan ruang pompa[10]

Pada sistem ini menggunakan pompa air DC 12 V yang terhubung ke Arduino Nano melalui rangkaian MOSFET untuk mengalirkan air menuju saluran irigasi. Pompa ini merupakan jenis pompa yang menggunakan motor DC dan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari

tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor, sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor. Pompa air DC memiliki 3 bagian dasar dan pompa air dapat dilihat pada gambar 2.7.

1. Bagian yang tetap atau stasioner yang disebut stator. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektro magnet) ataupun magnet permanen.
2. Bagian yang berputar disebut rotor. Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir.
3. Gear Box yang dipasang pada pompa. Gear box di dalamnya terdapat gear yang dipasang pada ujung rotor untuk menghisap air . Gaya electromagnet pada motor DC timbul saat ada arus yang mengalir pada penghantar yang berada dalam medan magnet. Medan magnet itu sendiri ditimbulkan oleh magnet permanen. Garis – garis gaya magnet mengalir diantara dua kutup magnet dari kutub utara ke kutub selatan.



Gambar 2. 7 Pompa Air

### 2.2.7 Power Supply

Power Supply atau catu daya merupakan suatu alat listrik yang dapat menyediakan energi listrik untuk perangkat listrik ataupun elektronika lainnya. Pada dasarnya power supply atau catu daya memerlukan sumber energi listrik yang kemudian mengubahnya menjadi energi listrik yang dibutuhkan oleh perangkat elektronika lainnya atau suatu sistem penyearah filter yang mengubah AC menjadi DC murni. Energi yang paling mudah tersedia adalah arus bolak-balik, harus diubah atau diserahkan menjadi DC berpulsa (pulsating DC), yang selanjutnya harus diratakan atau disaring menjadi tegangan yang tidak berubah-ubah. Tegangan DC juga memerlukan regulasi tegangan agar dapat menjalankan rangkaian dengan sebaiknya.

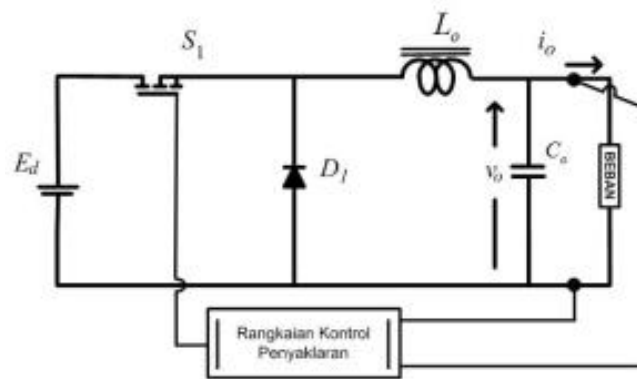
SMPS (*Switch Mode Power Supply*) merupakan jenis power supply yang langsung menyearahkan (*rectify*) dan menyaring (*filter*) tegangan Input AC untuk mendapatkan tegangan DC. Tegangan DC tersebut kemudian di-switch ON dan OFF pada frekuensi tinggi dengan sirkuit frekuensi tinggi sehingga menghasilkan arus AC yang dapat melewati transformator frekuensi tinggi [11]. Pada sistem irigasi otomatis ini power supply berfungsi sebagai sumber energi utama yang menyediakan tegangan dan arus pada seluruh komponen yang menggunakan dua level tegangan pada 5V dan 12V. Tegangan 12V untuk mensuplai aktuator seperti solenoid valve dan pompa air, sedangkan tegangan 5V diturunkan melalui modul buck converter yang digunakan untuk Arduino Nano dan sensor. Untuk tampilan Switch Mode Power Supply dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Switch Mode Power Supply

### 2.2.8 Buck Converter MP1584EN

*Buck converter* merupakan converter daya DC-DC yang digunakan untuk mengubah tegangan *input* yang lebih tinggi menjadi tegangan *output* yang lebih rendah. Prinsip kerja *buck converter* didasarkan pada teknik *switching*, dimana transistor saklar (biasanya MOSFET) digunakan untuk mengendalikan aliran arus melalui induktor ataupun kapasitor. Proses ini menghasilkan tegangan *output* yang stabil meskipun tegangan inputannya lebih tinggi serta menghasilkan lebih sedikit panas dibandingkan regulator linier. Seperti terlihat pada gambar 2.9, rangkaian tersebut terdiri atas satu saklar aktif (MOSFET), satu saklar pasif (diode), kapasitor dan inductor sebagai tapis keluarannya.



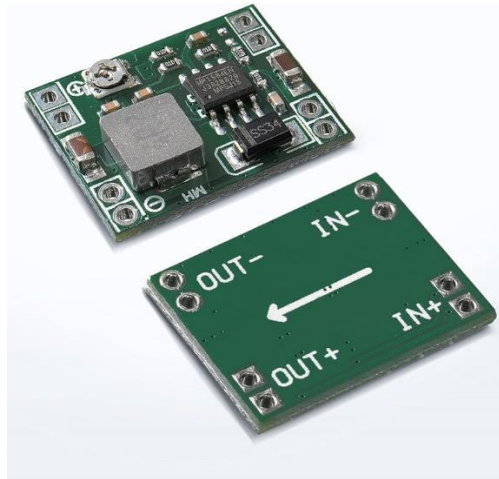
Gambar 2. 9 Rangkaian Konverter DC-DC Penurun Tegangan

Pada sistem ini menggunakan IC MP1584EN sebuah *buck converter* yang digunakan untuk menurunkan tegangan dari sumber daya 12V menjadi tegangan 5V dengan efisiensi tinggi yang dibutuhkan oleh Arduino Nano dan sensor. Konverter DC DC tipe penurun tegangan dengan IC MP1584EN ini mempunyai beberapa spesifikasi seperti tabel 2. dibawah in dan ditunjukkan pada gambar 2.10.

Tabel 2. 4 Spesifikasi Buck Konverter

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| Tegangan Input  | 4.5 - 28V   |
| Tegangan Output | 0.8 V – 0.8 |
| Arus Output     | Maksimal 3A |
| Efisiensi       | 96%         |

|                     |              |
|---------------------|--------------|
| Frekuensi Switching | 1.5MHz       |
| Dimensi             | 22 x17 x 4mm |



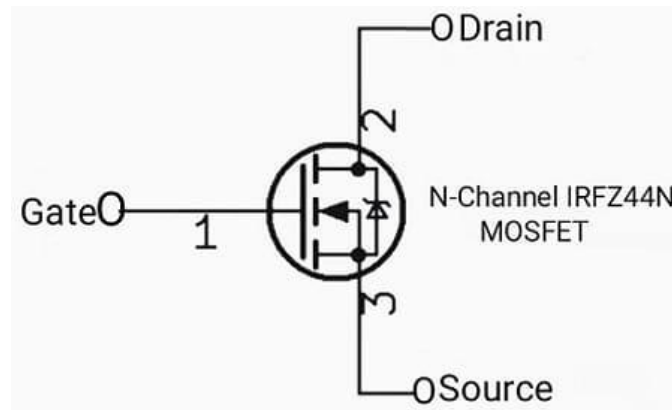
Gambar 2. 10 *Buck Converter* MP1584EN

### 2.2.9 MOSFET

Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor (MOSFET) merupakan suatu transistor dari bahan semikonduktor dengan tingkat konsentrasi ketidakmurnian tertentu. Tingkat dari ketidakmurnian ini akan menentukan jenis transistor tersebut, yaitu transistor MOSFET tipe-N (NMOS) dan transistor MOSFET tipe-P (PMOS). MOSFET banyak digunakan sebagai switching dan penguat sinyal elektronik dalam rangkaian analog dan digital.

Pada sistem kendali pintu irigasi otomatis menggunakan MOSFET IRFZ44N digunakan sebagai driver untuk mengendalikan beban seperti solenoid valve dan pompa air karena kedua beban tersebut membutuhkan daya yang lebih tinggi daripada yang mampu disuplai langsung oleh Arduino Nano. MOSFET dikendalikan oleh tegangan yang diberikan pada terminal Gate. Tegangan pada Gate ini akan mengatur arus yang mengalir dari Drain ke Source. Mosfet N-Channel

IRFZ44N terdiri dalam 3 pin. Konfigurasi pin MOSFET daya N-Channel ditunjukkan pada gambar 2.11 di bawah ini.



Gambar 2. 11 Konfigurasi Pin IRFZ44N

Adapun konfigurasi pin MOSFET IRFZ44N

- Gate : Pin gate mengontrol jumlah arus yang mengalir antara pin source dengan pin drain. Dengan memberikan tegangan pada pin gate, lebar kanal tempat arus mengalir dapat diatur
- Drain: Pin ini untuk mengalirkan arus dari pin gate ke pin sumber beban.
- Source: Pin ini terhubung ke ground dalam suatu sirkuit dan memungkinkan arus melewati beban.

Spesifikasi dari MOSFET IRFZ44N dapat dilihat pada tabel 2.3 dan gambar MOSFET IRFZ44N pada 2.



Gambar 2. 12 MOSFET IRFZ44N

Tabel 2. 5 Spesifikasi MOSFET IRFZ44N

|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| Jenis                       | Mosfet N-Channel |
| Serial                      | IRFZ44N          |
| Kemasan                     | TO-22AB          |
| Daya Max                    | 94W              |
| Tegangan Drain-Source Max   | 55V              |
| Tegangan Gate-Source Ma     | 20V              |
| Tegangan Threshold Gate Max | 2V – 4V          |
| Arus Drain Max              | 49A              |
| Suhu Kerja Max              | 170 c            |
| Kapasitas Gate              | 62nC             |
| Resistansi Drain-Source     | 0.024 Ohm        |

### 2.2.10 Resistor

Resistor atau tahanan merupakan komponen elektronika dua kutub yang dirancang untuk menghambat aliran arus listrik dengan cara menghasilkan tegangan diantara kedua kutubnya. Komponen ini berfungsi untuk mengatur besar kecilnya arus listrik yang mengalir dalam rangkaian. Resistor mempunyai sifat resistif dan merupakan salah satu komponen pasif. Nilai resistansi pada resistor dinyatakan dalam satuan Ohm ( $\Omega$ ) dan. Sesuai dengan Hukum Ohm, tegangan yang dihasilkan oleh resistor sebanding dengan arus yang mengalir [12]. Nilai hambatan (*resistance*) pada resistor ditunjukkan melalui kode warna pada cincin-cincin resistor yaitu warna . hitam, coklat, merah, jingga, kuning, hijau, biru, ungu, abu-abu, putih, perak dan emas[13].

Dalam sistem kendali pintu irigasi, resistor digunakan sebagai pembatas arus ketika sinyal dari Arduino digunakan untuk mengendalikan gerbang Gate pada MOSFET dan juga sebagai resistor pull down agar pembacaan lebih stabil atau tidak terjadi noise. Hukum Ohm dapat dirumuskan sebagai berikut:

Dengan:

$V$  = Nilai tegangan listrik pada penghantar (Volt)

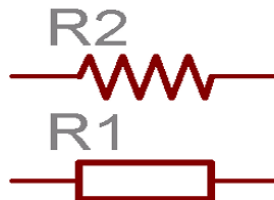
$I$  = Nilai arus listrik pada penghantar (Ampere)

$R$  = Nilai resistansi yang digunakan (Ohm)

Gambar Resistor dan simbol resistor ditunjukkan pada gambar



Gambar 2. 13 Resistor



Gambar 2. 14 Simbol Resistor

Tabel 2. 6 Spesifikasi Resistor

| Parameter     | Karakteristik                                        |
|---------------|------------------------------------------------------|
| Daya Maksimum | 0.25 W                                               |
| Toleransi     | $\pm 5\%$                                            |
| Jenis         | Karbon film, kaki axial (dipasang di PCB/Breadboard) |
| Ukuran Body   | $\pm 2.3$ mm diameter $\times$ 6.3 mm panjang        |

|                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| Diameter kaki             | $\pm 0.55$ mm, panjang $\pm 28$ mm |
| Tegangan Kerja maks       | $\pm 250$ V                        |
| Tegangan lebih beban maks | $\pm 500$ V                        |
| Rentang Suhu Operasi      | -50°C sampai + 155°C               |

### 2.2.11 LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan perangkat yang berfungsi sebagai media penampil dengan memanfaatkan kristal cair sebagai objek penampil utama. LCD yang digunakan adalah LCD dengan ukuran 20 x 4 dengan tambahan chip module 12C untuk mempermudah programmer dalam mengakses LCD. Penggunaan modul 12C yang terhubung ke pin Arduino Nano hanya diperlukan 4 buah pin yaitu pin SCL, pin SDA, pin VCC dan pin GND[14]. LCD menghasilkan citra pada permukaan dengan memberi sinar pada kristal cair dan filter berwarna diapit dua elektroda transparan, yang mempunyai struktur molekul polar. Ketika diberi medan listrik, molekul dalam kristal akan mencair sesuai dengan posisi medan tersebut, yang dapat mempolarisasi cahaya yang melaluinya. Layar pada LCD digunakan untuk menampilkan informasi yang berupa teks atau data yang diambil dari sensor atau sistem lainnya sehingga mudah dibaca. Gambar LCD 20x4 dapat dilihat pada gambar 2.15 sedangkan spesifikasi pada LCD 20 X 4 ditabel 2.15.



Gambar 2. 15 LCD (*Liquid Crystal Display*) 20 x 4

Di dalam modul LCD terdapat mikrokontroler yang dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan mikrokontroler internal LCD sebagai berikut :

- DDRAM (Display Data Random Access Memory) merupakan memori tempat menyimpan dan memproses karakter yang akan ditampilkan.
- CGRAM (Character Generator Random Access Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter yang dibentuk dapat diubah-ubah sesuai keinginan
- CGROM (Character Generator Read Only Memory) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter yang telah dirancang secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD, sehingga user hanya tinggal mengambilnya saja sesuai alamat memorinya dan tidak dapat mengedit karakter dasar yang terdapat dalam memori CGROM tersebut.

Tabel 2. 7 Spesifikasi LCD 20x4

| Spesifikasi          | Keterangan                             |
|----------------------|----------------------------------------|
| Jumlah Karakter      | 20 kolom x 4 baris (total 80 karakter) |
| Tegangan Operasional | 4.7V – 5.3V (umumnya 5V)               |
| Tegangan Logika      | 5V TTL (kompatibel dengan Arduino)     |
| Tipe Karakter        | Dot Matrix 5x8                         |

### 2.2.12 Pipa PVC

Pipa PVC (*Polyvinyl Chloride*) merupakan salah satu jenis pipa yang terbuat dari bahan plastik polimer termoplastik yang sering digunakan dalam berbagai aplikasi. PVC termasuk ke dalam bahan termoplastik yang dapat dilelehkan dan dicetak menjadi berbagai bentuk termasuk pipa. Pada sistem ini, pipa digunakan sebagai jalur utama untuk menyalurkan air dari sumber utama ke petak-petak sawah. Adapun kelebihan dari pemilihan PVC untuk saluran irigasi.

#### 1. Prosedur Instalasi Mudah

Karena PVC ini terbuat dari bahan termoplastik, sehingga lebih mudah untuk dilakukan pemotongan sesuai dengan kebutuhan tanpa membutuhkan biaya yang besar. Selain itu, pipa PVC mudah dipindahkan karena sangat ringan.

#### 2. Tahan Terhadap Korosi

Pipa PVC ini memiliki karakter yaitu anti korosi dibandingkan dengan pipa yang berbahan dasar besi karena PVC ini jika terkena senyawa kimia tidak akan mengeluarkan reaksi apapun.

### 3. Memiliki *Fire-Resistance*

Listrik mempunyai risiko yang tinggi atau dapat menyebabkan kebakaran besar apabila terkena percikan api kecil atau terjadi korsleting. Penggunaan pipa PVC dapat melindungi kabel listrik karena bahannya termasuk ke dalam anti api.

### 4. Permukaan Licin

Mempunyai permukaan pipa yang licin sehingga menyebabkan aliran air di dalamnya konstan. Maka dari itu, penggunaan pipa PVC tidak menimbulkan pengendapan kotoran atau aliran di dalamnya menjadi lancer.

Pada gambar 2.16 di bawah terlihat bentuk fisik dari pipa PVC.

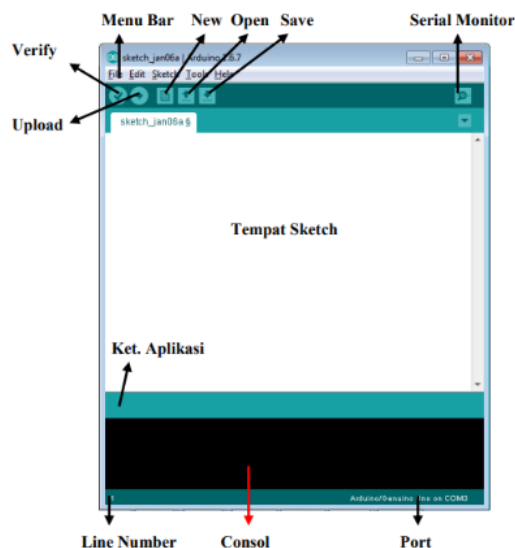


Gambar 2. 16 Pipa PVC

### 2.2.13 Arduino IDE

Software yang digunakan pada pembuatan alat tugas akhir ini adalah Arduino IDE, program ini digunakan untuk memprogram beberapa komponen seperti sensor water level, solenoid valve serta tampilan LCD. Menggunakan IDE ini, pengguna dapat menulis kode untuk membaca data dari sensor, memperoleh informasi, dan dapat memberikan perintah kepada aktuator agar pintu ari terbuka atau tertutup secara otomatis sesuai dengan kondisi permukaan.

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan software atau perangkat *sketch* yang digunakan untuk program pada papan Arduino. IDE (*Integrated Development Environment*) yaitu alat pengembangan program yang terintegrasi sehingga dapat disediakan dalam bentuk antarmuka berbasis menu lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui software ini Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi – fungsi yang dinamakan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan Bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai Bahasa C. Bahasa pemrograman pemrograman Arduino (*sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari Bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program Bernama bootloader yang berfungsi sebagai penengah antara compiler Arduino dengan mikrokontroler. Dengan Arduino IDE, kita dapat menulis maupun dapat memeriksa kesalahan atau tidak pada bagian *sketch* lalu dapat mengunggah ke dalam papan Arduino. Tampilan Arduino IDE dapat dilihat pada gambar 2. 17.



Gambar 2. 17 Tampilan Arduino IDE

Seperti gambar diatas, bagian-bagian dari Arduino Ide sebagai berikut

- Menu Bar : Untuk memilih tugas tertentu seperti menyimpan *project* maupun membuka *project*.

- Verify: Digunakan untuk memverifikasi *sketch* dan diubahnya ke *binary code* untuk diupload ke mikrokontroler.
- Upload: Untuk mengupload *sketch* ke papan Arduino.
- New Sketch: Untuk membuka mindow dan membuat sketch baru.
- Open: Untuk membuka sketch yang telah dibuat dan yang disimpan dengan ekstensi file. Ino
- Save Sketch: Untuk menyimpan sketch tetapi tidak disertai dengan meng-compile.
- Serial Monitor: Membuka interface untuk komunikasi serial.
- Keterangan Aplikasi: Ketika kita meng-compile dan mengupload sketch ke papan Arduino akan ada keterangan pada bagian ini.
- Konsol Pesan-Pesan: Pesan tentang setch akan muncul pada bagian ini.
- Baris Skrtch: Untuk menunjukkan posisi baris kursor yang sedang aktif.
- Informasi Port: Bagian ini untuk menginformiasi port yang digunakan oleh papan Arduino.