

PROTOTIPING SISTEM MONITORING KETINGGIAN AIR DAN PENGENDALIAN PINTU AIR PADA JARINGAN IRIGASI BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16 DENGAN MENGGUNAKAN *SHORT MESSAGE SERVICE (SMS)*

Bambang Tri Wahyu Utomo, Hasan Saifudi

STMIK ASIA Malang
e-mail: hasansaifudi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Irigasi pada umumnya adalah usaha untuk mendatangkan air dengan membuat bangunan-bangunan dan saluran-saluran untuk mengalirkan air guna keperluan pertanian, membagi-bagikan air ke sawah-sawah atau ladang-ladang dengan cara yang teratur dan membuang air yang tidak diperlukannya lagi, setelah air itu diperlukan dengan sebaik-baiknya.

Dalam sistem ini seorang user dapat mengirimkan kode SMS kepada HP yang ada pada alat kemudian akan di proses oleh Atmega16 yang mampu mengolah data ketinggian air yang kemudian akan mengirimkan data ketinggian air dan ketinggian pintu air berupa SMS ke HP user.

Alat ini mampu memberikan informasi ketinggian pintu air dan ketinggian air dengan cara *request* SMS ke handphone yang terhubung pada Atmega16 dan secara otomatis akan membalas sms yang isinya ketinggian pintu air dan ketinggian air.

Kata kunci: *Sistem Monitoring, Pintu Air, Mikrokontroler ATMEGA16, SMS.*

ABSTRACT

Irrigation generally is an attempt to bring the water to make buildings and canals to drain water for agricultural purposes, handing out water to the paddy fields or fields in an orderly way and dispose of water that is not needed anymore, after water it is necessary as well as possible. In this system a user can send an SMS code to that of the HP device will then be processed by the ATmega16 that can process level data which will then send the data of water and height of water in the form of SMS to the door of HP user. This tool is able to provide altitude information floodgates and water level request by SMS to mobile phone connected to the ATmega16 and will automatically reply to the sms contents sluice height and water level.

Keywords: *Monitoring Systems, Air Doors, Mikrokontroler ATMEGA16, SMS.*

PENDAHULUAN

Seiring perkembangan jalannya waktu, semakin cepat pula ilmu pengetahuan dan teknologi yang mampu mempengaruhi pola pikir manusia. Kemajuan ini telah mendorong kemampuan manusia untuk berusaha mengatasi segala permasalahan yang timbul di sekitarnya. Salah satunya adalah teknologi komputer yang sangat berperan penting dalam berbagai bidang terutama pada pekerjaan manusia. Sebelum adanya perkembangan teknologi, manusia sangat membutuhkan biaya, waktu dan tenaga dalam jumlah yang cukup besar untuk melakukan pekerjaan. Seiring hal tersebut informasi sangat

dibutuhkan untuk menunjang pekerjaan tersebut. Sistem informasi dapat berupa laporan, jurnal dan dapat pula berbentuk data pengukuran atau data pengamatan.

Irigasi pada umumnya adalah usaha untuk mendatangkan air dengan membuat bangunan-bangunan dan saluran-saluran untuk mengalirkan air guna keperluan pertanian, membagi-bagikan air ke sawah-sawah atau ladang-ladang dengan cara yang teratur dan membuang air yang tidak diperlukannya lagi, setelah air itu diperlukan dengan sebaik-baiknya (Gandakoesoemah, 1975). Hansen *et al.* (1986),

Tidak semua kondisi memungkinkan suatu pengamatan secara langsung dalam keadaan tertentu. Pada lingkungan yang ekstrim

atau tempat yang sangat sulit untuk dijangkau sering kali tidak dapat dilakukan pengamatan secara langsung. Mengatasi permasalahan tersebut, kebutuhan informasi sangat dibutuhkan salah satunya adalah dengan metode telemetri.

Telemetri merupakan suatu metode pengukuran yang dilakukan dari jarak jauh. Telemetri sebenarnya adalah salah satu bentuk dari perkembangan teknologi komunikasi. Telekomunikasi sendiri dapat diartikan sebagai hubungan komunikasi jarak jauh dengan menggunakan sinyal listrik. Unsur-unsur yang terdapat dalam telekomunikasi antara lain, informasi data, media komunikasi dan waktu (Simanjuntak, 1993).

Gelombang radio sangat efektif untuk transmisi data tanpa kabel karena mempunyai jangkauan yang luas. Dalam sistem ini transmisi data dilakukan dengan menumpang sinyal informasi pada sinyal pembawa dengan suatu proses yang disebut dengan *modulasi*. Sinyal frekuensi dikeluarkan kembali dari frekuensi dengan suatu proses yang berlawanan yang disebut dengan *demodulasi* sehingga diperoleh sinyal informasi yang ditransmisikan. Sistem ini dapat mempermudah pekerjaan manusia dalam pengukuran jarak jauh secara terus menerus berbagai besaran fisis seperti monitoring air atau banjir, ketinggian air dan debit aliran tanpa harus berada pada lokasi pengukuran.

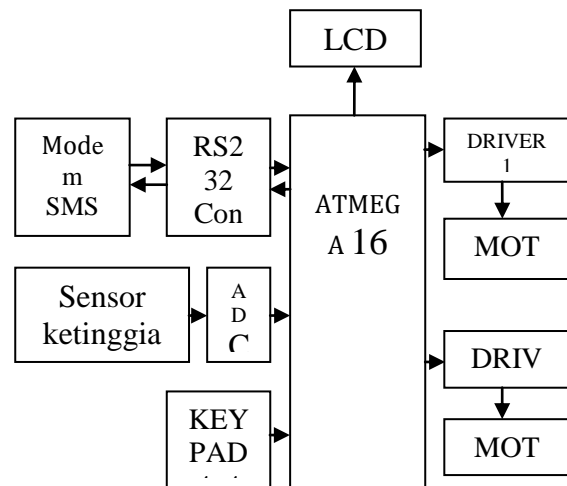
GSM (*Global System for Mobile*) adalah sebuah teknologi komunikasi yang bersifat digital. Teknologi komunikasi GSM banyak digunakan pada *mobile communication* khususnya *handphone*. Teknologi komunikasi ini memanfaatkan program mikro dan pengiriman sinyal yang dibagi berdasarkan waktu, sehingga sinyal yang dibagi berdasarkan waktu jangkauan frekuensi untuk GSM 890-915 MHz untuk *uplink* (dari *mobile* ke *base station*) dan 935-900 MHz untuk *downlink* dari *base station* ke *mobile* (Simanjuntak, 1993).

Dengan latar belakan diatas saya mengambil judul sistem monitoring ketinggian air dan pengendalian pintu air pada jaringan irigasi berbasis mikrokontroler atmega16 dengan menggunakan *Short message service* (SMS).

KAJIAN TEORI

Dalam sistem ini seorang user dapat mengirimkan kode SMS kepada HP yang ada pada alat kemudian akan di proses oleh Atmega16 yang mampu mengolah data ketinggian air yang kemudian akan mengirimkan data ketinggian air dan ketinggian pintu air berupa SMS ke HP user.

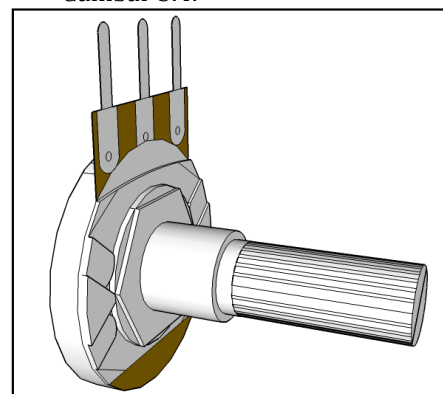
Perancangan Alat



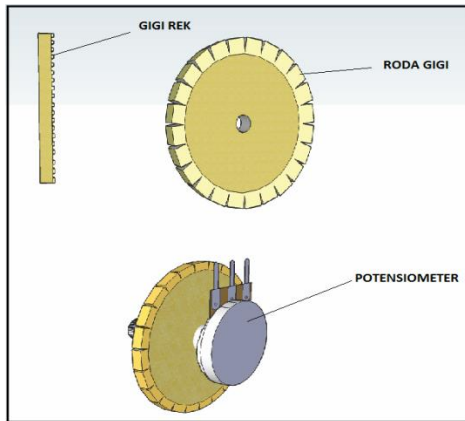
Gambar 3.2. Blok diagram perancangan alat pengendali pintu air.

1. Perancangan alat secara keseluruhan terdiri dari:
 - a. Alat yang digunakan pada saat penelitian antara lain :
 - 1) Sensor ketinggian , sebagai memberikan informasi ketinggian air dan ketinggian pintu air.
 - a) Sensor ketinggian pintu air

Sensor ketinggian pintu air ini berfungsi sebagai pendeteksi ketinggian pintu air. Sensor ketinggian pintu air ini terdiri dari potensiometer, gigi rek dan gigi roda. Diameter gigi roda ini adalah 5,8 cm. Sedangkan tinggi rek ulir adalah 17 cm dan lebar rek ulir adalah 1 cm. Tegangan potensiometer ini adalah sebesar 5 volt. Gambar sketsa sensor potensiometer dan rancangan sensor potensiometer dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4.



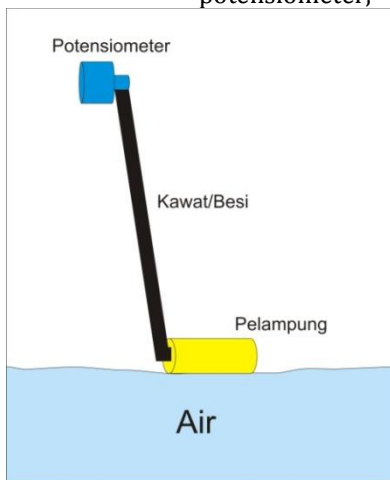
Gambar 3.3 Sketsa Potensiometer



Gambar 3.4 Rancangan Sensor Ketinggian Pintu Air Perancangan

sensor ketinggian pintu air ini, penulis menaksir sensor ketinggian pintu air sampai batas maksimal adalah 10 cm.

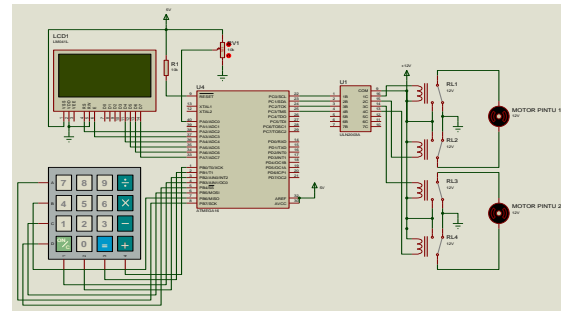
- b) Sensor ketinggian air
Sensor ketinggian air ini berfungsi sebagai pendeteksi ketinggian air. Sensor ketinggian pintu air ini terdiri dari potensiometer,



Gambar 3.5 Rancangan Sensor Ketinggian Air

- 2) Mikrontroller Atmega16, sebagai rangkaian pengendali utama.

Mikrokontroler ATmega16 berfungsi sebagai otak yang mengatur motor DC, menangkap sensor ketinggian air yang dipakai sebagai pengukuran ketinggian air. ATmega16 ini akan digunakan untuk menggerakkan alat sistem pengendali pintu air.



Gambar 3.6 Rangkaian ATmega16

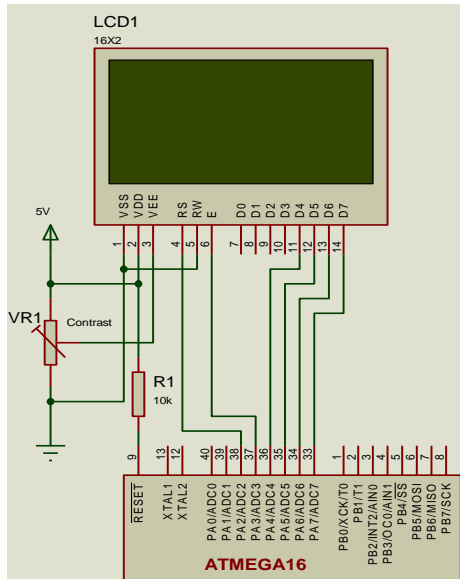
- 3) Driver ULN2003 sebagai penggerak motor.

Driver motor berfungsi untuk mengatur kecepatan dan arah putaran pada motor DC yang dihubungkan pada mikrokontroler. Driver motor ini akan menjalankan perintah dari mikrokontroler. Driver motor ini juga berfungsi sebagai pemutus dan penyambung arus pada motor DC dan mengubah arus pada motor DC.

- 4) Motor DC, sebagai penggerak pintu air. Motor DC yang digunakan mempunyai tegangan sebesar 12 volt.

- 5) Liquid Crystal Display (LCD), berfungsi memberi tampilan informasi yang diberikan oleh mikrokontroler.

LCD berfungsi sebagai tampilan ketebalan yang diinginkan. LCD ini akan menampilkan tulisan dan angka ketinggian air.

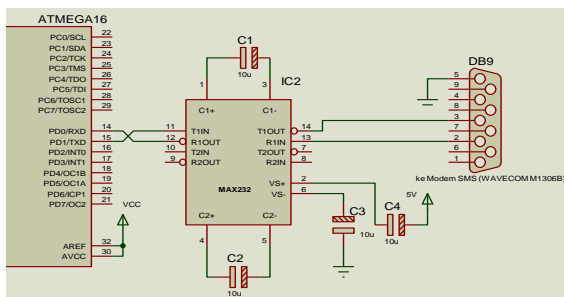


Gambar 3.7. Rangkaian LCD

6) *Downloader*, sebagai pemberi bahasa program kepada mikrokontroller dari komputer.

7) *Modem SMS WAVECOM M13026B*, sebagai perintah pembukaan pintu air maupun data informasi ketinggian air via SMS.

Rangkaian pengisi data melalui perintah SMS dirancang menggunakan modem SMS type Wavecomm M1306B yang terhubung pada dua jalur atau pin pada mikrokontroller, yaitu jalur *transmitter* (TX) pada *konektor serial modem* dihubungkan pada PORTD.0 yang merupakan jalur RX pada mikrokontroller, sementara PORTD.1 (TX) dihubungkan pada RX modem sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Rangkaian modem dan converter RS232 Pada Mikrokontroller

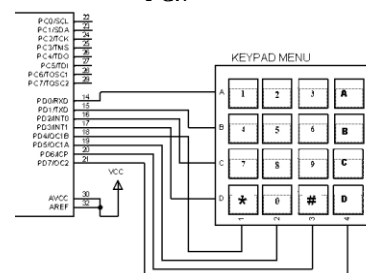
8) ADC internal berfungsi untuk mengubah dari sinyal analog ke digital

Rangkaian ADC berfungsi untuk mengubah dari sinyal analog ke digital agar dapat diproses oleh mikrokontroller Atmega16. Pada perencanaan alat ini digunakan ADC internal yang telah include didalam mikrokontroller ATMEGA16 melalui PORTA.0

9) Keypad, berfungsi memberi inputan nomer HP kedalam ATmega16

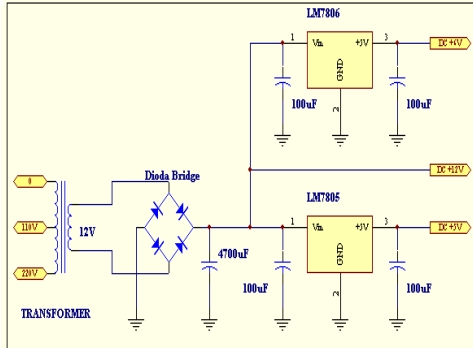
Pada perancangan alat ini rangkaian keypad terhubung ke mikrokontroller pada port 1. Keypad ini terdiri dari 8 kaki atau pin.

- Pin 1 terhubung ke mikrokontroller pada PC.0
- Pin 2 terhubung ke mikrokontroller pada PC.1
- Pin 3 terhubung ke mikrokontroller pada PC.2
- Pin 4 terhubung ke mikrokontroller pada PC.3
- Pin 5 terhubung ke mikrokontroller pada PC.4
- Pin 6 terhubung ke mikrokontroller pada PC.5
- Pin 7 terhubung ke mikrokontroller pada PC.6
- Pin 8 terhubung ke mikrokontroller pada PC.7



Gambar 3.9 Rangkaian Keypad

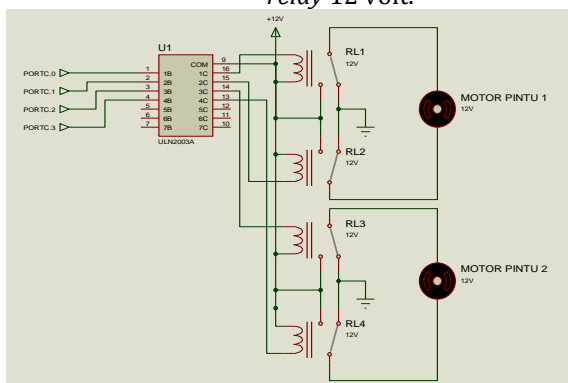
- 10) Power supply
Power supply berfungsi memberikan tegangan kepada motor DC dan mikrokontroler.



Gambar 3.10 Rangkaian Power Supply

- 11) Perancangan Driver Relay
 Perancangan

driver relay ini berfungsi sebagai mengendalikan gerak motor DC pada pintu air. Putaran dan gerak motor DC pada mesin diupayakan berjalan sesuai dengan kondisi yang diinginkan maka diperlukan rangkaian yang diprogram. Prinsip kerja dari rangkaian alat ini adalah menyambung dan memutuskan arus pada motor DC serta mengubah arah sesuai dengan perintah yang diberikan. Untuk menggerakkan motor DC ini diperlukan *relay* 12 volt.



Gambar 3.11 Perancangan rangkaian relay

- b. Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain:

- 1) Air.

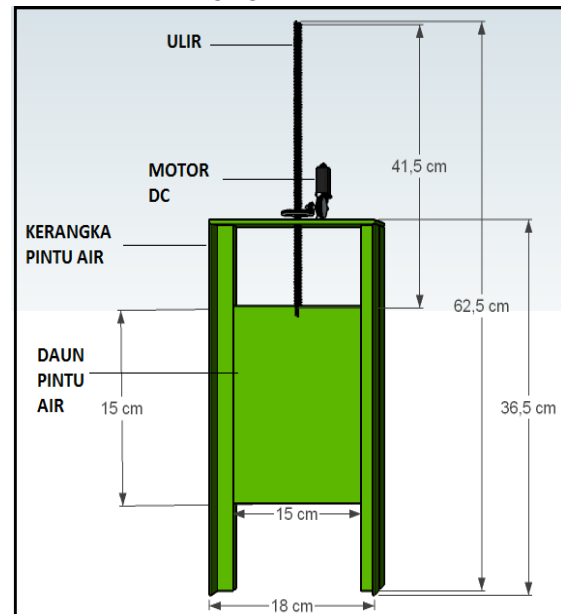
- 2) Plat besi, sebagai kerangka mekanik alat.
 3) Akrilik, sebagai tempat rangkaian elektronika
 4) Kabel penghubung, sebagai konektor.

2. Perancangan Mekanik

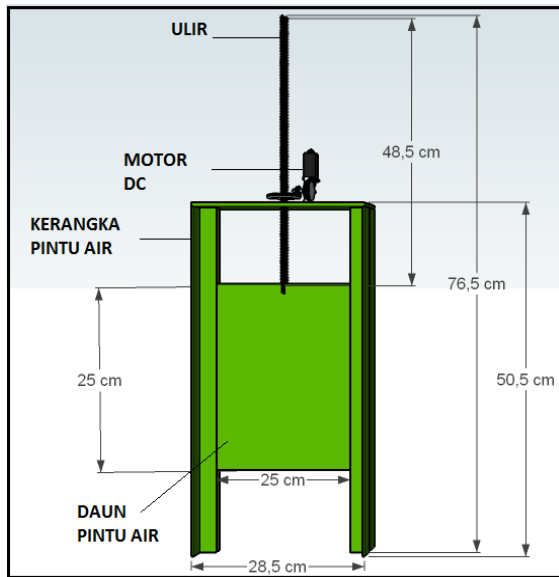
Perancangan mekanik alat meliputi kerangka alat, pintu air, motor DC, dan sensor ketinggian pintu air. Adapun penjelasan rancangan mekanik adalah sebagai berikut:

a. Penggerak pintu air

Penggerak pintu air digunakan untuk membuka dan menutup pintu air. Penggerak pintu ini menggunakan motor DC sebagai penggerak pintu yang dioperasikan berdasarkan *handphone*. Gambar pintu air 1 dan pintu air 2 dapat dilihat pada Gambar 3.12 dan Gambar 3.13



Gambar 3.12 Sketsa Pintu Air 1



Gambar 3.13. Sketsa Pintu Air 2

Pintu air ini terdiri dari ulir, motor DC, daun pintu air, dan kerangka pintu air. Dimensi pintu air 1 lebih kecil daripada pintu air 2.

Dimensi dari pintu air 1 ini adalah sebagai berikut:

1. Kerangka pintu air
 - Tinggi : 32 cm
 - Lebar : 12 cm
 - Tebal : 0,4 cm
2. Daun pintu air
 - Tinggi : 16 cm
 - Lebar : 10 cm
 - Tebal : 0,2 cm
3. Ulir pintu air
 - Tinggi : 24 cm

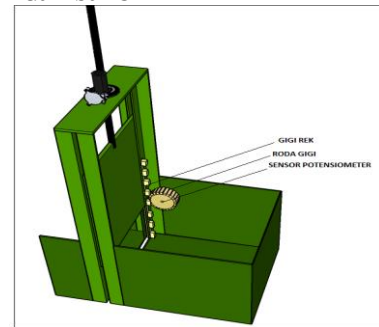
Sedangkan dimensi dari pintu air 2 adalah sebagai berikut:

1. Kerangka pintu air
 - Tinggi : 32 cm
 - Lebar : 17 cm
 - Tebal : 0,4 cm
2. Daun pintu air
 - Tinggi : 16 cm
 - Lebar : 14 cm
 - Tebal : 0,2 cm
3. Ulir pintu air
 - Tinggi : 24 cm

b. Letak sensor ketinggian pintu air

Sensor ketinggian pintu air ini berfungsi sebagai untuk mengetahui ketinggian pintu air. Sensor yang digunakan adalah *potensiometer*. Letak sensor ketinggian pintu air ini adalah di belakang daun pintu air. Letak sensor ketinggian

pintu air dapat dilihat pada Gambar 3.14



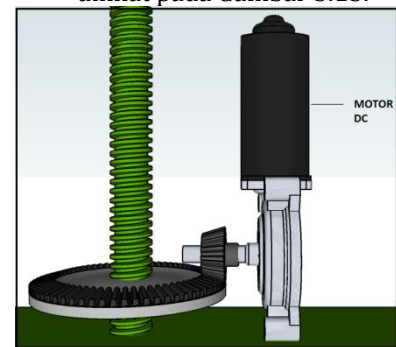
Gambar 3.14 Letak Sensor Ketinggian Pintu Air

c. Rancangan Fungsional

Pendekatan rancangan fungsional digunakan untuk dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya meliputi: motor DC, dan kerangka alat. Adapun penjelasannya adalah sebagai berikut :

1) Motor DC

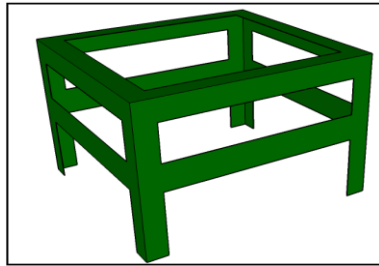
Motor DC ini digunakan untuk membuka dan menutup pintu air sesuai dengan perintah yang diberikan oleh handphone. Gambar rancangan motor DC dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Rancangan Motor DC

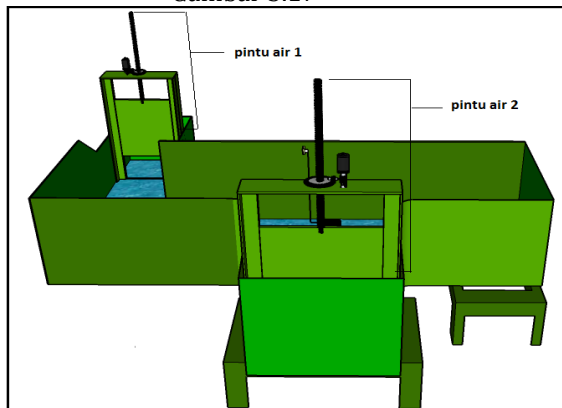
2) Kerangka Alat

Kerangka alat berfungsi untuk menopang alat miniatur irigasi. Kerangka alat terbuat dari batang besi. Rancangan kerangka alat dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Rancangan Kerangka Alat

Gambar mekanik secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.17



Gambar 3.17 Mekanik Keseluruhan

PEMBAHASAN

3.2.1. Cara Kerja Pengendalian alat dengan SMS

Pertama-tama jika alat dihidupkan maka isi nomor *handphone* yang ingin mengakses sistem tersebut melalui *keypad*. Nomor *handphone* yang kita isi tadi akan tersimpan di memori eeprom internal ATMEGA16.



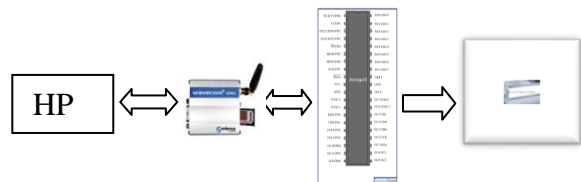
Gambar 3.18 Penyimpanan nomer HP

Jika sms yang diterima dari user berupa PNT00, PNT01, PNT02, PNT03, PNT04, PNT05, PNT06, PNT07, PNT08, PNT09, PNT10, PNT11, PNT12, PNT13, PNT14, PNT15, PNT16, PNT17, PNT18, PNT19,. Adapun penjelasan dari format sms tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kode PNT00 digunakan untuk membuka atau

menutup pintu air1 setinggi 0 cm.

2. Kode PNT01 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air1 setinggi 1 cm.
3. Kode PNT02 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air1 setinggi 2 cm.
4. Kode PNT03 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air1 setinggi 3 cm.
5. Kode PNT04 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air1 setinggi 4 cm.



Gambar 3.19 Kode digunakan untuk menggerakkan motor pintu air1.

6. Kode PNT10 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air2 setinggi 0 cm.
7. Kode PNT11 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air2 setinggi 1 cm.
8. Kode PNT12 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air2 setinggi 2 cm.
9. Kode PNT13 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air2 setinggi 3 cm.
10. Kode PNT14 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air2 setinggi 4 cm.



Gambar 3.20 Kode digunakan untuk menggerakkan motor pintu air2.

3.2.2. Cara Kerja Penerimaan data dari alat melalui SMS

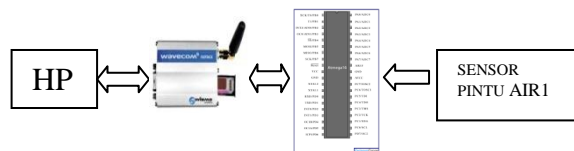
Cara kerja pengendalian pintu air ini adalah dengan mengirimkan sms ke mikrokontroller maka kita dapat membuka atau menutup pintu air ini sesuai yang kita inginkan.



Gambar 3.21 Pengiriman SMS

Jika sms yang diterima dari user berupa PAIR, P0 P0, P2 P2, P4 P4, P6 P6, P8 P8, KTA. Adapun penjelasan dari format sms tersebut adalah sebagai berikut:

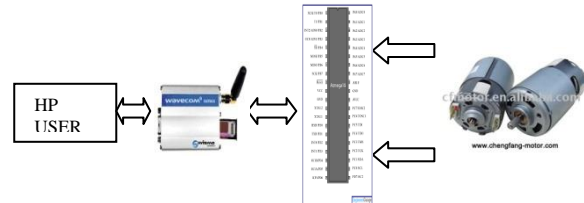
1. Kode PAIR0 digunakan untuk mengetahui posisi ketinggian pintu air1.



Gambar 3.22 Kode PAIR digunakan untuk mengetahui posisi ketinggian pintu air1 dan pintu air2.

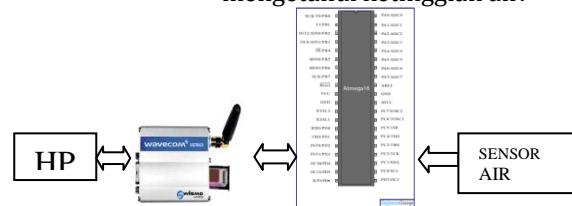
2. Kode P0 P0 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air1 dan pintu air2 setinggi 0 cm.
3. Kode P1 P1 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air1 dan pintu air2 setinggi 1 cm.
4. Kode P2 P2 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air1 dan pintu air2 setinggi 2 cm.
5. Kode P3 P3 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air1 dan pintu air2 setinggi 3 cm.
6. Kode P4 P4 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air1 dan pintu air2 setinggi 4 cm.
7. Kode P5 P5 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air1 dan pintu air2 setinggi 5 cm.

8. Kode P6 P6 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air1 dan pintu air2 setinggi 6 cm.
9. Kode P7 P7 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air1 dan pintu air2 setinggi 7 cm.
10. Kode P8 P8 digunakan untuk membuka atau menutup pintu air1 dan pintu air2 setinggi 8 cm.



Gambar 3.23 Kode digunakan untuk menggerakkan motor pintu air1 dan pintu air2.

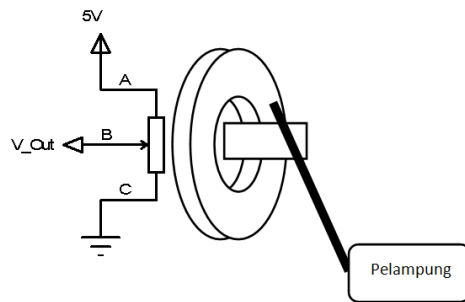
11. Kode KTA digunakan untuk mengetahui ketinggian air.



Gambar 3.24 Kode KTA digunakan untuk mengetahui ketinggian air.

3.2.3. Proses perhitungan ketinggian air

Pembacaan level air dirancang menggunakan potensiometer yang dihubungkan dengan pelampung air. Dengan demikian, maka perubahan ketinggian air yang menggerakkan pelampung, juga menyebabkan perubahan resistansi dari pergeseran potensiometer. Agar ketinggian air dapat dibaca oleh mikrokontroller dengan memantau perubahan resistansi potensiometer, maka potensiometer tersebut dirancang menjadi rangkaian pembagi tegangan sebagaimana gambar berikut:



Gambar 3.25 Gambar pemodelan sensor ketinggian air menggunakan potensiometer
Sumber: perancangan

Dengan perancangan sebagaimana gambar 3.25, output dari potensiometer didapat dengan persamaan :

$$V_{out} = \frac{R_{BC}}{R_{AB} + R_{BC}} \times V_{cc}$$

Dimana;

- V_{cc} = 5V (power supply)
- R_{AB} = Resistansi pada titik A dan B
- R_{BC} = Resistansi pada titik B dan C

Dengan menggunakan potensiometer 100K linear, maka jika posisi potensiometer diputar 10% dari titik C, maka :

$$\text{Nilai } R_{BC} = 10\% \times 100\text{K} = 10\text{K}\Omega$$

$$\text{Nilai } R_{AB} = (100\% - 10\%) \times 100\text{K} = 90\% \times 100\text{K} = 90\text{K}$$

Sehingga V_{out} dari potensiometer adalah:

$$V_{out} = \frac{10\text{K}}{90\text{K} + 10\text{K}} \times 5$$

$$V_{out} = 0,1 \times 5 = 0,5\text{V}$$

Hasil output selanjutnya dibaca ADC, dimana pada ADC menggunakan 10bit (maksimal 1023 desimal / 3FF heksa) sehingga untuk mengembalikan hasil pembacaan ADC menjadi persentase perubahan putaran potensiometer dapat dilakukan dengan mengkonversi hasil pembacaan ADC menjadi persentase perubahan dengan persamaan berikut:

$$\% \text{ posisi} = \frac{Max_{ADC} - Data_{ADC}}{Max_{ADC}} \times 100\%$$

Sebagai contoh jika data ADC yang didapat adalah 256 (desimal), maka:

$$\% \text{ posisi} = \frac{1023 - 256}{1023} \times 100\%$$

$$\% \text{ posisi} = \frac{767}{1023} \times 100\%$$

$$\% \text{ posisi} = 0,749 \times 100\% = 74,9\%$$

3.2.3.1 Proses perhitungan ketinggian level pintu air

Pintu air pada perancangan digerakkan menggunakan motor DC gearbox dengan putaran ± 200 RPM yang dikaitkan dengan gir pada mekanik ulir pengangkat tuas pintu air. Adapun proses penentuan level didasarkan pada sensor level yang dirancang melalui potensiometer yang dikaitkan dengan mekanik pintu air, cara ini digunakan karena dinilai lebih presisi daripada membandingkan putaran motor dengan waktu pada jarak tertentu pula karena cara menentukan jarak atau level pintu berdasarkan putaran motor terhadap waktu sering mengalami kesalahan karena medan pintu yang digerakkan memiliki massa yang berubah-ubah akibat air, selip mekanik dan beban air yang ditahan pintu tersebut menyebabkan daun pintu berat untuk terangkat atau ditutup, sehingga cara efektif adalah menggunakan emantau level pintu melalui potensiometer yang dirancang untuk mengikuti posisi dan gerakan pintu dan air tersebut. Adapun proses pencarian persentase posisi pintu melalui potensiometer dibaca oleh ADC didalam perangkat lunak dengan cara yang sama sebagaimana halnya pembacaan posisi level air.

PENUTUP

Berdasarkan penjelasan serta perancangan yang telah dibuat oleh penulis pada laporan penelitian ini, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan, diantaranya :

1. Alat ini mampu memberikan informasi ketinggian pintu air dengan cara *request* SMS ke handphone yang terhubung pada Atmega16 dan secara otomatis akan membalas sms yang isinya ketinggian pintu air.
2. Alat ini mampu memberikan informasi ketinggian air dengan cara *request* SMS ke handphone yang terhubung pada Atmega16 dan secara otomatis akan membalas sms yang isinya ketinggian air.
3. Alat ini mampu menggerakkan pintu air

Saran:

1. Sumber tegangan dapat menggunakan beberapa jenis sumber seperti sel surya, atau aki sehingga tidak mengalami kesulitan saat terjadinya pemadaman listrik.
2. Pada pengembangannya nanti bisa juga membaca kecepatan air (debit)

3. Pada pengembangannya nanti di bahas tentang terjadinya kerusakan pada alat.
4. Pada pengembangan berikutnya bisa juga menggunakan komunikasi USB
5. Sensor yang digunakan harus yang efisien seperti LDR, infrared, ultrasonik dll.
6. Pada pengembangannya nanti di bahas tentang perhitungan pembuatan pintu air.
7. Pada pengembangannya nanti di bahas tentang aliran air secara laminar dan turbulen.
8. Pada pengembangannya nanti sistem tidak berdasarkan inputan permintaan.
9. Pada pengembangannya nanti pemantauan berjalan secara berkesinambungan terus menerus.
10. Pada pengembangannya nanti Ketinggian pintu air dalam sistem ini lebih dari 9 cm.
11. Pada pengembangannya nanti sistem di asumsikan ada halangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gandakoesoemah. 1975. **Dasar-Dasar Irigasi**. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- [2] Gunawan, Ferry. 2003. **Membuat Aplikasi SMS Gateway Server dan Client dengan Java dan PHP**, Elex Media Komputindo. Bandung.
- [3] Simanjutak, T. L., 1993, **Dasar-Dasar Telekomunikasi**, Penerbit Alumni. Bandung.
- [4] Soedibyo. 1993. **Teknik Bendungan**. PT. Pradnya Paramita. Jakarta
- [5] Theodore S. Rappaport, 2004. **Wireless Communications, second edition**, PHI. New Delhi.
- [6] Jaringan telekomunikasi, <http://id.wikipedia.org/wiki/>, 2013
Di akses tanggal 15 april 2013

