

OTOMATISASI IRIGASI SAWAH MENGGUNAKAN SENSOR ELKTRODA LEVEL BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8535

Elly Mufida¹, Supriyanto²

Abstract— Agriculture is the main source of livelihood of the Indonesian population living in rural lowlands. Land - land that is widely used by villagers to be rice fields. Paddy field where rice growing is derived from cultivated land in the irrigation later. Irrigated rice fields from various sources, which is derived from its own springs and water sources to promote agriculture hujan. Dan one of which is irrigated rice fields automatically, so that it can reduce the risk of excess or lack of water. The advantages of microcontroller-based automatic irrigation equipment compared to conventional irrigation is the owner of paddy rice fields do not need to check whether the excess water or lack of water and can be automatically connected to another device. This makes humans more forward thinking to design automatic irrigation rice fields, where the workings of this tool is quite simple, namely, when the water in the fields excess or shortage of water, then the sensor will automatically send commands to the phone owner via modem (wavecom) in the form of SMS, with a program that has been filled and designed on the microcontroller, then the command will be executed in order to run the system.

Keywords: Irrigation System, Microcontroller, SMS, Wavecom

Intisari—Pertanian merupakan sumber mata pencarian utama penduduk Indonesia yang tinggal di dataran rendah di pedesaan. Lahan – lahan tanah yang luas dimanfaatkan oleh penduduk desa untuk dijadikan persawahan. Sawah adalah tempat menanam padi yang berasal dari tanah yang digarap kemudian di irigasi. Sawah diirigasi dari berbagai sumber, ada yang berasal dari sumber mata air sendiri dan sumber air hujan. Dan untuk memajukan pertanian salah satunya adalah dengan irigasi sawah otomatis, sehingga bisa mengurangi resiko kelebihan atau kekurangan air. Kelebihan alat irigasi otomatis berbasis mikrokontroler dibanding irigasi yang konvensional adalah pemilik sawah tidak perlu memeriksa apakah sawah kelebihan air atau kekurangan air dan dapat secara otomatis terhubung ke alat lain. Hal ini membuat manusia semakin berpikir maju untuk merancang irigasi sawah secara otomatis, dimana cara kerja alat ini cukup sederhana yaitu, saat air di sawah kelebihan atau kekurangan air, maka dengan otomatis sensor akan mengirim perintah ke *handphone* pemilik melalui modem (wavecom) dalam bentuk SMS , dengan

program yang telah diisi dan dirancang pada mikrokontroler, maka perintah itu akan dieksekusi sehingga dapat menjalankan system.

Kata Kunci: Sistem Irigasi, Mikrokontroler, Wavecom

I. PENDAHULUAN

Sistem irigasi adalah salah satu faktor penentu keberhasilan dari usaha pertanian. Pengaturan irigasi yang baik harus mampu mendistribusikan air yang dapat mengkondisikan kesuburan tanah dalam jumlah yang cukup tinggi bagi tanaman secara merata, serta meminimalisir adanya genangan air yang berlebihan. Salah satu proses pada sistem irigasi adalah pemberian air irigasi secara manual dengan cara buka tutup saluran atau pipa air irigasi. Sistem buka tutup saluran atau pipa air irigasi secara manual merupakan metode yang banyak digunakan. Diperlukan suatu sistem yang dapat mengotomatisasi sistem irigasi sawah agar pendistribusian air dapat dilakukan secara merata dan cukup. Dari permasalahan tersebut maka penulis kembangan suatu sistem irigasi sawah otomatis dengan memanfaatkan kinerja sensor elektroda level, untuk membuka dan menutup pipa distribusi air secara otomatis dengan bantuan mikrokontroler ATmega 8535 sebagai pusat pengendali sistem yang akan ditanamkan code-code program yang diperlukan. Kelebihan dari sistem otomatisasi irigasi sawah ini adalah dapat mengaktifkan dan mematikan pompa air yang menyalurkan air ke petak-petak sawah secara otomatis dengan melihat keefisienan jumlah debit air, serta dapat memberikan laporan kepada user melalui SMS apabila terjadi kelebihan/atau kekurangan air pada petak-petak sawah tersebut.

II. KAJIAN LITERATUR

Mikrokontroler adalah sebuah Mikroprosesor yang telah dilengkapi dengan komponen-komponen pendukung secara internal komponen dimaksud diantaranya ROM, RAM, PIO, dan ADC. AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus clock. AVR mempunyai 32 register *general-purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan mode *compare*, *interrupt* internal dan eksternal, serial UART, *Programmable Watchdog Timer*, dan mode *power saving*, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang mengijinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. Mikrokontroler Atmega 8535 merupakan generasi AVR

¹ AMIK BSI Jakarta, Jl. RS Fatmawat No. 24, Pondok Labu, Jakarta Selatan. Telp (021)7500282; e-mail: elly.elm@bsi.ac.id.

² STMIK Nusa Mandiri, Jl. Damai No. 8, Warung Jati Barat (Margasatwa), Jakarta Selatan. Telp (021)78839469; e-mail: supr_yanto8091@yahoo.com

(*Alf and Vegard's Risk processor*). Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8 bit, dimana semua instruksi dalam kode 16-bit (16-bit word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*. Mikrokontroler AVR didesain menggunakan arsitektur *Harvard*, dimana ruang dan jalur bus bagi memori program dipisahkan dengan memori data. Dalam pemrogramannya mikrokontroler Atmega 8535 ini menggunakan 2 bahasa pemrograman yakni, dengan bahasa C dan bahasa *assembly*[1].

Irigasi adalah menyalurkan air yang perlu untuk pertumbuhan tanaman ke tanah yang diolah dan mendistribusinya secara sistematis. Irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak (PP No. 20 tahun 2006 tentang Irigasi)[2].

Salah satu teknologi pengelolaan irigasi yang efektif dan efisien adalah menjaga tinggi muka air di lahan sawah sesuai dengan yang diinginkan. Pengaturan tinggi muka air di lahan sawah tidak mungkin jika dilakukan dengan cara manual dan sistem buka-tutup pintu air yang selama ini banyak dipakai. Pengaturan tinggi muka air dipengaruhi langsung oleh hujan dan kondisi iklim mikro serta proses evapotranspirasi yang bervariasi dengan jenis tanaman dan waktu. Oleh karena itu, desain sistem irigasi dengan memanfaatkan teknologi otomatis menjadi satu alternatif yang dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan air irigasi di lahan sawah. Penggunaan sistem kontrol otomatis di bidang irigasi memiliki dampak yang besar pada peningkatan sistem irigasi dan efisiensi penggunaan sumber daya air serta dapat menjaga permukaan air di lahan pada level tertentu sesuai kebutuhan tanaman[3].

Pemberian air irigasi yang sesuai dengan kebutuhan tanaman untuk tumbuh merupakan salah satu faktor keberhasilan dari usaha tani. Pemberian air irigasi yang baik yaitu pemberian air yang dapat mengkondisikan kesuburan tanah dalam jumlah yang cukup tinggi bagi tanaman serta meminimalisir adanya perkolasi dan genangan. Pengkondisian kesuburan tanah pada lahan tanam tidak bisa dilakukan seperti pemberian air irigasi secara manual salah satunya yaitu dengan buka tutup saluran atau pipa air irigasi. Untuk mengetahui kondisi kesuburan tanah yang relatif akurat dibutuhkan alat bantu berupa sensor yang dapat membaca kondisi aktual dari kesuburan tanah. Sistem buka tutup saluran atau pipa air irigasi secara manual merupakan salah satu dari metode yang banyak digunakan. Untuk membantu para petani dalam mengatur sistem irigasi secara otomatis, maka penulis kembangkan sistem irigasi otomatis dengan memanfaatkan kinerja sensor elektroda level, dan untuk membuka tutup distribusi air secara otomatis dengan bantuan *microcontroller* ATmega8535 untuk memberikan perintah membuka dan menutup irigasi secara otomatis. Sifat-sifat listrik seperti konduktansi dan kapasitansi banyak digunakan untuk menunjukkan kadar air di dalam tanah, karena perubahan air dalam tanah akan berpengaruh terhadap besaran sifat-sifat listrik tersebut, selanjutnya dapat diolah secara

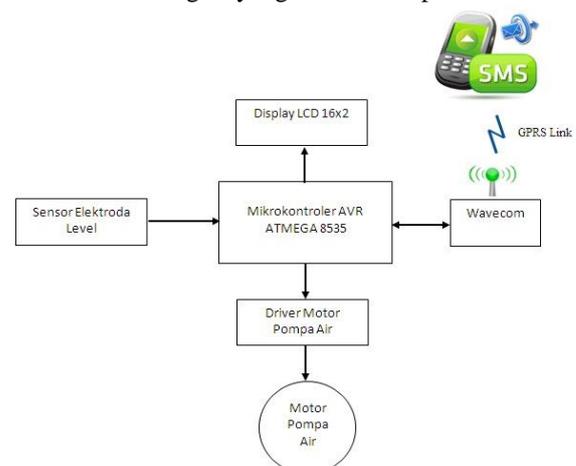
elektronik untuk menghasilkan suatu kontrol otomatis sehingga kadar air dalam tanah dapat mencapai kondisi yang diinginkan[4].

Irigasi merupakan proses pengairan buatan untuk membantu pertumbuhan tanaman. Penelitian ini berkaitan dengan sistem irigasi sederhana berbasis mikrokontroler yang memonitor dan mengontrol kadar air tanah sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan air. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino, sensor kelembaban YL-69, dan esp8266. Mikrokontroler digunakan bersama-sama dengan sensor untuk mengukur dan mengontrol kuantitas fisik seperti suhu, kelembaban, panas dan cahaya. Pada sistem ini kuantitas fisik yang dikontrol adalah kelembaban, dengan demikian akan menghasilkan otomatisasi sistem irigasi. Otomatisasi sistem irigasi merupakan salah satu metode yang paling nyaman, efisien dan efektif untuk optimalisasi penggunaan air. Sistem akan membantu dalam menghemat air dan membuat tanaman tumbuh lebih baik karena dalam kondisi yang terkontrol. Kelembaban tertentu yang terbaca oleh sensor kelembaban akan menjadi masukan sistem dan pompa air listrik akan menjadi output dari mikrokontroler. Metode volumetrik merupakan metode sederhana yang dapat digunakan untuk proses perhitungan kelembaban tanah. Penggunaan sensor YL-69 memberikan hasil bahwa pulsa analog berubah secara linier terhadap perubahan kelembaban tanah, dimana keduanya memenuhi hubungan berbanding terbalik. Semakin tinggi kelembaban tanah maka semakin kecil pulsa analog. Hasil pengontrolan kelembaban tanah menunjukkan bahwa kelembaban tanah sebesar 0.25 akan menjadi masukan sistem untuk melakukan proses penyiraman. Kelembaban tanah kembali ke keadaan normal sebesar 0.36 setelah proses penyiraman. Artinya sistem irigasi yang dibuat dapat melakukan otomatisasi pada pengairan lahan guna mengoptimalkan penggunaan air[5].

I. HASIL PENELITIAN

A. Rancangan Perangkat Keras

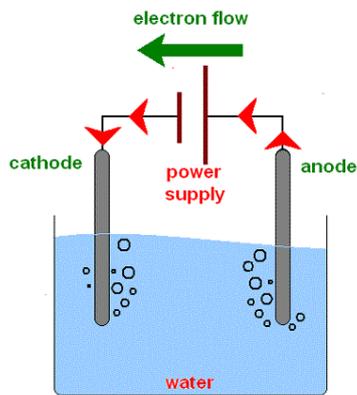
Gambar 1 adalah blok diagram rancangan alat otomatisasi sistem irigasi yang dibuat oleh penulis.



Gambar 1
Blok diagram alat

Mikrokontroler Atmega 8535 adalah pusat pengendali sistem. Input yang diterima oleh sistem berasal dari sensor elektroda level, sedangkan output yang dikendalikan oleh sistem adalah motor pompa air, LCD, dan modem. Wavecom adalah modem yang berfungsi menerima atau mengirim SMS antara sistem dengan user. Komunikasi yang digunakan dipakai pada modem wavecom adalah antarmuka serial Rx dan Tx, serta data yang dikeluarkan adalah data asyronus.

Sensor Elektroda level berfungsi sebagai sensor irigasi sawah, dibuat dari 2 buah lempengan, dimana masing-masing lempengan ini terdiri dari lempengan elektroda positif dan negatif yang akan menghasilkan nilai resistansi yang bervariasi sesuai dengan level ketinggian air sawah. Sensor ini menggunakan prinsip pembagi tegangan, dimana output tegangan yang dihasilkan tergantung dari nilai resistansi yang dihasilkan oleh ke 2 buah lempengan tersebut. Sensor ini memiliki output tegangan analog yaitu 0 - 5 Volt. Gambar 2 menunjukkan proses alur perpindahan elektroda pada sensor elektroda level.

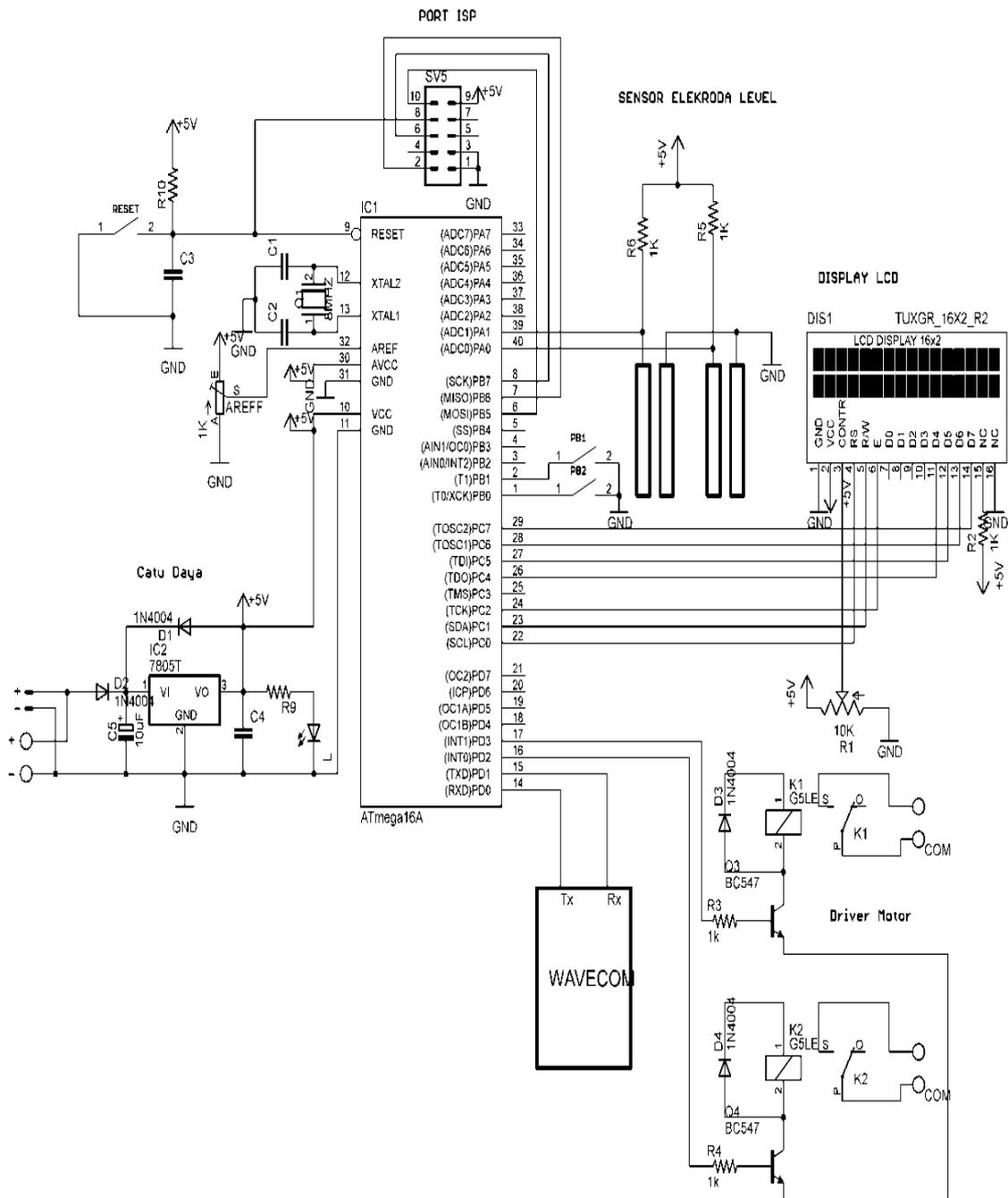


Gambar 2
Sensor elektroda level.

Sistem dirancang agar dapat bekerja melalui 2 model yaitu otomatis dan manual. User dapat memilih mode otomatis atau manual melalui Handphone, dengan cara mengirimkan SMS ke sistem dengan format SMS “#SYS_ON” untuk mengaktifkan sistem otomatis, dan “#SYS_OFF” untuk menonaktifkannya. Jika sistem menerima SMS yang tidak sesuai dengan format, maka sistem akan mengabaikannya.

Jika Sistem berada pada mode otomatis, maka proses otomatisasi irigasi akan dieksekusi. Pengirigasian air pun akan berjalan secara otomatis, dimana pompa air menyuplai air ke petak-petak sawah dari penampungan air atau langsung dari sungai. Saat petak sawah yang satu sudah terdeteksi oleh sensor irigasi sawah maka tandanya pengirigasian sawah sudah selesai dan motor air pun mati secara otomatis kemudian mikrokontroler akan melaporkan dengan cara mengirimkan SMS kepada user.

Gambar 3 adalah skematik rangkaian secara keseluruhan. Dari gambar tersebut dapat dilihat, bahwa sensor elektroda level dihubungkan ke sistem melalui port A, LCD dihubungkan melalui port C, driver motor dan wavecom dihubungkan melalui port D. Rangkaian catu daya digunakan untuk mensuplai kebutuhan tegangan ke seluruh sistem yang membutuhkan.



Gambar 3
Skema rangkaian lengkap

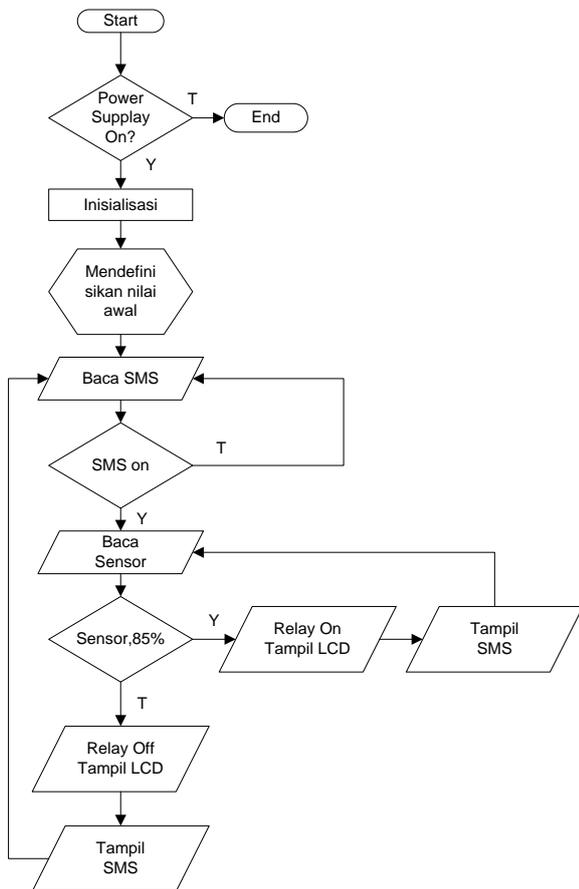
B. Rancangan Perangkat Lunak

Untuk membuat sistem dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan, maka dirancanglah sebuah program yang akan ditanamkan ke dalam IC mikrokontroler agar dapat dieksekusi oleh mikrokontroler untuk mengendalikan semua input dan output. Bahasa pemrograman yang digunakan oleh penulis adalah bahasa pemrograman C dan bahasa assembly dengan tools proteus dan codevision AVR.

CodeVision AVR adalah software yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler. Mulai dari penggunaan untuk kontrol sederhana seperti digital input/output, analog input sampai kontrol yang cukup kompleks. Sebuah mikrokontroler hanyalah sebuah IC biasa yang tidak dapat melakukan sesuatu apabila tidak berisi program oleh karena itu mikrokontroler dapat berfungsi jika telah diisi sebuah program, pengisian program ini dapat dilakukan menggunakan compiler yang

selanjutnya diprogram ke dalam mikrokontroler menggunakan fasilitas yang sudah di sediakan oleh program tersebut. Salah satu compiler program yang umum digunakan sekarang ini adalah Codevision AVR yang menggunakan bahasa pemrograman C. Keunggulan dari Codevision AVR dibandingkan compiler lain adalah adanya codewizard, yaitu sebuah fasilitas yang memudahkan pengguna dalam inialisasi mikrokontroler yang akan digunakan.

Gambar 4 adalah *flowchart* program yang dibuat oleh penulis pada perancangan perangkat lunak. Dari gambar 4 disimpulkan bahwa alat hanya bekerja jika tersedia sumber daya, menghentikan sistem dilakukan dengan memutus sumber daya. Inialisasi dilakukan terhadap port yang akan digunakan untuk mengendalikan input dan output sistem. Pendefinisian nilai awal digunakan untuk menentukan kondisi awal setiap output yang digunakan, yaitu LCD, relay, dan modem. Sistem hanya akan merespon SMS yang diterima sesuai dengan format, kemudian membaca kondisi sensor elektroda level yang mendeteksi ketinggian air. Jika ketinggian air kurang dari 85% maka relay akan aktif, dan jika ketinggian air lebih besar atau sama dengan 85% maka relay akan off. Fungsi relay adalah untuk mengaktifkan motor yang membuka dan menutup pipa irigasi.



Gambar 4
Flowchart program

C. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian yang terhadap sistem dilakukan baik pada perangkat keras maupun perangkat lunak. Pada pengujian perangkat lunak, penulis menggunakan tools proteus dan codevision. Sedangkan pengujian perangkat keras dilakukan setelah code program telah ditanamkan di dalam sistem.

Pengujian terhadap perangkat keras dikelompokkan ke dalam: pengujian catu daya, sistem minimum Atmega 8535, sensor elektroda level, LCD, modem dan relay. Tabel berikut menyajikan hasil pengujian perangkat keras yang telah dilakukan oleh penulis.

1. Pengujian Catu Daya.

Tabel 1 menyajikan hasil pengujian catu daya yang digunakan untuk mensuplay tegangan ke sistem. Hasil pengukuran menunjukkan hasil dengan nilai 7,79 volt, lebih besar + 0,9 volt dari perancangan yang diinginkan yaitu 7,7 volt. Untuk tegangan output regulator menunjukkan hasil dengan nilai 4,98 volt memiliki selisih 0,02 volt dari nilai yang diharapkan yaitu sebesar 5 volt. Tegangan supply pompa air yang berasal dari tegangan jala-jala menunjukkan hasil 199,1 Volt.

Tabel 1
Hasil Pengujian Catu Daya

No	Keterangan	Pengukuran-1	Pengukuran-2	Pengukuran-3
1.	Tegangan Power Supply	7,79Vdc	7,79Vdc	7,79 Vdc
2.	Tegangan Output Regulator (IC 7805)	4,98 Vdc	4,98 Vdc	4,98 Vdc

2. Pengujian sensor elektroda level

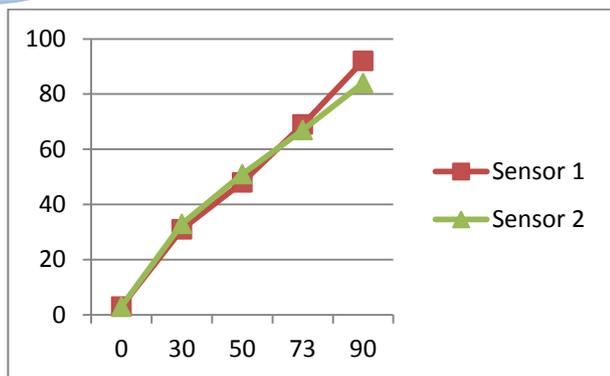
Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran yang dilakukan terhadap sensor elektroda level. Dari tabel tersebut didapat tegangan yang dihasilkan dari sensor elektroda level terhadap kondisi level air 0%, 30%, 50% 73% dan lebih besar dari 90%..

Tabel 2

Hasil Pengujian Sensor elektroda level

No	Keterangan (kondisi level air)	Sensor 1	Sensor 2
1.	0 %	2,7 mV	2,8 mV
2.	30 %	31,5 mV	33,2 mV
3.	50 %	47,8 mV	51,6 mV
4.	73 %	69,1 mV	67,2 mV
5.	> 90 %	92,6 mV	82,5 mV

Dari hasil pengukuran sensor tersebut dapat dibuat grafik antara output sensor dengan ketinggian level air. Hasil perbandingan pengujian sensor 1 dan sensor 2 secara keseluruhan disajikan pada gambar 5.



Gambar 5

Hasil perbandingan pengukuran sensor 1 dan sensor 2

3. Pengujian modem wavecom

Tabel 6 menunjukkan format SMS yang digunakan pada code program. Serta fungsi dari masing-masing format tersebut.

Tabel 3

Format SMS yang digunakan pada code program

No	Format SMS	Fungsi	Keterangan
1.	#SYS_ON	Untuk mengaktifkan semua sistem	Sistem irigasi sawah aktif secara otomatis di sawah A dan sawah B
2.	#ON_A	Hanya sawah A saja yang difungsikan	Sistem irigasi hanya bekerja di sawah A saja
3.	#ON_B	Hanya sawah B saja yang difungsikan	Sistem irigasi hanya bekerja di sawah B saja
4.	#S_OFF	Untuk mematikan sistem	Sistem irigasi dimatikan baik itu manual maupun otomatis

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap modem wavecom untuk setiap format SMS yang telah ditentukan pada code program.

Tabel 4

Hasil Pengujian Modem

No	Aktifasi	Respon sistem
1.	#SYS_ON	Saat level air <30 % memberikan laporan sms ke hp user dan mematikan sistem
		Saat level air >30 % dan <60% memberikan laporan sms dan mengaktifkan pompa air
		Saat level air >85 % memberikan laporan sms dan mematikan pompa air
2.	#ON_A	Sensor dan pompa air aktif di sawah A saja
3.	#ON_B	Sensor dan pompa air aktif di sawah B saja
4.	#S_OFF	Sensor, pompa air mati

4. Pengujian pada motor pompa air

Tabel 5 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap relay. Relay tersebut yang akan mengendalikan motor pompa air. Tabel 6 menunjukkan hasil pengukuran tegangan pompa aor ketika menyala

Tabel 5

Hasil Pengujian Relay yang mengendalikan motor ponpa air

No	Tindakan	Respon sistem
1.	Push button 1 ditekan	Relay1 On
2	Push button 2 ditekan	Relay2 On

Tabel 6

Hasil Pengukuran Tegangan Pompa Air

No	Keterangan	Pengukuran
1.	Pompa air 1	195,1 Vac
2	Pompa air 2	195,2 Vac

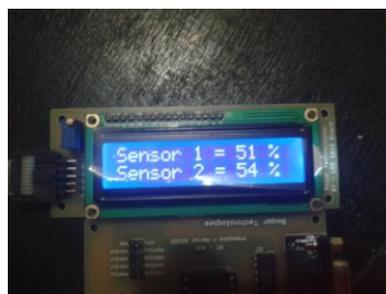
5. Pengujian Display LCD

Tabel 6 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap LCD. Pengujian dilakukan dengan mencatat tampilan pada LCD. Tampilan LCD merupakan konversi tegangan yang dihasilkan dari sensor elektroda level terhadap level ketinggian air. Gambar 6 adalah salah satu hasil tampilan LCD pada satu kondisi pengujian level air.

Tabel 7

Hasil Pengujian Display LCD

No	Aktifasi	Respon sistem
1.	Nyalakan power	LCD akan menampilkan tulisan informasi level air



Gambar 6

Tampilan LCD pada salah satu kondisi pengujian level ketinggian air.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil uji coba alat didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengukuran catu daya dapat disimpulkan rangkaian catu daya sudah memiliki keluaran tegangan sesuai yang diharapkan dimana untuk sumber sistem memiliki batas tegangan maksimal mencapai 12 volt

- sehingga untuk nilai tegangan yang lebih sebesar + 0,9 volt atau 7,79 volt dari hasil pengukuran sistem akan tetap bekerja dengan baik. Sedangkan untuk output regulator dan tegangan pompa air pun, keluaran tegangan sesuai dengan yang diharapkan. Rangkaian power supply dapat bekerja dengan baik dan memberikan tegangan ke sistem dengan semestinya.
2. Sensor elektroda level bekerja dengan baik pada pengujian level air 0%, 30%, 50%, 73%, 90% dan menghasilkan grafik linear antara output sensor dan level air .
 3. Saat level air <30 % sistem akan memberikan laporan SMS ke user dengan isi "level air dibawah 30 %, terdapat kejanggalan pada bak penampungan air atau pompa air" sehingga user dapat mengecek apakah bak penampungan dan pompa air terjadi masalah kemudian sistem akan mati secara otomatis untuk mencegah terjadi kerusakan lebih lanjut.
 4. Saat level air > 30 % dan < 60% Sistem akan memberikan laporan SMS "air dibawah 60% pompa air dinyalakan" dan mengaktifkan pompa air.
 5. Saat level air > 85% sistem memberikan laporan SMS "pompa air dimatikan level air sudah mencukupi" kemudian pompa air akan mati secara otomatis tetapi apabila pompa air tetap menyala dan sensor elektroda memberikan informasi mencapai >100% maka sistem akan mati secara otomatis dan akan memberikan peringatan ke hp user.
 6. Sistem dapat mengirimkan laporan SMS apabila ada pulsa pada kartu GSM yang sudah tertanam pada modem wavecom.
 7. User dapat mengirimkan SMS dari berbagai nomor telepon untuk mengaktifkan alat asalkan isi format sms tepat dan sesuai aturan.
 8. Hanya nomor telepon yang sudah didaftarkan ke sistem melalui program yang sudah ditanamkan ke ATmega8535 yang dapat menerima laporan SMS dari sistem.

REFERENSI

- [1] Efendi, Bachtiar. 2014. Dasar Mikrokontroler Atmega8535 Dengan CAVR. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- [2] Priyonugroho, Anton. 2014. Analisa Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang. Jurnal Teknik Sipil, Volume 2, No. 3, September 2014.
- [3] Sirait, Sudirman, Satyanto K. Saptomo, dan M. Yanuar J. Purwanto. 2015. Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Irigasi Pipa Lahan Sawah Berbasis Tenaga Surya. Jurnal Irigasi, Vol 10, No 1, Mei 2015.
- [4] Gozali, R. B. Moch. 2009. Desain Alat Penyiram Bibit Tanaman Menggunakan Mikrokontroler Atmega89C52 Dengan Melalui Sumber Energi Matahari. Gematika Jurnal Informatika, Volume II, Nomor 1, Desember 2019.
- [5] Andariesta, Dinda Thalia, Muhammad Fadhlika, Abdul Rajak, Nina Siti, dan Mitra Djamal. 2015. Sistem Irigasi Sederhana Menggunakan Sensor Kelembaban Untuk Otomatisasi dan Optimalisasi Pengairan Lahan. Prosiding SKF 2015. ISBN: 978-602-19655-9-7.