
**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ALAT PEMBERI MAKAN IKAN
OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S52**

Eri Haryanto

Staf Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra
Jl. Tentara Rakyat Mataram 55-57 Yogyakarta 55231, Telp/Fax. (0274)543676
E-Mail : eri@janabadra.ac.id

ABSTRACT

This study discusses how to build an automatic fish feeder machine based on microcontroller AT89S52. Machine or the tool will be able to work automatically according to the schedule specified by the user. So it will be very flexible which fish farmers will be able to set a schedule to feed the fish in accordance with the appropriate time. This tool was built with the aim to alleviate the fish farmers work to do with feeding the fish.

The design and manufacture of this instrument is a manifestation of the realization of the application of appropriate technologies that cheap that can be reached by the public. The hope is in line with current technological developments not only certain circles who can enjoy it, but the technology can be enjoyed and utilized by the entire community. This research was able to create a tool that can actually be implemented in the field.

Keywords : automation, microcontrollers, AT89S52, fish farmers, technology

PENDAHULUAN

Usaha budidaya ikan saat ini sangat menjanjikan hasilnya. Dalam kegiatan budidaya ikan banyak pekerjaan yang harus dilakukan, salah satunya yaitu pekerjaan pemberian makan ikan. Pemberian makan ikan pada umumnya dilakukan secara manual dengan menaburkan makanan ikan ke kolam dan pekerjaan ini dilakukan secara rutin setiap harinya.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi berpengaruh besar, baik yang berhubungan dengan rutinitas manusia secara langsung maupun rutinitas manusia secara tidak langsung. Teknologi berawal dari model sistem konvensional yang kemudian bergerak maju menuju sistem yang terotomatisasi. Alat-alat otomatis saat ini sebagian besar menggunakan mikrokontroler sebagai pengendalinya. Dengan mikrokontroler biaya implementasi teknologi dapat lebih ditekan, karena mikrokontroler meminimalisir akan penggunaan hardware dan software.

Aplikasi dari teknologi yang terotomatisasi juga dapat diterapkan pada kegiatan pembudidayaan ikan, teknologi dapat diterapkan pada pekerjaan yang bersifat rutinitas dan bekerja secara terus menerus. Pemberian makan ikan merupakan pekerjaan yang bersifat rutinitas, oleh karena itu dimungkinkan dibuat sebuah alat untuk

menggantikan pekerjaan pemberian makan ikan secara manual dengan alat yang bekerja secara otomatis. Dengan adanya alat otomatis tersebut dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam usaha budidaya ikan.

Untuk membatasi ruang lingkup pada penelitian ini maka diberikan batasan masalah, sebagai berikut :

1. Pengontrolan alat pemberi makan ikan menggunakan mikrokontroler AT89S52 yang merupakan keluarga mikrokontroler MCS-51.
2. Banyaknya makanan ikan yang ditaburkan sesuai dengan masukan dari pengguna.
3. Bahasa pemrograman menggunakan bahasa BASIC dengan menggunakan software BASCOM-8051 sebagai kompilator dan simulator.
4. Pemrograman mikrokontroler menggunakan *In-System Programming* (ISP) dengan menggunakan port *parallel* (DB-25) dalam *interfacing* dengan komputer.

Penelitian yang dilakukan bertujuan sebagai berikut:

1. Merancang suatu model alat yang bersifat alternatif berupa teknologi tepat guna untuk otomatisasi pemberian makan pada budidaya ikan.

2. Untuk mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang diperoleh dari perkuliahan untuk diimplementasikan.
3. Membuat dan mengetahui aplikasi pemrograman berbasis mikrokontroler AT89S52.

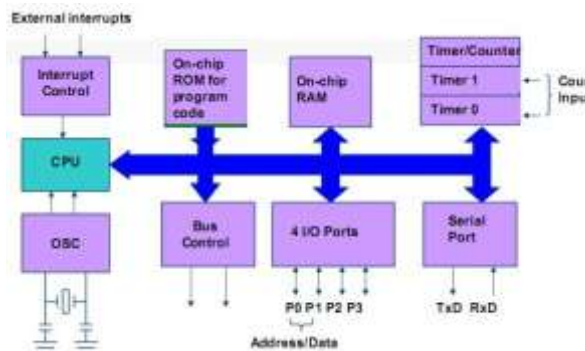
Mikrokontroler

Dalam membuat alat otomatis digunakan mikrokontroler di dalam sistemnya, mikrokontroler berfungsi sebagai pengendali utama yang mengatur jalannya sistem.

Mikrokontroler adalah sebuah sistem mikroprosesor lengkap yang di dalamnya terdapat CPU, RAM, dan Flash memori yang terkandung di dalam sebuah chip yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara yang khusus. Mikrokontroler banyak digunakan untuk berbagai aplikasi kendali maupun otomasi.



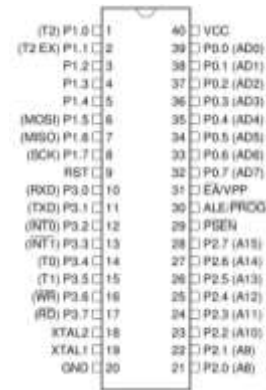
Gambar 1. Isi Chip Mikrokontroler



Gambar 2. Diagram Blok Mikrokontroler

Mikrokontroler AT89S52

AT89S52 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan dari standar 8051 oleh Intel Corporation. Mikrokontroler ini dirancang dengan teknologi CMOS dan memori non-volatile dari Atmel dengan memori program internal (*memory flash*) sebesar 8 KB yang bisa diprogram dalam sistem ISP.



Gambar 3. Konfigurasi PIN AT89S52

Mikrokontroler AT89S52 mempunyai 40 pin dengan catu daya tunggal 5 Volt. Ke-40 pin tersebut digambarkan seperti gambar 3 di atas.

Bahasa BASIC Menggunakan BASCOM-8051

BASCOM-8051 adalah program BASIC Compiler berbasis Windows untuk Mikrokontroler keluarga 8051 seperti AT89C51, AT89C2051, dan yang lainnya.

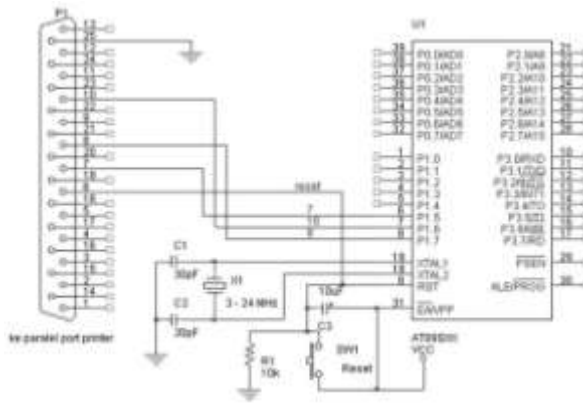
BASCOM merupakan pemrograman dengan bahasa tingkat tinggi BASIC yang dikembangkan dan dikeluarkan oleh MCS Elektronik. Dengan menggunakan bahasa pemrograman tingkat tinggi programmer akan lebih mudah dalam membuat instruksi pada mikrokontroler dibandingkan menggunakan bahasa tingkat rendah yaitu bahasa assembly.

Kelebihan menggunakan compiler atau IDE BASCOM-8051 yaitu disediakannya realtime simulator, jadi programmer akan melihat simulasi dari hasil kode program yang telah di-compile.

Perangkat Keras Downloader

Perangkat keras (*hardware*) *downloader* akan dibutuhkan untuk proses penulisan program yang telah dibuat untuk dituliskan ke dalam *flash memory*. Perangkat keras ini terdiri dari rangkaian sistem minimum mikrokontroler yang dikonfigurasi sebagai *downloader*, yaitu dengan menyambungkan pin MISO, MOSI, SCK, dan reset ke PC komputer. Dalam *interfacing* dengan komputer digunakan *port parallel* (DB-25).

Skema rangkaian *downloader* sebagai berikut:



Gambar 4. Perangkat Keras Downloader untuk Mikrokontroler AT89Sxx

Perangkat Lunak Downloader (AT89S Programmer)

Dalam proses *download* program ke dalam mikrokontroler, yang dikirimkan dari PC ke mikrokontroler adalah kode program yang telah di-*compile* dalam bentuk Hexa.

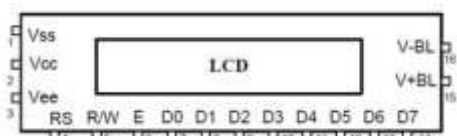
Untuk mengirimkan bilangan - bilangan heksadesimal ini ke Mikrokontroler dalam penelitian ini digunakan software “AT89S PC Based Programmer V3.0”.



Gambar 5. ISP – Flash Programmer

LCD Modul

LCD merupakan penampil yang digunakan untuk memberikan informasi bagi pengguna alat. LCD ada yang mempunyai satu baris dan ada yang dua baris, LCD satu baris disebut LCD 1x16 dan LCD dua baris biasa disebut LCD 2x16, 16 menunjukkan banyaknya karakter yang dapat ditampilkan dalam setiap baris.



Gambar 6. Konfigurasi Pin LCD

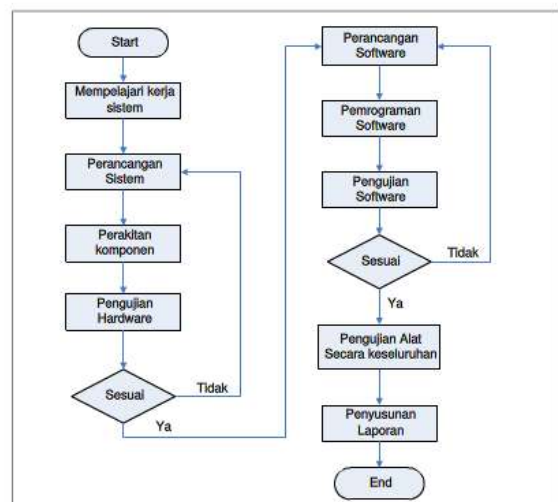
METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa metode diantaranya sebagai berikut:

1. Metode Pustaka, digunakan sebagai sumber teori dan landasan dalam penelitian, serta sebagai acuan dalam penyusunan laporan penelitian.
2. Metode Interview, digunakan sebagai sumber referensi yang dilakukan dengan cara wawancara dan tanya jawab.
3. Metode Observasi (Pengamatan), dalam pengumpulan data ini penulis menggunakan metode observasi terhadap aplikasi peralatan tersebut untuk menentukan karakteristik dari alat yang dirancang.
4. Metode Perancangan, digunakan untuk membuat rancangan sistem yang digunakan sebagai objek penelitian yang dilakukan sampai pada hasil penelitian yang diharapkan.
5. Implementasi dan Analisis, digunakan untuk mengimplementasikan hasil perancangan alat yang telah dibangun dan dilakukan uji coba serta analisis terhadap kinerja alat.

PERANCANGAN SISTEM

Perancangan alat terdiri dari dua tahap, perancangan pada bagian hardware dan software.



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

Perancangan Perangkat Keras

Tahap perancangan diawali dengan melakukan perancangan perangkat keras (*Hardware*), perancangan wajib dilakukan

untuk menerapkan konsep pembuatan alat yang dibuat.

Komputer

Dalam perancangan perangkat keras alat dibutuhkan seperangkat komputer sebagai pendukung, dengan spesifikasi:

- Processor Intel Pentium IV 2,00 Ghz
- RAM (Random Access Memory) 512 MB
- Onboard VGA (Video Graphic Adapter) 128 MB
- Piranti masukan *mouse* dan *keyboard*
- Piranti keluaran berupa monitor CRT 14"

Mikrokontroler AT89S52

Jenis mikrokontroler yang dipilih dalam perancangan alat pemberi makan ikan otomatis ini adalah mikrokontroler AT89S52, yang merupakan mikrokontroler keluarga MCS-51 yang diproduksi oleh ATMEL. Jenis mikrokontroler ini dipilih karena mikrokontroler AT89S52 memiliki 32 buah Port I/O yang sangat memadai untuk *interfacing* dengan LCD, input tombol, serta output ke driver motor.

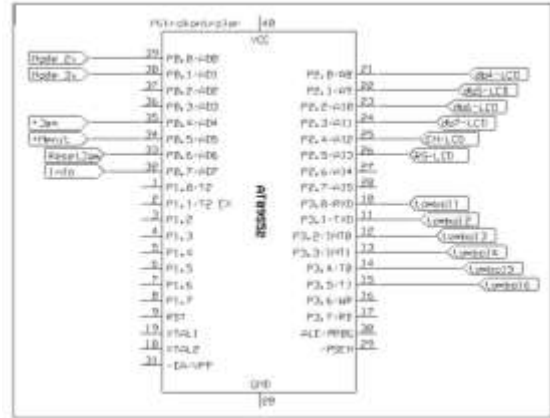
- Port Mikrokontroler

Tabel 1. Konfigurasi Port

Port Mikrokontroler	Interfacing	Jenis
P 0.0	Tombol pilih mode 2X	Input
P 0.1	Tombol pilih mode 3X	Input
P 0.4	Tombol set jam	Input
P 0.5	Tombol set menit	Input
P 0.6	Tombol reset timer	Input
P 0.7	Tombol tampil info	Input
P 1.3	Driver motor	Output
P 3.0	Tombol1	Input
P 3.1	Tombol2	Input
P 3.2	Tombol3	Input
P 3.3	Tombol4	Input
P 3.4	Tombol5	Input
P 3.5	Tombol6	Input
P 2.0	Port DB-4 LCD	I/O
P 2.1	Port DB-5 LCD	I/O
P 2.2	Port DB-6 LCD	I/O
P 2.3	Port DB-7 LCD	I/O
P 2.5	Port RS LCD	I/O
P 2.4	Port EN LCD	I/O

Dari *interfacing* port inilah mikrokontroler dapat mengontrol komponen lain yang terhubung ke dalamnya baik itu berupa masukan atau keluaran. Dalam hal ini

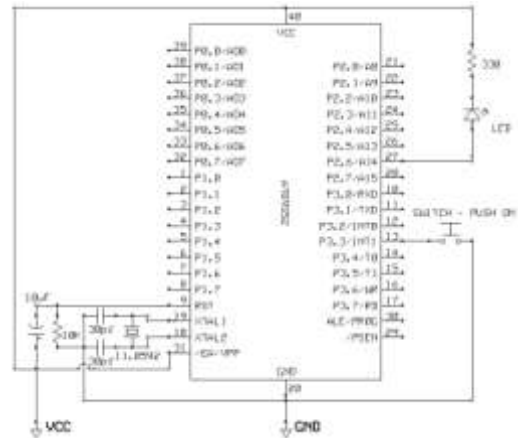
interfacing tombol input berupa *interfacing* yang bersifat masukan, *interfacing* dengan driver motor berupa keluaran, dan *interfacing* dengan Modul LCD berupa masukan dan keluaran.



Gambar 8. Skema Rangkaian Interfacing Mikrokontroler

- Sistem Minimum

Untuk dapat bekerja mikrokontroler membutuhkan dukungan dari beberapa komponen lain dan membentuk sebuah sistem minimum. Sistem minimum terdiri dari sebuah rangkaian pembangkit clock internal dan sebuah rangkaian reset.

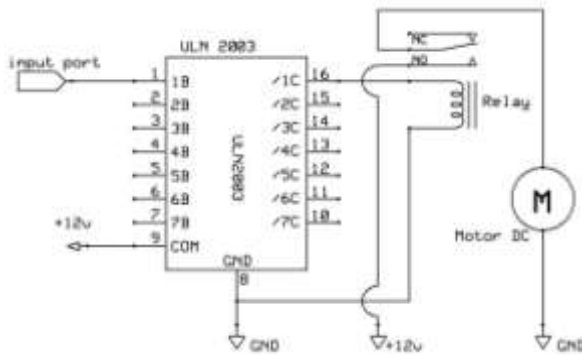


Gambar 9. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler

Driver Motor

Driver motor digunakan agar beban luar tidak membebani arus kerja mikrokontroler, tegangan yang digunakan oleh motor DC yaitu 12V sedangkan tegangan kerja mikrokontroler 5V. Maka untuk solusinya digunakan *driver motor* yang berupa sebuah IC ULN2003. IC jenis ini

merupakan IC penggerak untuk beban-beban induksi seperti motor, relay, dan lain-lain.

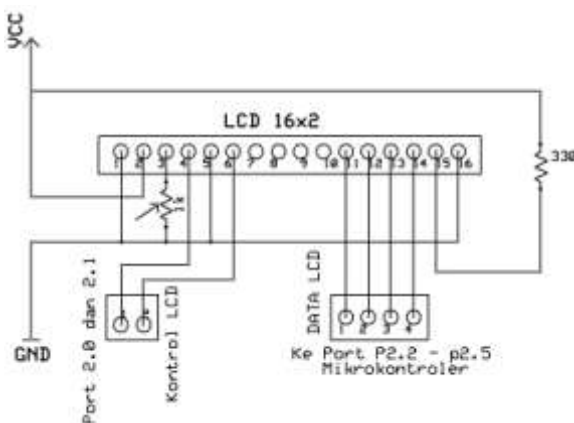


Gambar 10. Rangkaian Driver Motor

IC ULN2003 digunakan sebagai *bridge* yang akan mengalirkan arus dengan menunggu adanya inputan sinyal *high* dari *output* mikrokontroler. IC ULN2003 merupakan IC yang didalamnya tersusun beberapa transistor yang dikonfigurasi secara *darlington*. Ketika ada sinyal output (*trigger*) dari mikrokontroler IC ULN 2003 akan mengalirkan arus langsung dari power supply.

LCD Modul

LCD (*Liquid Crystal Display*) digunakan sebagai penampil informasi. LCD yang digunakan adalah LCD 16 x 2. Jenis ini dipilih karena dinilai cukup untuk menampilkan informasi hasil keluaran dari mikrokontroler yang berupa tampilan informasi pilihan menu dan informasi *realtime clock*.



Gambar 11. Interfacing pin LCD dengan Port Mikrokontroler

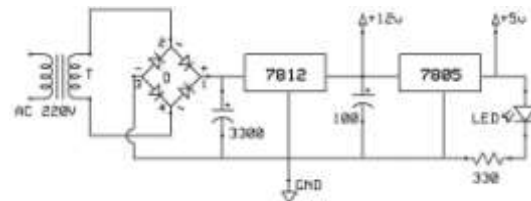
Pin RS pada LCD terhubung dengan P2.0, dimana pin ini berfungsi sebagai register data atau register perintah ke LCD maupun

dari LCD. Dimana register data adalah data yang akan ditampilkan dari mikrokontroler, sedangkan register perintah adalah perintah mikrokontroler untuk mengkondisikan LCD. Untuk pin E pada LCD terhubung dengan pin P2.1 mikrokontroler, digunakan sebagai pemberi *clock*.

Rangkaian Power Supply

Rangkaian *power supply* berfungsi sebagai pencatu daya untuk semua rangkaian pada sistem, sedangkan regulator berfungsi untuk meredakan atau mengatur tegangan.

Perangkat elektronika umumnya menggunakan input arus searah DC (*direct current*) yang stabil.

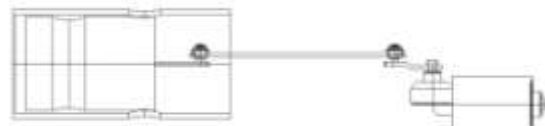


Gambar 12. Rangkaian Power Supply

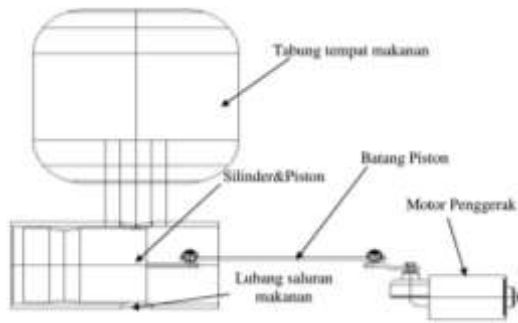
Rangkaian ini membutuhkan arus *input* AC 220 Volt dan akan menghasilkan arus *output* (keluaran) sebesar DC 12 Volt dan 5 Volt. Arus 12 Volt digunakan untuk menggerakkan motor dan relai dan arus 5 volt digunakan pada rangkaian untuk sumber tegangan TTL (*Transistor-transistor Logic*), terutama digunakan sebagai arus kerja dari mikrokontroler. Pada rangkaian ini digunakan regulator tegangan 12 Volt yaitu LM-7812 dan regulator tegangan 5 Volt yaitu LM-7805.

Mekanik Penabur Makanan Ikan

Dalam perancangan dan pembuatan alat pemberi makan ikan otomatis, membutuhkan suatu mekanik alat yang harus dirancang yang nantinya digunakan untuk menaburkan makanan ke kolam.



Gambar 13. Konstruksi Mekanik Alat Pemberi Makan Ikan (tampak samping)

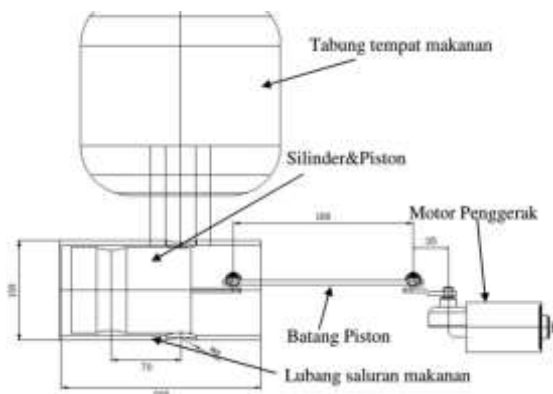


Gambar 14. Konstruksi Mekanik Alat Pemberi Makan Ikan dengan Tabung (tampak samping)

Mekanik alat pemberi makan ikan otomatis terdiri dari beberapa komponen, yaitu motor penggerak, batang piston, piston, silinder, serta tabung tempat penampung makanan.

Konsep rancangan mekanik alat:

- Proses penaburan makanan ke kolam yaitu ketika motor penggerak memutarakan batang piston. Langkah memutar dari motor akan diubah menjadi langkah maju mundur secara horizontal oleh batang piston.
- Bergeraknya piston maju dan mundur akan juga membuka dan menutup lubang saluran makanan dari tabung penampung makanan.
- Saat lubang saluran makanan membuka, makanan yang ada di tabung penampung makanan akan ditaburkan keluar.
- Proses membuka dan menutup akan berlangsung pada periodik waktu tertentu sesuai dengan takaran jumlah makanan yang harus ditaburkan dan berdasarkan intensitas jumlah makanan yang diinputkan oleh pengguna.



Gambar 15. Detail Ukuran Rancangan Mekanik Alat Pemberi Makan Ikan



Gambar 16. Tampak tiga dimensi



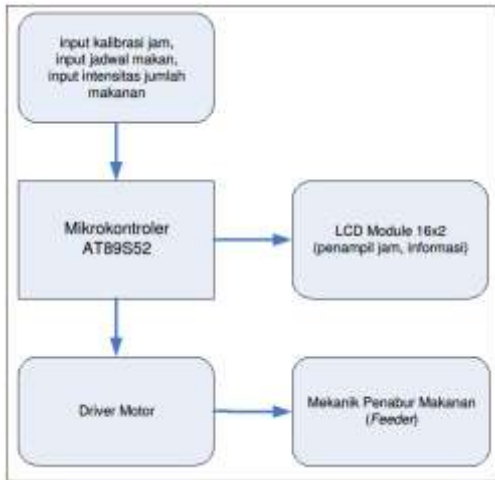
Gambar 17. Tampak tiga dimensi Tanpa Tabung Tempat Makanan

Komponen-komponen pada mekanik:

- Motor Penggerak
- Batang Piston
- Piston
- Silinder
- Tabung Penampung Makanan

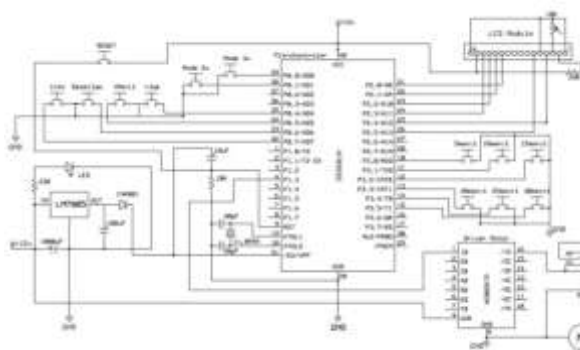
Bagan Alir Perangkat Keras

Dalam bagan alir sistem perangkat keras terdiri atas lima komponen, yaitu mikrokontroler, driver motor, LCD Modul, panel input (meliputi: input kalibrasi jam, input jadwal makan, input intensitas jumlah makanan), dan mekanik penabur makanan. Bagan alir sistem perangkat keras dapat dilihat pada gambar 18, sebagai berikut :



Gambar 18. Bagan alir Perangkat Keras

Rangkaian Keseluruhan Sistem



Gambar 19. Rangkaian Keseluruhan

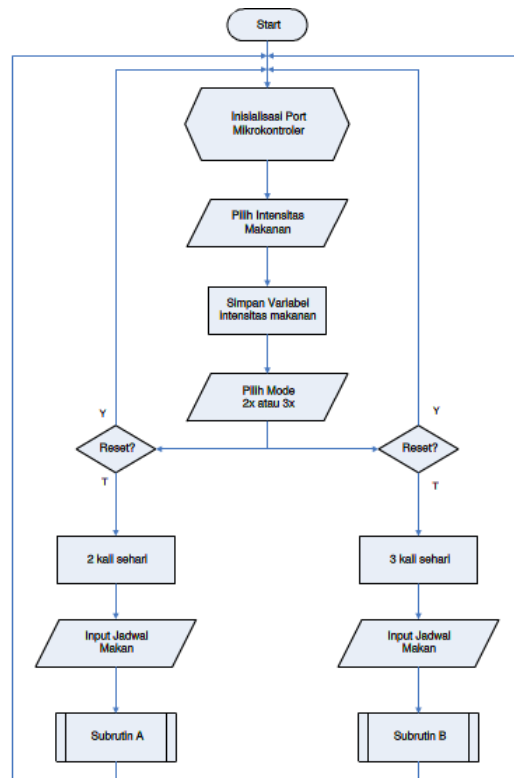
Perancangan Perangkat Lunak

Dalam membangun alat pemberi makan ikan otomatis dibutuhkan program perangkat lunak (*Software*) untuk mengendalikan dan mengontrol jalannya sistem. Program ini berisi berbagai rutin untuk dapat menjalankan alat, rutin-rutin tersebut antara lain rutin realtime clock, rutin jadwal waktu makan, rutin pengaturan jam, rutin pengatur intensitas makanan yang ditaburkan, serta rutin pengirim sinyal ke driver motor. Secara umum cara kerja dari sistem dapat digambarkan sebagai berikut:

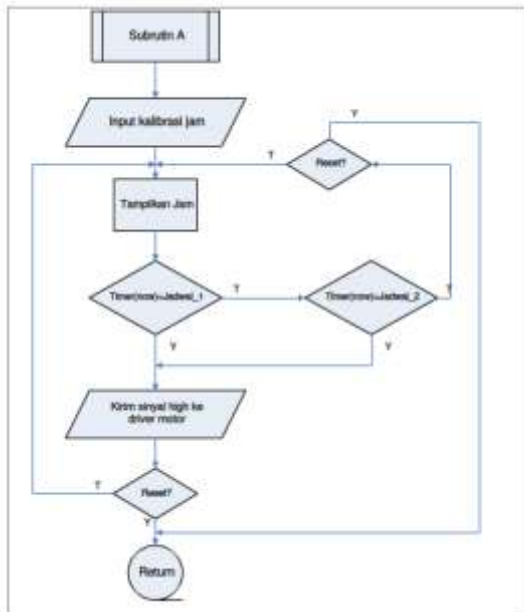
1. Cara kerja berdasarkan pewaktuan sehingga awal dari program adalah setting realtime clock dan penampilan jam pada layar LCD.
2. Kemudian mikrokontroler akan membaca masukan jadwal makan ikan dan masukan intensitas banyaknya makanan.
3. Mikrokontroler akan membaca timer dari Realtime Clock tersebut untuk selanjutnya membandingkan dengan jadwal kerja

(jam makan ikan) dari sistem, jadwal kerja sistem ini yang merupakan jam waktu makan ikan.

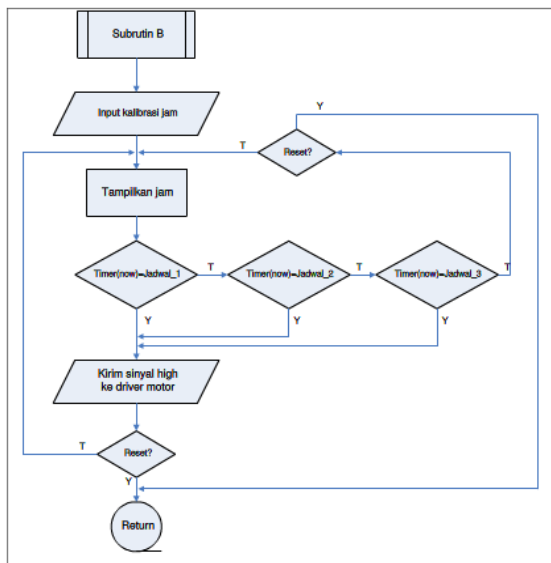
4. Bila salah satu jadwal terpenuhi maka mikrokontroler akan mengerjakan instruksi yang telah dideklarasikan pada rutin program dan akan mengirimkan sinyal aktif ke port keluaran untuk selanjutnya meneruskan sinyal tersebut ke rangkaian driver motor.
5. Sistem menggunakan dua mode pilihan jadwal pemberian makan, yaitu mode jadwal dua kali sehari dan tiga kali sehari.



Gambar 20. Diagram Alir Alat Pemberi Makan Ikan



Gambar 21. Diagram Alir Subrutin Jadwal Makan 2x Sehari



Gambar 22. Diagram Alir Subrutin Jadwal Makan 3x Sehari

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat pemberi makan ikan otomatis ini, sebelum dirakit menjadi kesatuan rangkaian, terlebih dahulu diuji. Setelah dilakukan pengujian bagian tadi kemudian dirakit dan dirangkai menjadi kesatuan rangkaian dan sekaligus juga diintegrasikan dengan perangkat lunak dengan mendownload program ke dalam pengendali utama, yaitu mikrokontroler.

Dari hasil pengujian alat secara bagian perbagian maupun pengujian alat secara utuh.

Pengujian Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AT89S52

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui masukan dan keluaran pin mikrokontroler bekerja dengan baik.

Pengujian pin keluaran yaitu dengan menyambungkan LED (*Light Emitting Diode*) pada port mikrokontroler dan sebuah switch push-on. Push button berguna untuk menguji masukan dan menyalakan LED pada port lainnya. Hasilnya push button dapat menyalakan LED.

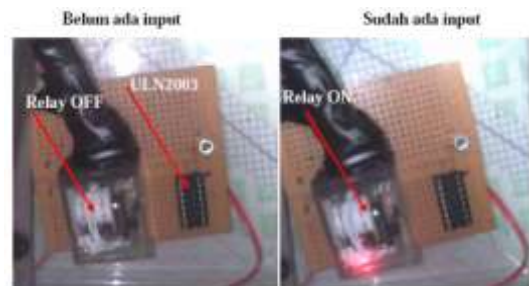
Dari percobaan tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem minimum berfungsi dengan baik.



Gambar 23. Pengujian Sistem Minimum

Pengujian Rangkaian Driver Motor

Dari hasil pengujian yang dilakukan didapat data bahwa untuk nilai masukan *high*, relay bekerja, sementara untuk nilai masukan *low* relay tidak bekerja, dan ini dapat disimpulkan bahwa rangkaian penggerak motor ini dapat bekerja dengan baik.



Gambar 24. Hasil Pengujian *driver motor* untuk menggerakkan relay

Pengujian LCD Modul

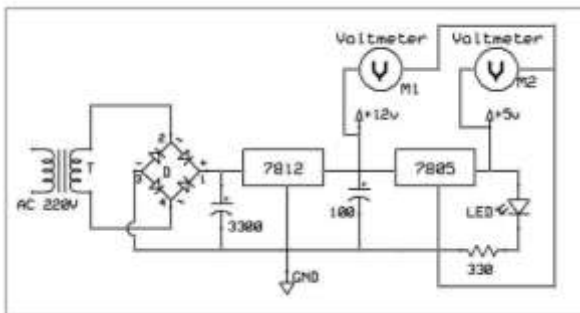
LCD Modul merupakan komponen yang akan menampilkan informasi yang berupa karakter yang dikirimkan oleh mikrokontroler. Jenis yang digunakan LCD 16x2, yang berarti pada LCD ini dapat menampilkan 16 karakter pada setiap baris dan dapat menampilkan karakter sebanyak dua baris. LCD 16x2 terdiri dari 16 pin yang punya fungsi masing-masing. LCD Modul dikonfigurasi untuk berjalan secara 4 bit, hanya menggunakan pin DB4 – DB7.



Gambar 25. Hasil Pengujian LCD untuk Menulis Karakter

Pengujian Power Supply

Pengujian rangkaian power supply (catu daya) dilakukan dengan menggunakan voltmeter yang dipasang pada keluarannya, berikut ini adalah skema pengujian rangkaian catu daya.



Gambar 26. Rangkaian Catu Daya

Dari hasil pengujian rangkaian catu daya diperoleh data untuk M1 didapat tegangan sebesar 12 Volt, untuk M2 didapat tegangan sebesar 5 Volt. Tegangan pada M1 dan M2 memang berbeda, tegangan 12 Volt nantinya dibutuhkan untuk menggerakkan driver motor dan relai sedangkan tegangan 5 Volt akan digunakan untuk tegangan kerja sistem mikrokontroler.

Pengujian Mekanik

Mekanik alat pemberi makan ikan otomatis terdiri dari beberapa komponen. Konstruksi dari mekanik digunakan untuk menaburkan makanan ikan dari tabung penampung makanan ke kolam.

Proses penaburan makanan ke kolam yaitu ketika motor penggerak memutar batang piston kemudian langkah memutar dari motor akan diubah menjadi langkah maju mundur secara horizontal oleh batang piston. Dengan bergeraknya piston maju dan mundur akan juga membuka dan menutup lubang saluran makanan dari tabung penampung makanan.

Lubang saluran makanan pada mekanik dibuat dengan diameter 3 centimeter, jadi besarnya ukuran makanan ikan (pelet) yang dapat digunakan terbatas pada diameter saluran makanan.

KESIMPULAN

Dalam penelitian yang dilakukan penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Dengan adanya alat pemberi makan ikan secara otomatis, akan lebih meringankan pekerjaan pembudidaya ikan dalam hal pemberian makan. Jadi waktu yang tadinya diluangkan untuk pemberian makan ikan dapat digantikan untuk pekerjaan yang lain seperti perencanaan marketing hasil budidaya ikan, perluasan ruang lingkup usaha, dan lain sebagainya.
2. Dalam perancangan dan pembuatan alat pemberi makan ikan otomatis diawali dengan tahap perancangan sistem, kemudian dilakukan perakitan komponen yang selanjutnya komponen yang telah dirakit dilakukan pengujian. Tahap selanjutnya yaitu perancangan *software*, dimulai dari pemrograman *software* yang kemudian dilakukan pengujian *software*. Tahap terakhir dari pembuatan alat yaitu melakukan pengujian alat secara keseluruhan.
3. Program pengendali alat pemberi makan ikan otomatis dibuat menggunakan bahasa pemrograman BASIC, program terdiri dari beberapa subrutin program yang membentuk sebuah sistem. Subrutin pada program antara lain rutin *realtime clock*, rutin jadwal waktu makan ikan, rutin

- pengaturan jam, rutin pengatur intensitas makanan yang ditaburkan, dan rutin pengirim sinyal ke *driver motor*. Program yang dibuat dilakukan proses *compile* dengan menggunakan *software* BASCOM-8051. Proses *compile* akan menerjemahkan program dalam bahasa BASIC ke dalam bahasa mesin, bahasa hasil *compile* inilah yang nantinya dimasukkan ke dalam memori EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Memory*) mikrokontroler.
4. Kerja alat adalah ketika jadwal waktu makan sesuai dengan waktu sekarang pada sistem, sistem akan memutar *motor* untuk menggerakkan silinder maju dan mundur. Saat langkah maju dan mundur silinder inilah yang juga akan membuka dan menutupkan lubang saluran makanan dari penampungan makanan untuk menaburkan makanan ikan.
 5. Jadwal waktu makan ikan dapat ditentukan oleh pengguna sehingga apabila alat dipasangkan pada tempat budidaya yang berbeda karakteristik pemberian makan ikan dapat diatur sesuai dengan kondisi tempat budidaya ikan tersebut.
 6. Intensitas jumlah makanan ditentukan oleh pengguna dengan memasukkan lama durasi penaburan makanan.
 7. Mekanik alat pemberi makan ikan otomatis dirancang untuk selalu menutup lubang saluran makanan saat *motor* berhenti berputar, sehingga kondisi terbukanya saluran makanan saat *motor* berhenti berputar tidak akan terjadi.
- Atmel, **Flash Microcontroller: Architecture Overview**, <http://www.atmel.com>, diakses Agustus 2010.
- Nurifi, Fajriyah, 2010, **Sistem engendalian Akuarium Secara Otomatis Berbasis SMS**, UPN "veteran" Jawa Timur.
- Putra, gfianto Eko, 2006, **Belajar Mikrokontroler AT89c51/52/53: Teori dan Aplikasi Edisi 2**, Penerbit Gavamedia, Yogyakarta.
- Supriadi, Muhammad, 2005, **Pemrograman IC PI 8255 : Menggunakan Delphi**, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Suyadhi, Taufiq Dwi Septian, 2008, **Build Your Own Line Follower Robot**, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Tanenbaum, Andrew S, 1990, **Structured Computer Organization**, Prentice-Hall Inc, USA.
- Usman, 2008, **Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89S52**, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Wahyudin, Didin, 2007, **Belajar Mudah Mikrokontroler AT89s52 dengan Bahasa BASIC Menggunakan BASCOM - 8051**, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Wardhana, Lingga, 2006, **Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 : Simulasi, Hardware, dan Aplikasi**, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Yudhistira, Sulung Arga. 2010. **Alat Pemberi Pakan Ikan Otomatis**, Yogyakarta, UMY.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, **Downloader Mikrokontroler AT89S51/52**, <http://bram-iy.web.ugm.ac.id/?p=18>, diakses April 2011.
- Anonim, **Ensiklopedia Relai**, <http://id.wikipedia.org/wiki/Relai>, diakses Mei 2011.
- Anonim, **Datasheet LCD 16x2**, www.topwaydisplay.com, diakses Nopember 2010.
- Anonim, **Datasheet ULN 2003**, <http://www.datasheetcatalog.org>, diakses Mei 2011.