

RANCANG BANGUN ALAT POMPA SYRINGE BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA 8535

Fivit Marwita ¹, Biyan Yudha Wibisono ²
Teknik Elektro S1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional
Jl.Moh. Kahfi II, Bumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12630
E-mail : pipitsalman@istn.ac.id , wibisonobiy@gmail.com

ABSTRAK

Perancangan dan realisasi Rancang Bangun Alat Pompa Syringe Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk memasukkan/menyuntikan cairan obat kedalam tubuh pasien secara bertahap secara otomatis sesuai dengan dosis yang diberikan. Secara garis besar alat ini terbagi menjadi beberapa rangkaian untuk dapat memasukkan/menyuntikan cairan kedalam tubuh pasien yaitu Rangkaian Power Supply, Rangkaian LCD, Rangkaian Mikrokontroler ATmega 8535, Rangkaian Sensor Terpasang, Rangkaian Syringe Size, Rangkaian Driver Motor dan Rangkaian Delivery Limit. Untuk mewujudkan alat tersebut, maka dilakukanlah perencanaan, perancangan, percobaan dan analisa pengujian data. Berdasarkan hasil pengujian dan analisa data yang dilakukan, didapatkan nilai persentasi keakurasian pengukuran sebesar 96,21%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat ini dapat bekerja sesuai perencanaan..

Kata Kunci : Mikrokontroler Atmega 8535, pompa syringe, syringe.

ABSTRACT

The Syringe Pump is electromedical equipment which serves to inject the liquid into the patient's body gradually, bit by bit according to the given dose. Syringe Pump using the system of rotation of the motor as the catalyst of his mechanics, the motor used is a stepper motor. Generally, that is set on the syringe pump is simply the speed of motor to deliver the liquid medicine in milliliter/hour. Which is the rate of Speed Control Fluid 1ml/h - 100 ml/h (multiples of 1), Syringe Sensors, Nearly Empty Sensor, Sensors Delivery Limit, Alarm and Battery. The author tried to make a modeling Syringe Pump by using components that are easily found in the market. Power Supply + 18VDC, 12VDC + 5VDC + & as main source of voltage, Battery 12V 4000mAh as backup source voltage, Mikrokontroler ATmega 8535 as central control, IC L293D as Stepper Motor Controller, and LCD 16x4 as main display

Keywords : Mikrokontroler Atmega 8535, syringe. syringe pump.

I. 1. Latar Belakang

Rumah Sakit sebagai sarana penunjang kesehatan memang banyak menggunakan teknologi – teknologi yang sedang berkembang saat ini. Termasuk teknologi di bidang peralatan kesehatan, baik itu dari segi elektronika, casing, display dan software nya. Peralatan kesehatan yang berada di rumah sakit diharapkan mempunyai kemampuan yang optimal. Baik itu dalam tingkat keakurasian yang tinggi, kualitas hasil yang baik, cepat dan efisien. Karena akan sangat membantu memberikan pelayanan yang baik terhadap pasien, sehingga mutu pelayanan rumah sakit dapat terpenuhi. Pemakaian alat kesehatan yang bersifat manual sekarang telah mulai di gantikan dengan peralatan yang bersifat otomatis, sehingga kemudahan dalam tindakan medis dapat terpenuhi.

Pendorong syringe merupakan salah satu alat kesehatan yang digunakan untuk memasukkan / menyuntikan cairan obat kedalam tubuh pasien secara bertahap/berkala sedikit demi sedikit secara otomatis sesuai dengan dosis yang diberikan. Pada umumnya alat yang ada terutama di rumah sakit daerah tidak

memiliki indikator bahwa cairan yang masuk ke pasien akan habis dan tidak memiliki cadangan battery. Oleh karena itu alat ini memiliki keakurasian dan ketepatan yang cukup tinggi dan tentu ada unsur safety nya. Pengaturan kecepatan laju cairan tersebut diatur dari kecepatan motor yang mendorong mekanik.

Bila dilihat dari fungsinya maka bisa dikategorikan pompa syringe merupakan salah satu alat kesehatan yang sangat dibutuhkan oleh rumah sakit terutama diruang ICU dan tergolong alat life support. Sehingga banyak perusahaan yang memproduksi serta memasarkan ke rumah sakit. Oleh karena itu perlu dirancang alat pompa syringe dengan komponen dan biaya yang terbatas yang tetap mengutamakan keakurasian dan ketepatan sebagaimana alat aslinya.

I. 2. Pokok Masalah

Adapun pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah merancang dan membuat alat pompa syringe untuk memasukkan/menyuntikan cairan obat kedalam tubuh pasien secara bertahap/berkala sedikit demi sedikit secara otomatis sesuai dengan dosis yang diberikan sehingga dengan demikian yang menjadi pokok permasalahan pada penelitian ini adalah;

- 1) Apakah modul pompa syringe yang dibuat dengan mikrokontroller ATMEGA 8535 sebagai pusat kendali dapat beroperasi dengan semestinya.
- 2) Apakah indikator bahwa cairan sudah akan habis dan habis pada proses memasukkan cairan berfungsi dengan baik.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan penelitian ini, perlu adanya batasan masalah pada pembuatan alat pompa syringe yaitu:

1.3.1 Membuat rancang bangun pompa syringe yang dilengkapi dengan:

- 1) Sensor Syringe
- 2) Sensor Nearly Empty dan Delivery Limit
- 3) Power Backup cadangan (Battery)
- 4) Indikator Alarm

1.3.2 Pengaturan laju kecepatan cairan yang akan diuji:

- 1) 10ml/jam
- 2) 50ml/jam
- 3) 100ml/jam

1.3.3 Hanya menggunakan syringe size 20ml.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada pembuatan alat pompa syringe dibutuhkan teori dasar yang mengacu pada penulisan penelitian dan pembuatan alat pompa syringe, maka akan dijelaskan teori- teori dasar yang menjadi acuan untuk penulisan penelitian dan pembuatan alat pompa syringe.

2.2. Pompa Syringe

Alat pompa syringe merupakan peralatan medis yang digunakan untuk memberikan cairan ke dalam tubuh pasien melalui suntikan dengan menggunakan sistem perputaran motor sebagai pendorongnya. Pada umumnya yang diatur pada alat pompa syringe hanyalah jumlah cairan obat dalam satuan milliliter/jam.

Tekanan cairan yang masuk ke dalam tubuh pasien diatur oleh kecepatan motor, apabila terlalu tinggi tekanannya maka akan mengakibatkan pembuluh darah pecah dan apabila terlalu rendah dari kecepatan aliran maka akan mengakibatkan darah di dalam tubuh mengalir keluar. Oleh karena itu kecepatan motor diatur sedemikian rupa agar tekanan yang dihasilkan mendekati tekanan aliran darah yang ada di dalam tubuh.

Cairan biasanya di berikan melalui pembuluh darah vena yang pada umumnya bertekanan 12-24 mmHg sehingga dengan tekanan syringe yang tidak

terlalu besar dari nilai tersebut, cairan dapat mengikuti aliran darah yang berada pada pembuluh darah vena. Akan tetapi apabila pemberian cairan di lakukan melalui pembuluh darah arteri yang bertekanan sekitar 130 mmHg maka di perlukan tekanan syringe yang sangat tinggi dari nilai tersebut agar cairan bisa dilewatkan

Adanya keterbatasan kecepatan aliran darah pada pembuluh darah yang diijinkan, maka tekanan pendorong syringe yang diperbolehkan untuk mendorong cairan ke pembuluh darah harus dibawah batas maksimum yaitu 300 mmHg. Apabila melebihi tekanan 300 mmHg, maka akan mengakibatkan rusaknya pembuluh darah dan aliran darah melebihi kecepatan normal, dimana kejadian seperti ini akan membahayakan pasien.

2.3 Mikrokontroler ATMEGA 8535

Mikrokontroler merupakan sebuah general purpose device, tetapi hanya difungsikan untuk membaca data, melakukan kalkulasi terbatas pada data dan mengendalikan lingkungannya berdasarkan kalkulasi tersebut.

Penggunaan utama mikrokontroler adalah untuk mengontrol operasi sebuah mesin yang menggunakan program yang tetap yang disimpan dalam ROM dan tidak berubah sepanjang umur sistem tersebut.

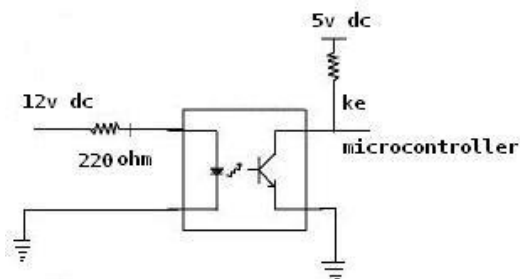
Mikrokontroler ATmega8535 merupakan mikrokontroler 8-bit teknologi CMOS dengan konsumsi daya rendah yang berbasis arsitektur enhanced RISC AVR. Dengan eksekusi instruksi yang sebagian besar hanya menggunakan satu siklus clock. ATmega8535 mencapai throughput sekitar 1 MIPS per MHZ yang mengizinkan perancang sistem melakukan optimasi konsumsi daya versus kecepatan pemrosesan.

Beberapa fitur utama yang tersedia pada ATmega8535 adalah :

- 1) Port I/O 32 bit, yang dikelompokkan dalam PortA, PortB, PortC, dan PortD.
- 2) Analog to Digital Converter 10-bit sebanyak 8 input.
- 3) Timer/Counter sebanyak 3 buah.
- 4) CPU 8 bit yang terdiridari 32 register.
- 5) Watchdog Timer denganosilator internal.
- 6) SRAM sebesar 512 byte.
- 7) Memori Flash sebesar 8 Kbyte dengan kemampuan read while write.
- 8) Interrupt internal maupun eksternal.
- 9) Port komuikasi SPI.
- 10) EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- 11) Analog Comparator.
- 12) Komunikasi serial standar USART dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps.
- 13) Frekuensi clock maksimum 16 MHZ.

2.4. Sensor Syringe

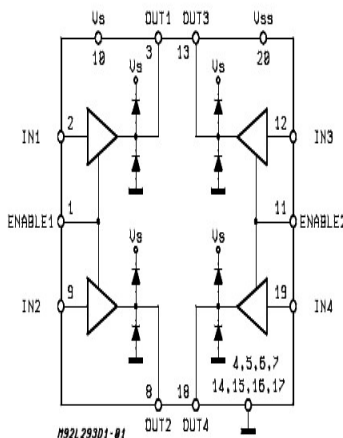
Pada modul ini, dibuat suatu rangkaian sensor yang digunakan untuk mendeteksi syringe yang sudah terpasang atau belum dengan memanfaatkan Optocoupler sebagai sensornya. Optocoupler adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu LED Infra Merah (transmitter) dan Fototransistor (receiver), yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah. Biasanya optocoupler digunakan sebagai saklar elektrik, yang bekerja secara otomatis. Pada dasarnya Optocoupler adalah suatu komponen penghubung (coupling) yang bekerja berdasarkan picu cahaya optic. Berikut ini adalah gambar konfigurasi optocoupler.



Gambar 2.1. Konfigurasi Optocoupler

2.5. IC L293D Sebagai Driver Motor

IC L293D adalah IC yang di desain khusus sebagai driver motor DC dan dapat dikendalikan dengan mikrokontroler. Dalam 1 chip IC L293D terdiri dari 4 driver motor DC yang berdiri sendiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 Ampere tiap drivernya. Sehingga dapat digunakan untuk membuat driver H-bridge untuk 2 phase pada motor stepper. Gambar konfigurasi pin driver motor DC IC L293D adalah sebagai berikut :



Gambar 2.2. Konfigurasi Pin IC L293D

2.6. Motor Stepper

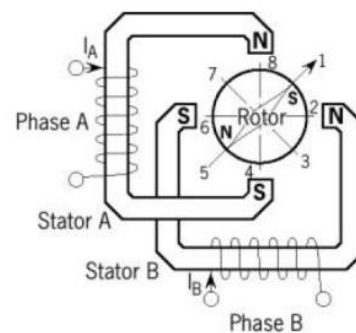
Motor stepper adalah salah satu jenis motor dc yang bekerja dengan cara mengubah pulsa elektronis menjadi gerakan mekanis diskrit. Motor stepper bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor. Karena itu, untuk menggerakkan motor stepper diperlukan

pengendali motor stepper yang membangkitkan pulsa-pulsa aperiodik.

Penggunaan motor stepper memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa. Keunggulannya antara lain adalah :

- 1) Sudut rotasi motor proporsional dengan pulsa masukan sehingga lebih mudah diatur.
- 2) Motor dapat langsung memberikan torsi penuh pada saat mulai bergerak.
- 3) Posisi dan pergerakan repetisinya dapat ditentukan secara presisi
- 4) Memiliki respon yang sangat baik terhadap mulai, stop dan berbalik (perputaran).
- 5) Sangat realibel karena tidak adanya sikat yang bersentuhan dengan rotor seperti pada motor DC.
- 6) Dapat menghasilkan perputaran yang lambat sehingga beban dapat dikopel langsung keporosnya.
- 7) Frekuensi perputaran dapat ditentukan secara bebas dan mudah pada range yang luas.

Berdasarkan perancangan rangkaian, motor stepper yang digunakan jenis motor stepper bipolar. Untuk motor stepper dengan lilitan bipolar, diperlukan sinyal pulsa yang berubah-ubah dari positif ke negatif dan sebaliknya. Jadi pada setiap terminal lilitan (A & B) harus dihubungkan dengan sinyal yang mengayun dari positif ke negatif dan sebaliknya. Karena itu dibutuhkan rangkaian pengendali yang agak lebih kompleks daripada rangkaian pengendali untuk motor unipolar. Motor stepper bipolar memiliki keunggulan dibandingkan dengan motor stepper unipolar dalam hal torsi yang lebih besar untuk ukuran yang sama Pada modul ini menggunakan motor stepper bipolar sebagai penggerak untuk mendorong syringe.

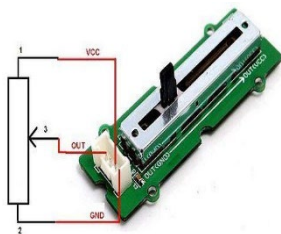


Gambar 2.3. Gambar motor stepper bipolar.

2.7. Sensor Tegangan

Sebuah potensiometer (POT) terdiri dari sebuah elemen resistif yang membentuk jalur dengan terminal di kedua ujungnya. Sedangkan terminal lainnya (biasanya berada di tengah) adalah penyapu (Wiper) yang dipergunakan untuk menentukan pergerakan pada jalur elemen resistif. Pergerakan penyapu pada jalur elemen resistif inilah yang mengatur naik-turunnya nilai resistansi sebuah potensiometer. Elemen resistif pada potensiometer umumnya terbuat dari bahan campuran metal (logam) dan keramik ataupun bahan karbon. Berdasarkan

track (jalur) elemen resistif-nya, potensiometer dapat digolongkan menjadi 2 jenis yaitu potensiometer linear (Linear Potentiometer) dan potensiometer logaritmik (Logarithmic Potentiometer). Pada alat pompa syringe ini digunakan potensiometer slider sebagai sensor untuk mendeteksi cairan pada syringe saat akan habis dan telah habis. Potensiometer slider adalah potensiometer yang nilai resistansinya dapat diatur dengan cara menggeserkan wipernya dari kiri kekanan atau dari bawah keatas sesuai dengan pemasangannya. Yang di mana nilai resistansi tersebut dapat digunakan sebagai input tegangan ketika ada perpindahan posisi pada syringe. Prinsip kerja sensor ini menggunakan rumus pembagi tegangan (voltage divider).



Gambar 2.4. Potensiometer Slider

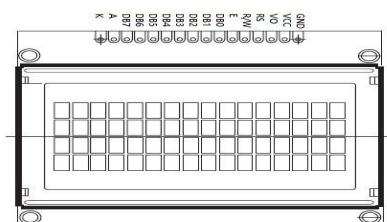
Voltage divider atau pembagi tegangan adalah suatu rangkaian sederhana yang mengubah tegangan besar menjadi tegangan yang lebih kecil. Fungsi dari pembagi tegangan adalah untuk membagi tegangan input menjadi tegangan yang ditentukan.

2.8. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD adalah sebuah display dot-matrix yang berfungsi untuk menampilkan tulisan berupa angka atau huruf sesuai dengan yang diinginkan berdasarkan program yang digunakan untuk mengontrolnya. Pada modul Pompa Syringe ini menggunakan LCD dengan karakter 4 x 16 sebagai display.

Tampilan LCD terdiri dari dua bagian, yaitu bagian panel LCD yang terdiri dari banyak titik dan sebuah mikrokontroler yang menempel di panel yang berfungsi mengatur titik-titik menjadi huruf atau angka yang terbaca.

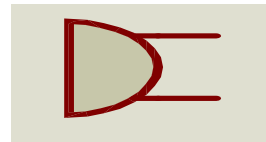
Huruf atau angka yang akan ditampilkan dikirim ke LCD dalam bentuk kode ASCII. Kode ASCII ini diterima dan diolah oleh mikrokontroler di dalam LCD menjadi titik-titik LCD yang terbaca sebagai huruf atau angka. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, tugas dari mikrokontroler yang mempergunakan LCD adalah untuk mengirimkan kode-kode ASCII untuk tampilan.



Gambar 2.5. Konfigurasi Pin LCD 4x16

2.8 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi getaran suara. Buzzer terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga Elektromagnet kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses suatu alat telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).



Gambar 2.6. Simbol buzzer

2.9 Baterai

Baterai adalah alat listrik-kimiawi yang menyimpan energi dan mengeluarkan tenaganya dalam bentuk listrik. Baterai akan mengubah energi listrik menjadi energi kimia saat pengisian dan mengubah energi kimia menjadi energi listrik saat digunakan. Baterai memiliki dua kutub yaitu kutub pertama yang bertanda positif (+) dan kutub kedua yang bertanda negatif (-). Baterai yang biasa dijual (disposable/sekali pakai) mempunyai tegangan listrik 1,5 volt. Baterai ada yang berbentuk tabung atau kotak. Ada juga yang dinamakan rechargeable battery, yaitu baterai yang dapat diisi ulang.

Baterai inilah yang akan digunakan pada modul ini. Dalam 1 baterai biasa nya mempunyai tegangan 3,7V, sedangkan tegangan yang dibutuhkan pada alat ialah 12V, maka dibutuhkan 4 buah baterai dengan cara menyusun nya secara seri lalu di rekatkan sehingga menjadi seperti gambar di bawah.



Gambar.2.7. Batere

Pada saat alat terhubung dengan catu daya PLN maka baterai ini akan mengisi (charging), dan ketika catu daya PLN di lepas, maka otomatis baterai ini akan menjadi sumber tegangan utama pada alat.

3.1. Rancang Bangun Alat

Dalam merancang bangun alat pompa syringe, maka akan dijelaskan uraian dasar-dasar perencanaan dan pembuatan alat tersebut. Bermula menjelaskan cara kerja alat yang akan disertai diagram bloknya.

Dilanjutkan dengan perancangan perangkat keras yang berisikan rangkaian-rangkaian yang digunakan pada alat pompa syringe. Dan juga perancangan perangkat lunak berupa flowchart sebagai alur kerja mikrokontroller.

3.2. Prinsip Kerja Alat

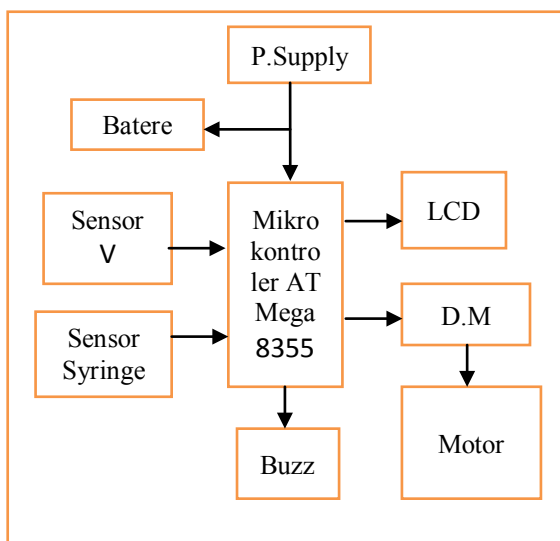
Alat pompa syringe ini menggunakan spet yang berukuran 20ml. Spet tersebut dibaca sensor syringe size pada alat sebagai informasi ukuran spet yang digunakan. Di saat spet di pasang pada alat maka, optocoupler sebagai sensor spet terpasang akan memberikan input pada mikrokontroller.

Proses selanjutnya adalah setting kecepatan laju cairan, dimana setting yang disediakan alat tersebut sebesar 10ml, 50ml, dan 100ml. Terdapat push button untuk memilih kecepatan laju cairan yang diinginkan. Setting kecepatan laju cairan tersebut akan ditampilkan pada LCD melalui mikrokontroller. Setelah mikrokontroller menerima input dari setting kecepatan laju cairan melalui push button maka, pada pin 14-17 akan memberikan instruksi pada driver motor. Blok driver motor akan mengaktifkan motor sesuai dengan kecepatan yang telah dipilih.

Selama proses motor aktif, mikrokontroller akan menerima input dari sensor delivery limit guna memberikan informasi kondisi cairan pada spet. Apabila cairan sudah mendekati habis maka mikrokontroller akan mengaktifkan buzzer sebagai indikator bahwa cairan sudah hampir habis, adapun ketika cairan sudah habis maka mikrokontroller akan menonaktifkan motor.

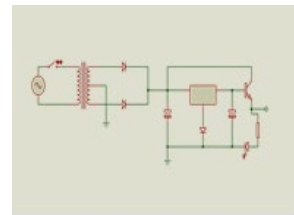
Dari seluruh aktifitas alat, blok power supply guna memberikan tegangan yang dibutuhkan dari masing-masing blok.

Power supply juga sebagai input charge battery yang dimana berfungsi sebagai cadangan ketika power supply tidak mendapatkan input dari PLN.



Gambar 3.2. Diagram blok rangkaian alat pompa syringe

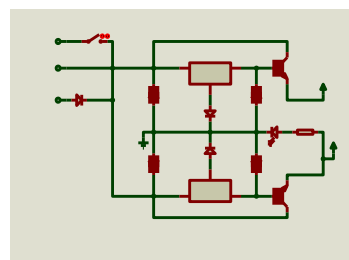
3.3 Rangkaian Power Supply Utama



Gambar 3.3 Rangkaian Power Supply Utama

Pada gambar 3.3 merupakan rangkaian power supply utama arus dari trafo akan menuju dua diode (D2) dan (D3). Setengah gelombang positif pertama arus menuju (D2) untuk disearahkan dan menuju (C1) untuk difilter, dan setengah gelombang positif berikutnya menuju (D3) untuk disearahkan dan menuju C1 untuk difilter. Setelah di searahkan menjadi arus DC, maka akan menuju ke kaki (1) (Regulator 7818) yang nantinya akan mengeluarkan +18V melalui Vo. Keluaran dari Vo akan melewati C2, yang mana fungsi dari (C1) dan (C2) untuk menghilangkan ripple pada arus yang masuk atau keluar nantinya. Ketika Vo akan menuju baterai dan sumber, pada saat itu juga akan mengaktifkan led bahwa proses aktif mengeluarkan arus positif maka akan menuju ke transistor. Yang mana akan bekerja ketika basis transistor (Q1) mendapatkan positif maka transistor akan saturasi sehingga arus mengalir dari kolektor menuju emitter dengan arus yang besar sesuai dengan kapasitas arus dari penyearah dan kapasitas arus transistor (Q1). Tegangan 18 Volt DC dengan arus yang besar digunakan untuk memberikan daya ke rangkaian berikutnya, seperti mikrokontroler, LCD, Motor Stepper dan charge battery.

3.4 Rangkaian Power Supply Sumber



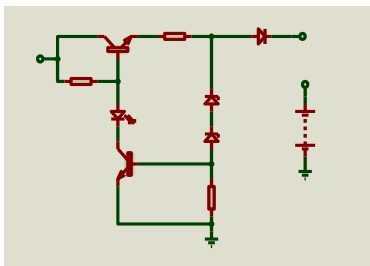
Gambar 3.4. Rangkaian Power Supply Sumber

Pada gambar 3.4 terdapat sumber dari power supply utama dan battery. Pada rangkaian ini merubah arus sesuai yang diinginkan yaitu +12V dan +5V, menggunakan regulator 7812 dan 7805.

Arus yang keluar dari power supply utama akan menuju C1 dan selanjutnya menuju pin 1 pada U1. Output pin 3 dari U1 yang sudah +12V akan melewati C2 dan menuju ke Transistor Q1, karena basis pada transistor mendapat arus positif sehingga arus kolektor akan menuju ke emitter sehingga menjadi output +12V.

Selanjutnya arus yang keluar dari power supply utama juga akan menuju ke C3 dan menuju pin 1 pada U2 sehingga output sebesar +5V akan melewati C4 dimana fungsi kapasitor untuk mengurangi noise. Arus akan menuju ke transistor Q2, ketika arus positif menuju basis transistor maka arus dari kolektor akan menuju ke emitter sehingga led akan menyala sebagai indikator output +5V telah aktif.

3.5 Rangkaian Charge

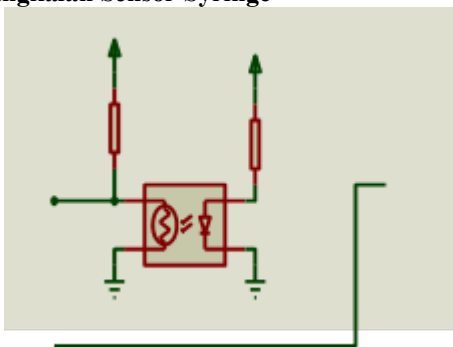


Gambar.3.5. Rangkaian Charge

Pada gambar 3.5 merupakan gambar rangkaian charge yang mana berfungsi sebagai rangkaian charge. Awalnya arus menuju resistor (R1) selanjutnya basis transistor (Q1) mendapatkan arus positif maka transistor Q1 saturasi sehingga arus mengalir dari kolektor menuju emitter dan melewati resistor (R2) dan arus menuju diode (D1) untuk proses pengisian battery.

Ketika batre penuh maka arus akan positif menuju Zener 1 dan Zener 2, karena arus yang melewati Zener 1 dan Zener 2 lebih besar makanya arus akan menuju resistor (R3) selanjutnya menuju ground dan basis transistor pada (Q2) saturasi dan arus dari kolektor menuju emitter sehingga led D4 sebagai indikator battery penuh menyala. Ketika battery sudah terisi penuh maka (R3) akan bertindak sebagai beban akibat diode Zener melewati arus sesuai dengan nilai batas zenernya (13.8V). Siklus akan mengisi baterai kembali jika tegangan baterai dibawah batas nilai diode Zener (13.8V) dan transistor (Q2) akan cutoff

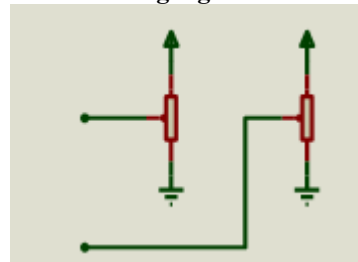
3.6 Rangkaian Sensor Syringe



Gambar 3.6. Rangkaian Sensor Syringe

Pada gambar 3.6 optocoupler digunakan untuk mendeteksi keberadaan spet. Optocoupler bekerja sebagai penghantar cahaya dari infrared ke phototransistor yang letaknya saling berhadapan yang terdapat jarak diantaranya. Ketika spet terpasang maka, bagian dari mekanik dari spet mengisi jarak antara infrared dan phototransistor. Sehingga optocoupler akan mendeteksi bahwa ada spet terpasang pada tempatnya, dan memberikan logika high ke pin 38 pada mikrokontroler. Logika high di dapat dari rangkaian pull up resistor dengan nilai 1KΩ. Sedangkan jika spet tidak terpasang, maka infrared akan mengirim cahaya phototransistor. Maka akan menjadi kecil nilai tahanan pada phototransistor, sehingga arus dari R12 langsung menuju ground. Mikrokontroler akan mendapatkan logika Low karena terhubung ke ground melalui nilai tahanan yang kecil dari phototransistor.

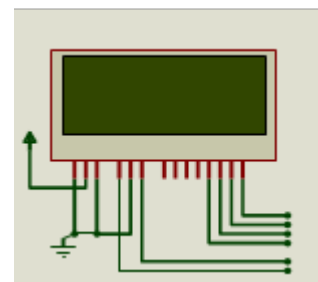
3.7 Rangkaian Sensor Tegangan



Gambar 3.7. Rangkaian Sensor Tegangan

Pada gambar 3.7 potensiometer RV3 memiliki besaran sebesar 10 KΩ. Ketika pin 3 pada RV3 sudah di atur sesuai dengan syringe size, maka nilai resistansi yang didapat pada pin 1 terhadap pin 3 sebesar 5,4 KΩ yang dianalogikan sebagai R2. Sedangkan nilai resistansi pin 3 terhadap pin 2 sebesar 4,6 KΩ dianalogikan sebagai R1. Sehingga besaran tegangan yang masuk menuju pin 37 pada mikrokontroler dapat dihitung.

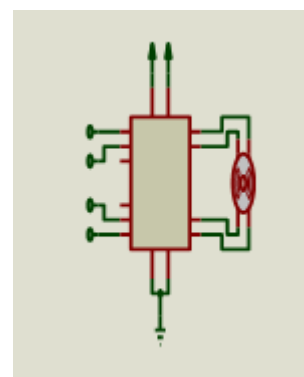
3.8 Rangkaian LCD



Gambar 3.8 Rangkaian LCD

Rangkaian pada gambar 3.8 merupakan rangkaian untuk menampilkan data yang terdapat di mikrokontroler pada LCD. Pin 4 pada LCD sebagai pin RS (Register Select) terhubung dengan pin 22 pada mikrokontroler. Pin 6 pada LCD sebagai pin E (Enable) terhubung dengan pin 24 pada mikrokontroler. Selanjutnya data yang akan ditampilkan dari mikrokontroler dikirim melalui pin 26-29 menuju 4 bit data pada LCD melalui pin 11-14. Pin 1 dan pin 3 pada LCD dihubungkan ke ground. Lalu pin 2 pada LCD dihubungkan ke tegangan +5V DC.

3.9 Rangkaian Driver Motor



Gambar 3.9. Rangkaian Diver Motor

Pada gambar 3.9 berfungsi sebagai driver motor. Pin 16 pada IC L293D mendapatkan tegangan 5 Volt untuk mengaktifkan logic pada IC L293D. Sedangkan Pin 8 mendapatkan tegangan 12 Volt untuk memberikan tegangan

pada pin output yang menuju ke motor stepper. Pin 2,7,10 dan 15 menerima sinyal data dari mikrokontroler untuk dapat memutar motor sesuai dengan perintah yang dikirim. Dalam mengaktifkan motor stepper, menggunakan pola logic yang berurutan, sesuai dengan urutan pole pada motor stepper. Pin 2 adalah urutan pole pertama yang harus diaktifkan untuk dapat menggerakkan medan magnet dalam motor stepper. Pin 7, 10 dan 15 mendapatkan perintah selanjutnya secara berurutan agar motor dapat berputar. Ketika Pin 2 mendapatkan perintah high maka Pin 3 sebagai output akan mengeluarkan tegangan 12 Volt yang dapat mengaktifkan pole pertama. Kemudian pin 6, 11 dan 14 bekerja mengeluarkan tegangan 12 Volt sesuai pada perintah pada pin 7,10 dan 15 sebagai jalur input.

3.10. Perangkat Lunak

Dalam Rancang bangun alat pompa syringe, selain diperlukan perancangan perangkat keras diperlukan juga perancangan perangkat lunak (software). Adapun dalam pembuatan program ini didasarkan pada diagram alir. Bermula dari start sebagai indikasi bahwa alat berjalan. Selanjutnya, proses inialisasi sebagai persiapan awal alat beroperasi, ketika proses inialisasi selesai akan menuju ke proses pembacaan syringe size dan syringe terpasang. Setelah syringe sudah terpasang maka buzzer akan mati dan menuju proses setting flow rate. Setelah setting flow rate dilakukan maka motor akan bekerja ketika tombol start di tekan. Akan tetapi pada kondisi lain di mana tombol start tidak di tekan melainkan tombol purge yang ditekan maka motor akan bekerja secara terus menerus selama tombol purge di tekan.

Ketika motor bekerja sesuai setting flow rate yang ditentukan, maka sensor tegangan akan membaca pergerakan syringe. Ketika kondisi nearly empty maka buzzer akan berbunyi terus menerus selama tombol silent tidak ditekan. Selama proses motor berjalan ketika tombol stop di tekan maka motor akan berhenti. Akan tetapi, kondisi sensor tegangan berada pada posisi delivery limit maka motor akan berhenti dan buzzer akan aktif selama tombol stop tidak ditekan dan proses selesai.



Gambar 3.10.A. Flowchart A



Gambar 3.10.B Flowchart B

4.1. Pengujian dan Analisis

Pelaksanaan pendataan dengan menggunakan sebuah rangkaian modul yang dilakukan secara berulang-ulang supaya dihasilkan data yang benar-benar tepat pada titik pengukuran yang telah ditentukan sebelumnya.

Sebagai penunjang didalam melakukan proses pengujian dan analisis, adapun menggunakan beberapa peralatan sebagai berikut :

- 1) Seperangkat Tool Set
- 2) Infusion Device Analyzer (IDA)
- 3) Multimeter Digital
- 4) Gelas ukur 5ml
- 5) Stopwatch

4.2. Uji fungsi

Uji fungsi pada pesawat ini dilakukan untuk mengetahui apakah blok rangkaian yang dibuat sudah bekerja / belum.

- Blok rangkaian yang akan diuji adalah :
- 1) Pengujian pada tombol yang ada pada alat.
 - 2) Pengujian sensor syringe size.
 - 3) Pengujian sensor nearly empty & delivery limit
 - 4) Pengujian rangkaian Buzzer.
 - 5) Pengujian Batere

4.2.1 Pengujian Tombol

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tombol

No	Tombol	Fungsi	Tegangan Output	Hasil
1	On / Off	Untuk menghidupkan & mematikan alat	224 VAC	Sesuai

2	Start	Untuk memulai proses memasukkan cairan	0 VDC	Sesuai
3	Stop / Silent	Untuk menghentikan proses & mematikan bunyi alarm	0 VDC	Sesuai
4	Up	Untuk menaikkan setting laju kecepatan cairan	0 VDC	Sesuai
5	Down	Untuk menurunkan setting laju kecepatan cairan	0 VDC	Sesuai
6	Purge	Untuk mempercepat putaran motor dalam keadaan maksimum	0 VDC	Sesuai

2	Buzzer diberikan logika 0	Buzzer tidak aktif	0 VDC	Sesuai
---	---------------------------	--------------------	-------	--------

4.2.5 Pengujian Battere

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Battere

No	Kondisi	Keterangan	Tegangan Battery	Hasil
1	Saat baterai terpasang (menggunakan catu daya baterai)	Alat menyala	13,8 VDC	Sesuai

4.3 Pengambilan Data

Pengambilan data ini dilakukan dengan 2 metode untuk mengetahui tingkat keakuratan dan ketepatan pada modul Syringe Pump. Acuan yang di gunakan dalam pengambilan data ini yaitu Biomedical Benchmark™ © 2013 ECRI Institute. Procedure No. 488-20081015-01 (*Major Syringe Pump*).

Yang pertama adalah membandingkan volume cairan yang dikeluarkan syringe sesuai dengan setting nya, menggunakan gelas ukur 5ml. Kemudian mengukur kecepatan laju cairan sesuai dengan setting nya, menggunakan Infusion Device Analyzer (IDA).

4.2.2 Pengujian Sensor Syringe Terpasang

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor Syringe

No	Kondisi	Keterangan	Tegangan Output	Hasil
1	Saat sensor syringe terpasang	Alarm tidak aktif	4,2 VDC	Sesuai
2	Saat sensor syringe tidak terpasang	Alarm aktif	0,6 VDC	Sesuai

4.3.1 Pengukuran dengan gelas ukur 5ml

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kecepatan Laju Cairan Dengan Gelas Ukur 5ml

No	Kecepatan Laju Cairan	Percobaan 1 (P1)	Percobaan 2 (P2)	Percobaan 3 (P3)
1	10ml/jam	0,4 ml	0,4 ml	0,3 ml
2	50ml/jam	1,7 ml	1,7 ml	1,8ml
3	100ml/jam	3,4 ml	3,4 ml	3,5 ml

4.2.3 Pengujian Sensor Nearly Empty & Delivery Limit

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor Nearly Empty dan Delivery Limit.

No	Kondisi	Keterangan	Tegangan Output	Hasil
1	Saat cairan mendekati habis	Alarm aktif	1,17 VDC	Sesuai
2	Saat cairan telah habis	Alarm aktif & motor berhenti	0,35 VDC	Sesuai

4.3.2 Pengukuran dengan Infusion Device Analyzer (IDA)

Pengujian ini dilakukan dengan beberapa kecepatan laju aliran, menggunakan Infusion Device Analyzer (IDA). Dimana nilai toleransi standar yang di terima oleh IDA sebesar $\pm 10\%$.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kecepatan Laju Cairan Dengan IDA

No	Kecepatan Laju Cairan	Percobaan 1 (P1)	Percobaan 2 (P2)	Percobaan 3 (P3)	Persentase Selisih Nilai
1	10ml/jam	10,35	10,84	10,46	5,5%
2	50ml/jam	50,75	51,62	50,62	1,9%
3	100ml/jam	99,86	98,84	98,99	0,77%

4.2.4 Pengujian Buzzer

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Buzzer

No	Kondisi	Keterangan	Tegangan	Hasil
1	Buzzer diberikan Logika 1	Buzzer aktif	4 VDC	Sesuai

4.4 Analisis Data

Menurut GUM B 2.15; VIM 3.5 [3] akurasi pengukuran adalah kedekatan antara hasil pengukuran dan nilai sebenarnya berdasarkan besaran ukur. Dengan kata lain makin sedikit tingkat kekeliruan (*error*) yang ada dalam sampel, makin akurat sampel tersebut. Biasanya akurasi menyatakan seberapa dekat nilai hasil pengukuran (rata-rata) dengan nilai sebenarnya (*true value*) atau nilai yang dianggap benar (*accepted value*). Jadi, ketepatan (akurasi) berbanding terbalik dengan kesalahan (*error*). Nilai *error* dapat ditentukan dengan melakukan beberapa perhitungan dari nilai tekanan yang diukur dengan menghitung selisih antara hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya dibandingkan dengan nilai sebenarnya. Atau bisa dijabarkan dengan menghitung nilai rata-rata dari data pengukuran yang didapat. Kemudian menghitung nilai *error* dan nilai persentase *error*. Setelah nilai persentase *error* didapat, maka dapat menghitung persentase akurasi.

4.4.1 Hasil Analisa Data Dengan Menggunakan IDA

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Analisa Kecepatan Laju Cairan Dengan Menggunakan IDA

No	Setting	Rata-rata	Error	%E	%Ak
1	10 ml/jam	10,55	0,55	5,5	94,5
2	50ml/jam	50,99	0,99	1,9	98,1
3	100 ml/jam	99,23	0,77	0,77	99,23

Jadi, tingkat keakurasian modul menggunakan IDA adalah 96,21 %

Tingkat Kesalahan: $100\% - 96,21\% = 3,79\%$

4.4.2 Hasil Analisa Data Dengan Menggunakan Gelas Ukur 5ml

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Analisa Kecepatan Laju Cairan Dengan Menggunakan Gelas Ukur 5ml

No	Set ml/jam	Rata-rata 2 m	Rata-rata 1 j	Err	%Er	% Aksi	%Ak
1	10	0,36	10,8	0,8	8	92	92
2	50	1,73	51,9	1,9	3,8	96,2	96,2
3	100	3,43	102,9	2,9	2,9	97,1	97,1

Jadi, tingkat keakurasian modul menggunakan gelas ukur 5ml adalah 95,1 %

Tingkat Kesalahan: $100\% - 95,1\% = 4,9\%$

5. Kesimpulan

Rancang bangun alat pompa syringe berbasis mikrokontroller secara keseluruhan telah berfungsi dan berjalan sesuai dengan rancangannya, tingkat keakurasian alat menggunakan infusion device analyze yaitu sebesar 96,21% serta persentase kesalahan sebesar 3,79% dan tingkat keakurasian alat menggunakan gelas ukur 5ml yaitu sebesar 95,1% serta persentase kesalahan sebesar 4,9%.

Daftar Pustaka

- [1] Rangkuti, Syahban. 2016. "Arduino & Proteus Simulasi dan Praktik". Bandung : Informatika
- [2] Andrianto, Heri. 2015. "Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman". Bandung : Informatika.
- [3] Badan Standar Nasional, Standar Nasional Indonesia Peralatan Elektromedik – Bagian 2-19 Persyaratan Khusus untuk Keselamatan Dasar dan Kinerja Esensial Inkubator Infant
- [4] Texas Instrument. 2017. LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors. Texas.
- [5] Bungis, Burhan. 2010. " Metodologi Penelitian Kuantitatif". Jakarta : Media Pustaka
- [6] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 54 Tahun. 2015 " Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan". Jakarta : Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- [7] Bishop Owen.2004." Dasar-dasar Elektronika".Jakarta : Erlangga
- [8] Bramasti Rully. 2013. "Taktis Menguasai Elektronika Digital 1". Surakarta : Aksara Sinergi Media
- [9] Biomedical Benchmark TM © 2013 ECRI Institute. Procedure No. 488-20081015-01 (Major) Syringe Pump