

APLIKASI MIKROKONTROLER ATMEGA85335
UNTUK OTOMATISASI POMPA MOTOR DC DAN SOLENOID VALVE
PADA ALAT UKUR TEKANAN DARAH DAN DENYUT NADI
GLUTERMA METER DIGITAL

MOCHAMMAD ARIEF PRAMUJIANTO

ABSTRAK

Perkembangan teknologi membuat kualitas kehidupan manusia semakin tinggi. Dampak perkembangan teknologi ini telah memasuki segala bidang kehidupan dalam memanjakan manusia dalam penggunaan perangkat digital. Salah satunya wujud teknologi digital sering terlihat pada suatu alat ukur.

Glutema Meter Digital dalam pembuatan tugas akhir ini merupakan alat yang dapat mengukur gula darah, tekanan darah dan denyut nadi. Seperti diketahui, untuk saat ini alat yang ada di pasaran terdiri dari dua bahkan lebih untuk setiap pengukuran. Untuk itu dibuatlah glutema meter digital untuk tiga pengukuran sekaligus dalam satu alat. Untuk pengukuran tekanan darah, dan denyut nadi dilengkapi dengan sistem otomatisasi, sehingga alat tersebut bekerja secara otomatis. Untuk proses otomatisasi proses dimulai setelah semua data telah diisi. Pengolahan data dilakukan oleh mikrokontroler ATmega8535, sedangkan hasil pengukuran ditampilkan dalam bentuk tulisan pada layar LCD 2x16. Mikrokontroler kemudian memberikan perintah kepada motor untuk bekerja. Tekanan darah dan denyut nadi akan terukur. Setelah semua proses pengukuran selesai solenoid valve akan bekerja. Hasil pengukuran berupa tekanan darah atas, tekanan darah bawah, dan denyut nadi akan ditampilkan di layar LCD.

1.1 LATAR BELAKANG

Dalam bidang medis banyak jenis pengukuran yang digunakan untuk mengetahui kesehatan manusia, misalnya : pengukuran gula darah, tekanan darah dan denyut nadi. Pengukuran tersebut menggunakan alat ukur masing-masing, baik itu pengukuran dengan analog maupun digital. Untuk mempermudah dan praktis dalam penggunaannya, maka penggabungan ketiga jenis pengukuran tersebut (gula darah, tekanan darah dan denyut nadi) menjadi sebuah alat ukur kesehatan yang dapat bekerja secara otomatis dan digital dipandang baik untuk

mengatasi masalah tersebut. Alat tersebut diberi nama *Glutema Meter*

Landasan Teori

2.1 Transformator

Pada prinsipnya, transformator adalah alat yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dengan frekuensi tertentu dari suatu rangkaian ke rangkaian yang lain melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip medan elektromagnetik tanpa mengubah frekuensinya. Transformator mempunyai dua buah lilitan, yaitu lilitan primer dan lilitan sekunder yang dililitkan pada suatu inti dan saling terisolasi antara yang satu

dengan yang lain. Perbandingan besar tegangan yang muncul pada lilitan sekunder dan lilitan primer ditentukan oleh jumlah lilitan yang terdapat pada bagian sekunder maupun primer.

2.2 Dioda

Dioda merupakan komponen elektronik yang terbentuk dari persambungan semikonduktor tipe n dan semikonduktor tipe p. Dioda akan bersifat menghantar jika diberikan padanya bias maju (*forward bias*), dan sebaliknya tidak dapat menghantar jika dioda diberi bias mundur (*reverse bias*).



Gambar Simbol dioda

2.3 Transistor

Pada prinsipnya transistor merupakan sambungan dari dua buah dioda dimana dioda yang satu disebut dioda kolektor, sedang dioda satunya lagi disebut dengan dioda emitor. Berdasarkan sambungan dari dua buah dioda tersebut, maka transistor dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu jenis NPN dan jenis PNP.

2.4 IC LM317

Jenis rangkaian terpadu peregulasi LM317 menghasilkan tegangan keluaran sebesar antara 1,2 Volt sampai 37 Volt dan dapat dilewati arus sebesar 1,5 A. IC regulator LM317 dilengkapi dengan dua resistor eksternal yang berfungsi untuk mengatur tegangan outputnya.

2.5 IC LM78XX

Sebagai contoh, jenis rangkaian terpadu peregulasi LM7805 menghasilkan tegangan keluaran sebesar 5 Volt, dengan tegangan masukan maksimal 20 Volt dan minimal 7,5 Volt. Apabila tegangan masukan di luar batas tegangan maksimal dan minimal atau di luar *range* tegangan masukan, rangkaian peregulasi tersebut tidak akan bekerja sebagaimana mestinya. Pada pembuatan rangkaian catu daya yang di pakai adalah IC LM7805 dan IC LM7812.

2.6 Motor DC

Motor DC merupakan perangkat elektromagnetik yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Dimana tenaga mekanik tersebut berupa putaran pada rotor. Motor DC adalah motor yang bekerja apabila diberi sumber arus searah pada terminal masukannya. Teori dasar dari motor DC adalah apabila sebuah kawat berarus diletakkan di antara kutub kutub magnet (utara-selatan), maka pada kawat itu akan bekerja gaya yang menggerakkan kawat.

2.7 Solenoid

Solenoid adalah alat yang digunakan untuk mengubah sinyal listrik atau arus listrik menjadi gerakan mekanis linier. Solenoid disusun dari kumparan dengan inti besi yang dapat bergerak. Apabila kumparan diberi tenaga, inti atau jangkar akan ditarik ke dalam kumparan . besarnya gaya tarikan atau dorongan yang dihasilkan, ditentukan dengan jumlah lilitan

kawat dan besar arus yang mengalir melalui kumparan.

2.8 Mikrokontroler ATmega8535

Mikrokontroler adalah suatu mikroprosesor yang sudah dilengkapi dengan perangkat masukan/keluaran (I/O) dan peripheral lainnya yang terintegrasi di dalam sepotong Kristal silikon kecil yang dirancang untuk keperluan pengendalian sebuah sistem. Teknologi yang sekarang sedang berkembang menyebabkan mikrokontroler mempunyai jenis yang beragam. Salah satu diantaranya adalah generasi AVR, yaitu keluarga ATmega yang termasuk didalamnya adalah mikrokontroler ATmega8535.

2.9 Bahasa C

Bahasa pemrograman merupakan kumpulan aturan yang disusun sedemikian hingga memungkinkan pengguna computer membuat program yang dapat dijalankan dengan aturan tersebut. Bahasa pemrograman dapat dikelompokkan dalam berbagai sudut pandang. Salah satu pengelompokan bahasa pemrograman adalah pendekatan dari notasi bahasa pemrograman tersebut, apakah lebih dekat ke bahasa mesin atau bahasa manusia.

Pengelompokan bahasa pemrograman dengan cara ini menjadikan bahasa pemrograman dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu bahasa tingkat rendah (*low-level languages*) dan bahasa tingkat tinggi (*high-level languages*). Bahasa C merupakan bahasa tingkat tinggi yang mudah dipahami oleh manusia.

2.10 Tactile Switch

Tactil dapat dikatakan seperti saklar push button, jadi saat tombol tactil ditekan maka akan mengaktifkan alat atau suatu program.



Gambar Tactiel Switch

2.11 Kristal Frekuensi

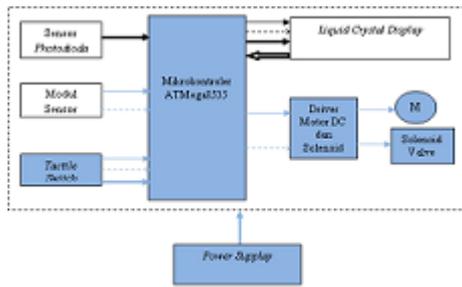
Kristal frekuensi adalah komponen yang berfungsi untuk membangkitkan frekuensi osilasi dengan stabilitas yang sangat tinggi. Frekuensi osilasi diperoleh dari efek piezoelektrik. Bahan yang biasa digunakan untuk memperoleh efek piezoelektrik diantaranya kwarsa, garam Rochelle dan tourmaline. Bahan yang banyak digunakan adalah kristal kwarsa.



Gambar Simbol kristal

3.1. Blok Diagram

Di dalam tugas akhir ini yaitu otomatisasi pompa motor DC dan solenoid valve. Berikut ini adalah gambar blok diagram dari sistem tersebut.



Gambar 3.1. Blok diagram rangkaian otomatisasi pompa motor DC dan solenoid valve pada Gluterna Meter

Bagian yang akan dibahas dalam laporan tugas akhir ini adalah bagian-bagian yang digambarkan dengan warna biru dan ditandai dengan tanda panah yang berwarna biru juga. Bagian yang berwarna biru merupakan gambar blok diagram dari rangkaian otomatisasi pompa motor dc dan solenoid valve pada Gluterna Meter Digital berbasis Mikrokontroler Atmega8535.

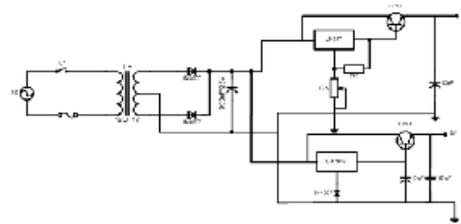
Berdasarkan gambar diagram blok diatas, prinsip kerja dari sistem yang dibahas adalah sebagai berikut :

Catu daya yang terdiri dari catu daya pada posisi ON yang berfungsi untuk menyalakan setiap blok sesuai dengan kebutuhan masing-masing. Setelah semua pada posisi ON, kemudian dapat memilih menu pilihan melalui *tactile switch*. Setelah memilih pilihan untuk mengukur tensi darah, melalui program di dalam mikrokontroler memerintahkan motor untuk bekerja dan memompa udara ke dalam manset sampai tekanan yang ada di dalam manset menjadi maksimal. Secara bersamaan solenoid valve akan menutup. Kemudian motor akan berhenti berputar, dan sensor tekanan darah akan memulai mengukur adanya tekanan *sistole*, denyut nadi dan *diastole*. Setelah

semua nilai tensi darah dan denyut nadi terpenuhi, maka sensor mengirimkan perintah ke dalam mikrokontroler yang kemudian dikirimkan ke diver solenoid untuk membuka katup pada solenoid valve, sehingga udara yang ada di dalam manset keluar.

3.2. Cara Kerja Rangkaian Masing-masing Blok

3.2.1 Catu Daya



Gambar Rangkaian catu daya

6V dan 12V

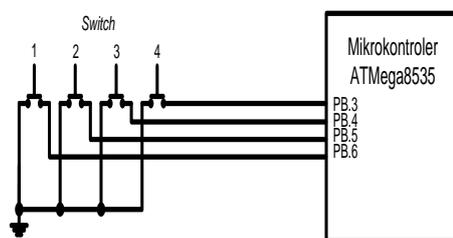
Semua bagian dari sistem yang dibahas dalam laporan tugas akhir ini membutuhkan suatu *supply* tegangan untuk menjalankan sistem yang ada. Rangkaian catu daya yang akan dibahas pada bagian ini yaitu catu daya dengan tegangan output stabil sebesar 6 V dan 12 V. Tegangan 12 V digunakan untuk mengaktifkan sistem pada mikrokontroler ATmega 8535 yang diturunkan terlebih dahulu oleh regulator LM7805. Sedangkan untuk tegangan output 6 V digunakan untuk mengaktifkan modul sensor tekanan darah, solenoid valve, dan motor DC.

Cara kerja dari rangkaian di atas adalah sebagai berikut. Ketika saklar S1 kondisi ON, maka kumparan primer di dalam transformator akan terhubung dengan

jala-jala listrik AC sebesar 220 V. Setelah itu diturunkan oleh transformator *step down* CT 1A menjadi 12 V. Akan tetapi tegangan yang dihasilkan oleh trafo *step down* masih berupa tegangan bolak-balik. Tegangan bolak-balik ini kemudian disearahkan dengan dua buah dioda seri 1N4007 yang kemudian menghasilkan tegangan DC denyut. Untuk meratakan atau menghilangkan *ripple* tegangan DC berdenyut, maka dipasang kapasitor 1000 μ F. Tegangan DC ini masih belum stabil, maka digunakan IC LM317 dan IC LM7812 sebagai regulator atau penstabil tegangan. .

3.2.2 Rangkaian *Tactile Switch*

Dalam sistem rangkaian Gluterna Meter, sebagai sarana input data yang akan diproses lebih lanjut oleh mikrokontroler digunakan *tactile switch*.



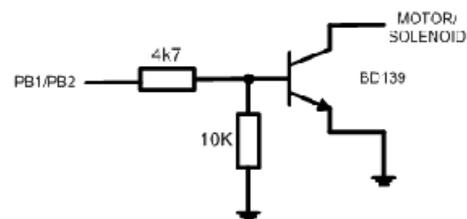
Gambar Hubungan *tactile switch* ke mikrokontroler ATmega8535

1. *Tactile switch* 1 yang terhubung dengan PB.6 difungsikan sebagai tombol MENU. Tombol menu ini berisikan menu untuk memilih jenis pengukuran, misalnya dalam hal ini adalah memilih pengukuran tekanan darah. Selain menyajikan menu

pilihan, tombol ini juga difungsikan sebagai tombol OK atau ENTER.

2. *Tactile switch* 2 yang terhubung dengan PB.5 difungsikan sebagai tombol CANCEL. Jika telah terjadi kesalahan, misalnya kesalahan dalam menginput data ataupun kesalahan pada pengukuran, maka tekan tombol cancel. Tombol ini juga difungsikan sebagai tombol EXIT atau BACK.
3. *Tactile switch* 3 yang terhubung dengan PB.4 difungsikan sebagai tombol “-”. Tombol ini dipakai untuk mengurangi jumlah angka.
4. *Tactile switch* 4 terhubung dengan PB.3 yang difungsikan sebagai tombol “+”. Tombol ini dipakai untuk menambah jumlah angka.

3.2.3 Rangkaian Driver Motor DC dan Solenoid

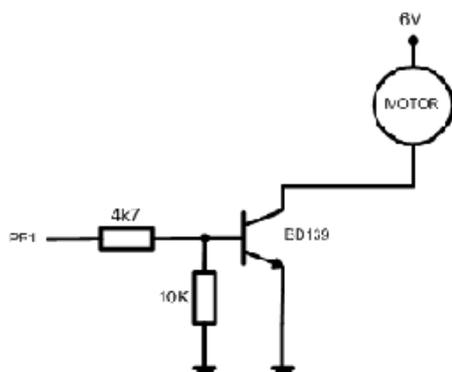


Gambar rangkaian driver motor DC dan solenoid

Untuk menjalankan sebuah motor dan solenoid valve dibutuhkan masing-masing satu buah driver yang terdiri dari resistor yang bernilai 4K7 dan 10 K dan sebuah transistor NPN menggunakan seri BD139. Rangkaian driver mempunyai fungsi sebagai saklar. Cara kerja rangkaian driver di atas adalah sebagai berikut. Rangkaian driver motor DC dan

solenoid valve mendapat input logic 1 dari mikrokontroler melalui port B1 atau B2, sehingga transistor sebagai saklar mendapatkan arus dari mikro untuk menghidupkan dan mematikan transistor tersebut. Apabila transistor mendapat logika 1 atau arus yang mengalir kedalam kaki basis cukup untuk mengaktifkan transistor, maka transistor berfungsi sebagai saklar tertutup dan arus akan mengaktifkan baik motor maupun solenoid valve. Sebelumnya mikrokontroler telah mendapatkan data untuk memberi logic 1 pada driver, setelah pemilihan pengukuran yakni tensi darah, dan pengisian data pada *tactile switch* PB3 dan PB4 berupa data usia pemakai yang kemudian ditekan enter. Ketika rangkaian driver mendapat inputan *high* atau 1 maka rangkaian driver berfungsi sebagai saklar ON, sehingga motor atau solenoid akan bekerja, dan ketika mendapat inputan *low* atau 0 maka rangkaian driver berfungsi sebagai saklar OFF dan solenoid akan membuka.

3.2.4 Rangkaian Motor DC

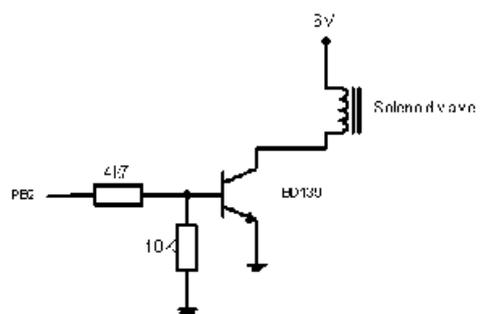


Gambar rangkaian motor DC

Rangkaian di atas terdiri dari rangkaian driver motor dan sebuah motor DC. Cara kerja rangkaian di atas adalah sebagai berikut. Ketika

catu daya mensupply tegangan ke semua rangkaian termasuk motor, maka motor dalam kondisi ON. Kemudian *tactile switch* memilih menu pilihan yang akan digunakan. Setelah *tactile switch* menentukan pilihan pengukuran tensi darah, kemudian ditekan enter maka motor otomatis dapat bekerja. Untuk kerja motor menggunakan program di dalam mikrokontroler ATmega8535. Mikrokontroler memerintahkan driver untuk bekerja dengan mengirimkan data logic 1, sehingga motor dapat bekerja. Karena driver disini bertugas sebagai saklar maka pada saat driver mendapat nilai logic 1 maka driver dalam kondisi ON dan motor juga dalam kondisi ON, sehingga motor dapat berputar. Motor akan memompa udara ke dalam manset sampai tekanan manset mencapai maksimal. Setelah tekanan di dalam manset sudah maksimal, maka motor dengan otomatis akan berhenti berputar melalui sebuah program.

3.2.5 Rangkaian Solenoid Valve

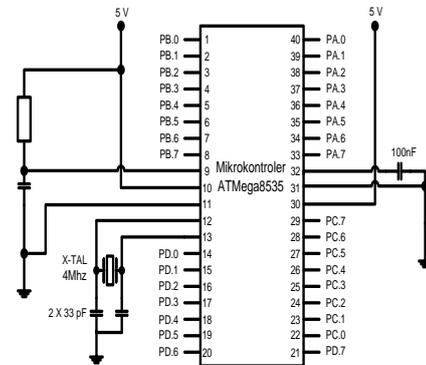


Gambar solenoid valve

Setelah pemilihan pengukuran dan pengisian data berupa umur lalu ditekan enter pada *tactille switch* (PB6), maka mikrokontroler akan memberikan eksekusi berupa nilai logika kepada masing-masing driver berupa *logic 1*. Ketika motor mendapat logika 1 dari mikrokontroler maka secara bersamaan solenoid juga mendapat nilai logika yang sama. Setelah mendapat nilai logika 1 driver solenoid berupa transistor mendapatkan arus dari mikrokontroler dan transistor sebagai saklar menutup (ON), sehingga arus menuju solenoid dan katup solenoid menutup (ON). Dalam hal ini posisi ON solenoid adalah pada saat solenoid dalam keadaan tertutup, ketika motor dan solenoid sama-sama mendapat logika 1 maka motor akan memompa dan solenoid dalam keadaan tertutup, sehingga ketika motor memompa udara ke dalam manset udara tidak akan keluar melalui solenoid valve sampai kondisi maksimal. Setelah sensor mendeteksi adanya nilai tensi darah, dan denyut nadi, maka modul sensor tekanan mengirimkan data ke mikrokontroler yang kemudian diolah oleh mikro. Selanjutnya mikrokontroler mengirimkan data berupa nilai logika 0 kepada driver solenoid dan solenoid valve akan OFF atau membuka, sehingga udara yang ada di dalam manset akan keluar melalui solenoid valve dan manset mengempes.

3.2.6 Rangkaian Mikrokontroler AVR ATmega8535

Sebagai pemroses data dalam sistem pada Penghitung Denyut Nadi Digital yang dibuat pada penyusunan Tugas Akhir ini digunakan mikrokontroler ATmega8635.

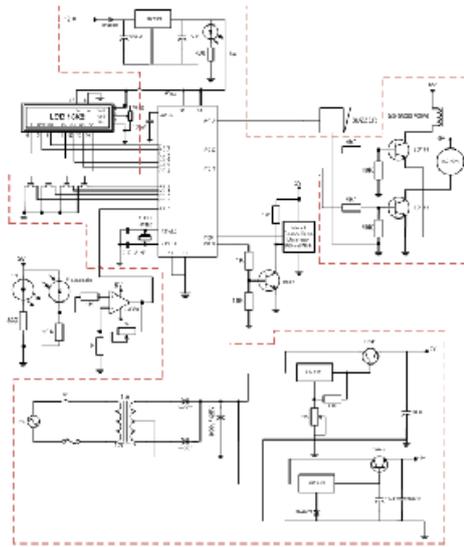


Gambar Rangkaian Mikrokontroler ATmega8535

Port A, Port B, Port C dan Port D merupakan Port 8 bit dua arah yang dapat digunakan sebagai jalur *input* dan *output* data. Pada pembuatan Tugas Akhir ini, Port A digunakan sebagai input gula darah. Port B difungsikan sebagai jalur masukan data dari *tacile switch*, driver motor DC, driver *solenoid* dan driver sensor. Port C untuk mengirim data ke LCD dan *Buzzer*, sedangkan Port D untuk masukan data dari modul sensor tekanan.

3.3. Cara Kerja Rangkaian secara Keseluruhan

Rangkaian lengkap dari aplikasi pada pembuatan Tugas Akhir ini dapat diperlihatkan pada gambar dibawah.



Gambar 3.7. rangkaian otomatisasi pompa motor DC dan solenoid valve pada Gluterna Meter Berbasis Mikrokontroler ATmega8535

Cara kerja rangkaian di atas adalah sebagai berikut. Ketika posisi saklar S1 dalam kondisi terhubung (ON), maka rangkaian yang terhubung dengan catu daya dalam keadaan ON. Setelah semuanya dalam keadaan ON maka langkah pertama adalah memilih menu pilihan melalui *tactile switch* yang ditampilkan oleh LCD. Apabila ingin memilih pengukuran tensi maka tinggal memilih menu tensi, kemudian memasukkan data usia si pemakai. Manset dalam kondisi *standby* dan sudah memilih pengukuran tensi darah lalu data usia si pemakai telah diisikan, maka tombol enter pada *tactile switch* nomor 1 atau pada PB6 ditekan. Kemudian melalui program, mikrokontroler akan memberikan perintah kepada driver motor dan solenoid untuk ON dengan cara mengirimkan data nilai logika 1. Pada saat driver motor dan driver solenoid mendapatkan logika 1 maka

arus dari mikrokontroler akan mengalir dan mengaktifkan transistor yang berfungsi menjadi saklar tertutup, sehingga motor DC dan solenoid valve ON. Motor akan berputar dan memompa udara ke dalam manset dan solenoid akan menutup. Dalam hal ini motor dan solenoid mendapatkan inputan logika 1 secara bersamaan karena ketika motor memompa udara ke dalam manset, katup solenoid harus dalam keadaan tertutup sehingga selama memompa, udara di dalam manset tidak akan bocor. Motor akan memompa udara ke dalam manset sampai tekanan udara di dalam manset mencapai maksimal, setelah itu modul sensor tekanan akan mengirimkan data kepada mikrokontroler yang kemudian dari mikro memberikan perintah berupa nilai logika 0 kepada driver motor, sehingga arus yang mengalir ke dalam transistor kecil, saklar terbuka dan motor berhenti berputar. Pada saat motor berhenti berputar selanjutnya udara di dalam manset sedikit demi sedikit akan dibuang melalui lubang kecil di dalam solenoid valve sampai sensor mendeteksi adanya tekanan darah atas (*sistole*), tekanan darah bawah (*diastole*) dan denyut nadi. Setelah semua pengukuran selesai dan ditampilkan di LCD, modul sensor akan mengirimkan data ke mikrokontroler yang selanjutnya dari mikro memberikan logika 0 kepada driver solenoid, sehingga solenoid valve dalam kondisi OFF dan katup di dalam solenoid akan membuka, udara di dalam manset keluar melalui lubang solenoid dan manset mengempes.

4.1 Pengujian Pengukuran Motor DC dan Solenoid Valve

Pengujian pengukuran Motor DC dan Solenoid Valve yang dibuat dalam tugas akhir ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Melakukan pengujian terhadap motor DC dan solenoid valve untuk memastikan bahwa alat tersebut bekerja dengan baik sesuai dengan rancangan.
2. Mengukur dan menguji waktu berhenti untuk motor DC.
3. Mengukur dan menguji waktu solenoid valve untuk membuka katub.
4. Mencatat dan membandingkan kedua hasil pengukuran tersebut.

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian setelah aplikasi pada Tugas Akhir ini selesai dirancang dan direalisasikan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Catu daya yang digunakan menghasilkan tegangan DC 5,6 Volt dan 11,2 Volt. Output tegangan 11,2 volt digunakan untuk mencatu, rangkaian mikrokontroler ATmega8535. Sedangkan output tegangan 5,6 Volt digunakan untuk menyalakan modul sensor, motor DC, dan solenoid.
2. Mikrokontroler ATmega8535 memiliki 4 port I/O 8 bit yang mencukupi untuk koneksi dengan sensor gula darah (1 bit), modul

sensor tekanan darah (3 bit), LCD (7 bit), *tactile switch* (4 bit), mengaktifkan motor, solenoid dan *buzzer* (masing-masing 1 bit). Disamping itu, ATmega8535 memiliki port ADC internal sehingga ketiga jenis pengukuran dapat diproses dalam satu buah mikrokontroler.

3. Rangkaian motor DC dapat berputar ketika mendapatkan *output logic 1* dari mikrokontroler dan berhenti ketika mendapatkan *output logic 0* dari mikrokontroler pada Port B.2. Sedangkan solenoid menutup ketika mendapatkan *output logic 1* dari mikrokontroler dan membuka ketika mendapatkan *output logic 0* dari mikrokontroler pada Port B.1.
4. Waktu yang dibutuhkan oleh motor untuk berhenti dan solenoid valve untuk membuka dipengaruhi oleh bentuk badan si pengukur. Apabila bentuk badan pengukur agak gemuk maka motor memompa ke manset lebih lama dibanding dengan orang yang mempunyai tubuh lebih kurus.

5.2. Saran

Aplikasi ini perlu pengembangan agar diperoleh kinerja alat yang lebih memuaskan. Berikut ini merupakan beberapa saran yang bisa dipertimbangkan bila akan melakukan pengembangan aplikasi tersebut.

1. Menambahkan perangkat yang dapat menginformasikan hasil pengukuran dalam bentuk suara (*audio*) sehingga penderita kelainan mata yang kesulitan dalam membaca tulisan pada

- LCD bisa nyaman dalam menggunakan alat ini.
2. Menggunakan motor DC yang memiliki voltase lebih besar sehingga proses pemompaan udara bisa lebih cepat.
 3. Menggunakan solenoid valve yang *three ways* (tiga lubang) atau lebih, sehingga proses pelepasan udara dari manset akan maksimal.
 4. Agar dapat dipakai secara *portable*, maka perlu diberi rangkaian baterai dan ditambahkan tempat atau tas.
 5. Dibuatkan *chasing* yang terbuat dari bahan yang lebih ringan, sehingga mudah untuk dibawa.

DAFTAR PUSTAKA

- Bejo, Agus. 2008. *C&AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega8535*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Malvino, Albert Paul. 1995. *Prinsip-prinsip Elektronika*. Jakarta : Erlangga.
2003. *Prinsip-prinsip Elektronika*. Jakarta: Salemba Teknika.
- S, Wasito. 2004. *Vademekum Elektronika Edisi Kedua*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Sumanto, MA. 1984. *Mesin Arus Searah*. Yogyakarta: Andi Offset.
1991. *Teori Transformator*. Yogyakarta: Andi. Offset.
- Suryatmo. 1995. *Teknik Listrik Arus Searah*. Jakarta: Buku Aksara.
- Teraja, B.L. dan A.K. Teraja. 1988. *A Text Book of Technology*. New Delhi: Publication Division of Nirja

Construction & Development Co. (P) Ltd.

- Tooley, Michael. 2003. *Rangkaian Elektronik Prinsip dan Aplikasi*. Jakarta : Erlangga.
- Utami, Ema, dkk. 2007. *Struktur Data Konsep & Implementasinya dalam Bahasa C & Free Pascal di GNU/Linux*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Yudiono, K.S. 1984. *Bahasa Indonesia untuk Penulisan Ilmiah*. Semarang : UNDIP.
- Zuhal. 1977. *Dasar Tenaga Listrik*. Bandung : ITB.

www.suberdatech.net, gambar LM7805. Selasa, 11 Mei 2010 pukul 23.10 WIB

www.google-modulATMega8535.com.
Jumat, 16 April 2010 pukul 13.33 WIB.

www.google-gambarmemoryATMega8535.com.
Senin, 12 April 2010 pukul 01.30 WIB.

www.google-rangkaianprogrammerATMega8535.com. Senin, 12 April 2010 pukul 02.30 WIB.

www.google-gambartactileswitch.com.
Kamis, 25 Maret 2010 pukul 14.45 WIB.

www.google-gambardioda.com.
Diambil 24 Juni 2010 pkl.12.30 WIB

