

Rancang Bangun Alat Ukur Tekanan Darah Manusia Menggunakan Sensor 2SMPP Yang Dapat Menyimpan Data

Febriyani M. Kandou.⁽¹⁾, Drs. Bahrun, M.Kes⁽²⁾, S.R.U. A. Sompie, ST.,MT.⁽³⁾, Ir. B. S. Narasiang.⁽⁴⁾,
(1)Mahasiswa,(2)Pembimbing1,(3)Pembimbing2,(4)Pembimbing3

Debbykandou90@gmail.com⁽¹⁾, Bahrun@gmail.com⁽²⁾, sherwinsompie@gmail.com⁽³⁾, Benefitnarasiang@gmail.com⁽⁴⁾

Jurusan Teknik Elektro-FT. UNSRAT, Manado-95115

Abstrak -Perkembangan teknologi membuat kualitas kehidupan manusia pada saat ini menjadi semakin tinggi. Alat Ukur Tekanan Darah Digital dalam pembuatan tugas akhir ini merupakan alat yang dapat mengukur tekanan darah dan data hasil pengukurannya dapat langsung ditampilkan pada LCD serta dapat menyimpan data. Perancangan alat ukur ini menggunakan sensor tekanan 2SMPP, motor DC, solenoid valve, mikrokontroler, dan LCD. Untuk proses setelah data nama dan usia diisi, mikrokontroler memerintahkan motor ON dan solenoid tutup, tekanan darah dan denyut nadi akan di ukur, data dari sensor 2SMPP dikirim ke mikrokontroler untuk di olah, setelah semua proses pengukuran selesai hasil pengukuran berupa tekanan darah atas (sistolik) dan tekanan darah bawah (diastolik) di tampilkan di LCD. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai hasil dari Alat Ukur Tekanan Darah Digital tugas akhir dengan Alat Ukur Tekanan Darah Analog. Rata – rata presentasi %error yang diperoleh dari pengujian adalah 2,3% untuk sistolik dan 2,35% untuk diastolic.

Kata kunci: LCD, Mikrokontroler, Sensor 2SMPP, Tekanan darah

Abstract-The development of technology makes the quality of human life at the moment high. Digital Blood Pressure Measurement in the making of this thesis is a tool that can measure blood pressure. Results and the data can be directly displayed on the LCD and simultaneously the data. The design of this measure using 2SMPP pressure sensor, DC motor, solenoid valve, a microcontroller, and LCD. For the process after the data names and ages filled, microcontroller ordered the motor ON and the solenoid is closed, blood pressure and pulse will be measured, the data from the sensor is sent to the microcontroller 2SMPP all the measuring process is completed and the result of blood pressure measurement in the form above (systolic) and the lower blood pressure (diastolic) is displayed on the LCD. Testing is done by comparing the result of Digital Blood Pressure Measuring Equipment thesis with Analog Blood Pressure Measurement. Average presentation error obtained from the test was 2.3% for systolic and 2.35% for diastolic.

Key words: Blood Pressure, LCD, microcontroller, sensor 2SMPP.

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini yang semakin pesat. Sehingga terciptalah begitu banyak alat dengan teknologi yang begitu canggih sesuai dengan kebutuhan masyarakat yang ada.

Khususnya dalam bidang elektronika merupakan bidang yang sangat berhubungan dengan pembuatan alat-alat yang

menjadi kebutuhan masyarakat luas saat ini. Salah satunya dalam bidang kesehatan. Hal ini dapat dilihat pada jenis alat ukur kesehatan, dimana alat ukur kesehatan tersebut dahulunya bekerja secara manual dan sukar dalam pembacaan namun sekarang bisa ditampilkan secara digital. Hal ini menunjukkan bahwa alat ukur tersebut telah memiliki kemajuan dalam proses pengukuran. Pengukuran tekanan darah atau tensimeter. Tensimeter ini telah bekerja secara otomatis dikendalikan oleh sensor pada proses pengambilan data pengukuran tekanan darah, kemudian hasilnya akan ditampilkan pada layar LCD. Selain itu tensimeter ini akan menginformasikan hasil pengukuran apakah tekanan darah yang terukur termasuk normal, tinggi, atau rendah, dan juga alat ini dapat pula menyimpan data hasil pengukuran yang telah dilakukan.

II. LANDASAN TEORI

A. Darah

Darah adalah cairan yang terdapat pada semua makhluk hidup (kecuali tumbuhan) tingkat tinggi yang berfungsi mengirimkan zat-zat dan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh, mengangkut bahan-bahan kimia hasil metabolisme, dan juga sebagai pertahanan tubuh terhadap virus atau bakteri.

Darah manusia adalah cairan jaringan tubuh. Fungsi utamanya adalah mengangkut oksigen yang diperlukan oleh sel – sel di seluruh tubuh. Darah juga menyuplai tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat – zat sisa metabolisme, dan mengandung berbagai bahan penyusun sistem imun yang bertujuan mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit

B. Tekanan Darah

Tekanan Darah adalah tekanan yang di timbulkan pada dinding arteri. Tekanan ini sangat di pegaruhi oleh beberapa faktor seperti curah jantung, ketegangan arteri, dan volume, laju serta kekentalan darah. Tekanan terjadi akibat fenomena siklus.

Tekanan puncak terjadi saat ventrikel berkontraksi yang disebut dengan tekanan sistolik. Sedangkan tekanan terendah terjadi saat jantung beristirahat yang disebut dengan tekanan diastolik. Tekanan darah digambarkan sebagai rasio tekanan sistolik terhadap tekanan diastolik dengan nilai rata-rata tekanan darah normal biasanya 120/80 mmHg.

Tekanan darah dapat diukur secara langsung atau tidak langsung. Pada metode langsung, kateter arteri dimasukkan

langsung ke dalam arteri. Pengukuran tidak langsung dilakukan dengan *Sfigmomanometer* dan stetoskop.

Sfigmomanometer atau tensimeter dikenalkan pertama kali oleh dr. Nikolai Korotkov, seorang ahli bedah Rusia, lebih dari 100 tahun yang lalu. Sejak itu, *sphygmomanometer* air raksa telah digunakan sebagai standar emas pengukuran tekanan darah oleh para dokter.

Tensimeter atau *sphygmomanometer* pada awalnya menggunakan raksa sebagai pengisi alat ukur ini. Sekarang, kesadaran akan masalah konservasi lingkungan meningkat dan penggunaan dari air raksa telah menjadi perhatian seluruh dunia. bagaimanapun, *sphygmomanometer* air raksa masih digunakan sehari-hari bahkan di banyak negara modern.

Namun sekarang diciptakan tensi darah digital, tensi darah digital ini sangatlah mempermudah dalam penggunaannya yaitu menjadi lebih praktis dan juga dalam pembacaan hasil pengukuran pun bisa langsung ditampilkan dilayar *LCD* dan lebih akurat. Standar hasil pengukuran tekanan darah terdapat pada tabel 1.

C. Perangkat Keras

Perangkat keras merupakan bentuk fisik pada rancang bangun alat pada tugas akhir ini yang terdiri dari rangkaian sensor, mikrokontroler *ATMega 8535*, *LCD*, Catu daya

D. Sensor Tekanan 2SMPP

Sensor tekanan 2SMPP merupakan transduser piezoresisif yang terbuat dari bahan silikon, ukuran kecil serta konsumsi daya rendah dan dirancang untuk berbagai aplikasi terutama yang menggunakan mikrokontroler. Konfigurasi pin sensor adalah sebagai berikut. Pin 1 merupakan pin *Vout (+)*, pin 2 merupakan pin *GND* dan pin 3 adalah pin *Vs*. Sedangkan pin 4 *Vout (-)*, 5 dan 6 tidak digunakan untuk *external circuit*, tetapi digunakan untuk *internal device connections*. Bentuk fisiknya terdapat pada gambar 1.

TABEL I. TEKAPAN DARAH

Tekanan Darah	Sistolik	Diastolik
Darah rendah atau hipotensi	Dibawah 90	Dibawah 60
Normal	90 - 120	60 - 80
Pre hipertensi	120 -140	80 - 90
Darah tinggi atau hipertensi (stadium 1)	140 - 160	90 - 100
Darah tinggi atau hipertensi (stadium 2)	Di atas 160	Di atas 100

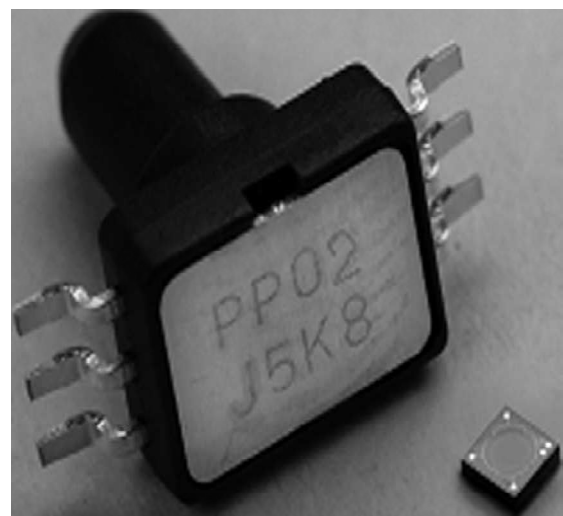
E. Mikrokontroler AVR *ATMega 8535*

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*. Beberapa diantaranya mempunyai *ADC* dan *PWM internal*. *AVR* juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam system menggunakan hubungan serial *SPI*. *ATmega 8535* adalah mikrokontroler *CMOS* 8-bit daya rendah berbasis arsitektur *RISC* yang ditingkatkan. Kebanyakan instruksi dikerjakan pada satu siklus *clock*, *Atmega 8535* mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz membuat disain sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses. Pada Gambar 2 ditampilkan konfigurasi pin mikrokontroler *AVR ATMega 8535*.

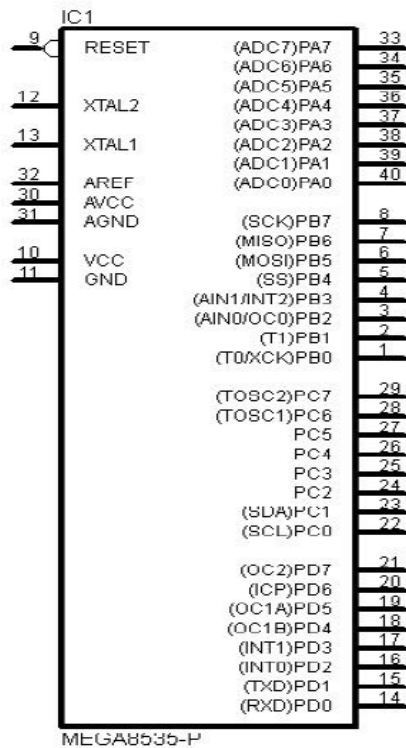
F. *LCD (Liquid Crystal Display)*

LCD (Liquid Crystal Display atau dapat di bahasa Indonesia-kan sebagai tampilan Kristal Cair) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. *LCD* bisa memunculkan gambar atau tulisan (berwarna juga bisa) dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat *LCD* adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi.

Dalam menampilkan karakter untuk membantu menginformasikan proses dan control yang terjadi dalam suatu program robot kita sering menggunakan *LCD* juga. Yang sering digunakan dan paling murah adalah *LCD* dengan banyak karakter 16x4. Maksudnya semacam fungsi tabel di ms office. 16 menyatakan kolom dan 4 menyatakan baris. Pada gambar 3 ditampilkan bentuk fisik dari *LCD*.



Gambar 1. Bentuk fisik Sensor 2SMPP



Gambar 2. Konfigurasi pin mikrokontroler AVR Atmega 8535



Gambar 3. LCD (Liquid Crystal Display)



Gambar 4. Bentuk fisik IC LM324

G. Catu Daya

Perangkat elektronika mesti dicatu oleh suplai arus searah DC (*direct current*) yang stabil agar dapat bekerja dengan baik. Baterai atau accu adalah sumber catu daya DC yang paling baik. Namun untuk aplikasi yang membutuhkan catu daya lebih besar, sumber dari baterai tidak cukup. Sumber catu daya yang besar adalah sumber bolak – balik AC (*alternating current*) dari pembangkit tenaga listrik. Untuk itu diperlukan suatu perangkat catu daya yang dapat mengubah arus AC menjadi DC.

H. IC LM324

IC (Integrated Circuit) LM324 merupakan sebuah IC Op-Amp (Operational Amplifier) yang berfungsi sebagai penguat sinyal. Amplifier (penguat) LM324 memiliki fungsi yang sama dengan IC Op-Amp jenis 741. IC 741 memiliki pin yang berjumlah 8 pin dan terdapat dua buah input (masukan) dimana masing-masing input berbeda yaitu satu buah input inverting (membalik) dan satu buah input non-inverting (tak membalik) dan satu buah *output* (keluaran) pada amplifier tersebut.

Keuntungan menggunakan IC LM324 yaitu jika pada rangkaian yang kita buat membutuhkan lebih dari satu penguat, karena IC LM324 memiliki 4 buah penguat didalam satu buah IC dengan keseluruhan pin berjumlah 14. Penguat yang terdapat dalam IC tersebut dapat digunakan dengan cara dihubungkan secara paralel jika kita menggunakan banyak input dan *output* pada rangkaian yang kita buat. Pada Gambar 3 ditampilkan bentuk fisik dari IC LM324.

I. Resistor

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya, resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum ohm diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut ohm atau dilambangkan dengan simbol Ω (omega). Nilai tegangan berbanding lurus dengan nilai arus dan berbanding terbalik dengan nilai hambatan.

Berdasarkan kegunaannya, wujud resistor sangat berbeda-beda. Pada umumnya resistor dapat dibagi dalam beberapa macam, yaitu :

Resistor Tetap, Maksud dari resistor tetap adalah nilai resistor yang selalu tetap. Nilai resistor ini tidak akan berubah – ubah karena pengaruh panas, cahaya atau lainnya. Pada umumnya jenis ini dibuat dari bahan arang atau nikeline. Pada umumnya dalam suatu rangkaian, tahanan tetap banyak dipergunakan dengan tujuan : Pembagi tegangan, Memperkecil arus, Memperbesar dan memperkecil tegangan

Resistor variabel, Prinsip kegunaannya hampir sama dengan fixed resistance. Resistor ini dapat menahan arus untuk sementara waktu, tetapi dapat diperbesar dan sebaliknya sesuai nilai ohm yang ada. Bila kita mengubah nilai ohm cukup dengan memutar dengan menggunakan obeng ke kiri atau ke kanan. Bentuk fisik beda dengan resistor tetap, resistor variabel memiliki tiga kaki, pada bagian tengah terdapat celah yang berguna untuk menempatkan ujung obeng ketika memutar.

J. Perangkat Lunak

Bahasa pemrograman atau sering diistilahkan juga dengan bahasa komputer, adalah teknik komando/instruksi standar untuk memerintah komputer. Bahasa pemograman ini merupakan suatu himpunan dari aturan sintaks dan semantik yang dipakai untuk mendefinisikan program komputer. Bahasa ini memungkinkan seorang programmer dapat menentukan secara persis data mana yang akan diolah oleh komputer, bagaimana data ini akan disimpan/diteruskan, dan jenis langkah apa secara persis yang akan diambil dalam berbagai situasi.

Pada pembuatan tugas akhir ini perangkat lunak atau program yang dipakai adalah bahasa pemrograman *Code VisionAVR C*. *Code Vision AVR* merupakan sebuah *cross-compiler C*, *Integrated Development Environment (IDE)*, dan *Automatic Program Generator* yang didesain untuk mikrokontroler buatan Atmel seri AVR. *Code VisionAVR* dapat dijalankan pada sistem operasi Windows 95, 98, Me, NT4, 2000, dan Xp.

Sebagai *compiler C*, *Code Vision AVR* telah mengandung hampir semua elemen bahasa pemrograman ANSI C. Dengan disediakannya beberapa fitur tambahan yang merupakan kebutuhan dari arsitektur AVR dan sistem *embedded*.

Sistem *Integrated Development Environment (IDE)* telah disediakan dalam chip AVR pada *System Programmer Software* yang memungkinkan mentransfer program secara otomatis ke dalam chip mikrokontroler setelah proses kompilasi sukses. *System Programmer Software* didesain untuk bekerja secara konjugasi dengan produk Atmel STK500/AVRISP/AVRProg (*AVR910 application note*), sistem Kanda, STK200+300, Dontronics DT006, Vogel Elektronik VTEC-ISP, futurlec JRAVR dan Micro Tronics ATCPU/Mega 2000 development boards.

A. Konsep dasar Perancangan Sistem

Perancangan alat pengukur tekanan darah otomatis ini menggunakan sensor tekanan sebagai pendeteksi tekanan darah, Motor dan selenoit sebagai pemompa udarah ke mangset, keypad sebagai penginput data dan mikrokontroler ATmega 8535 sebagai pengontrol utama. Sehingga hasil pengukuran bisa langsung di tampilkan secara otomatis d *LCD* sehingga memudahkan dalam proses pembacaan.

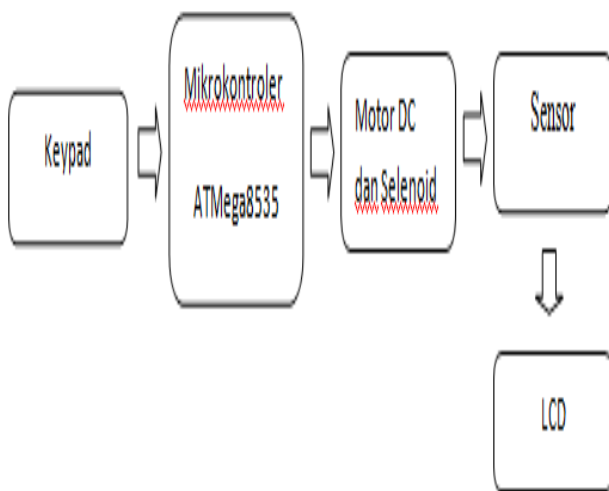
B. Skema Perancangan Sistem

Cara kerja dari tensi darah otomatis ini adalah sebagai berikut. Jika saklar di-ON kan catu daya akan aktif, maka rangkaian yang terhubung ke power supply berada dalam keadaan ON. Dengan program yang diberikan, mikrokontroler akan bekerja sesuai dengan instruksi-instruksi yang diberikan. Mula-mula *LCD* menampilkan tulisan yang berisinama dan usia, setelah mengisi data nama dan usia, sistem di ON kan dengan menekan tobol "C" ,pada saat di ON kan mikrokontroler mengirimkan perintah untuk mengONkan motor, lalu motor memompa udara ke sabuk sampai batas maksimum set point yang diberikan. sehingga motor berhenti lalu turun. Mikrokontroler lalu membaca data- data yang diberikan oleh sensor tekanan lewat *ADC*, lalu data- data itu di olah oleh mikrokontroler, lalu hasil pengukuran tersebut ditampilkan ke *LCD*. Pada gambar 5 ditampilkan blok diagram dari rangkaian.

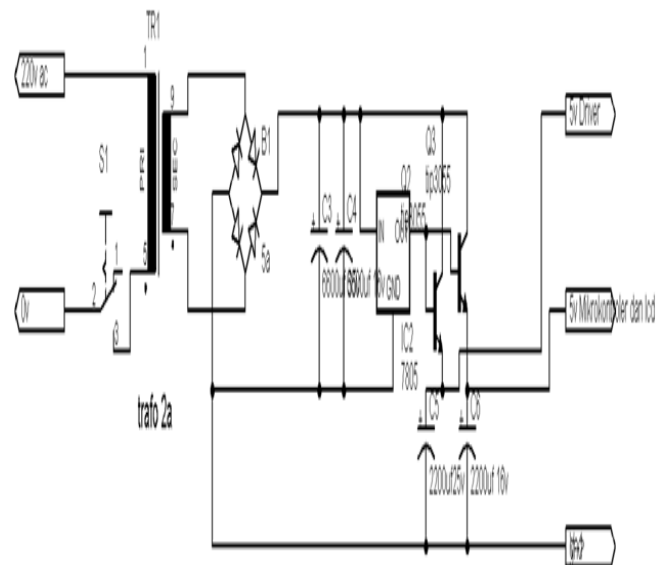
C. Rangkaian Catu daya

Rangkaian catu daya dalam hal ini dibutuhkan, catu dayamensuplay tegangan untuk menjalankan semua sistem yaitu ke mikrokontroler ATmega 8535, Motor DC, Selenoit dan *LCD* menggunakan tegangan 5 V DC. Adapun rangkaian catu daya ditunjukkan pada gambar 6.

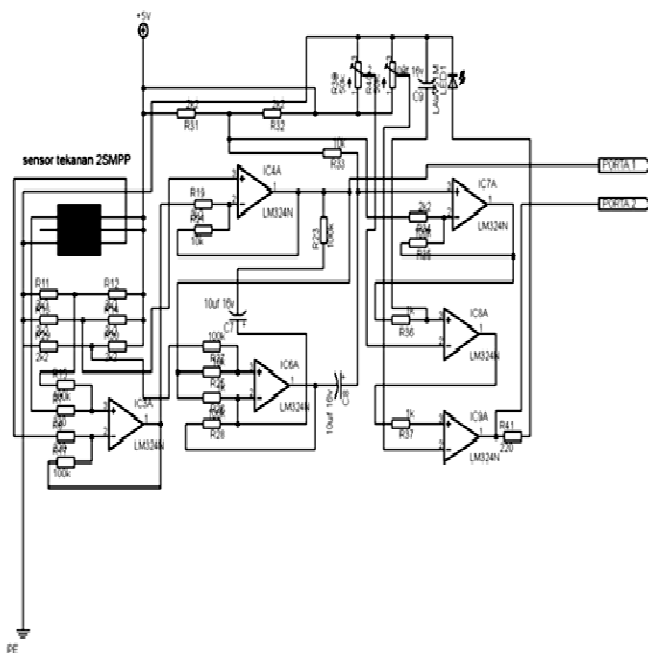
III. PERANCANGANSISTEM



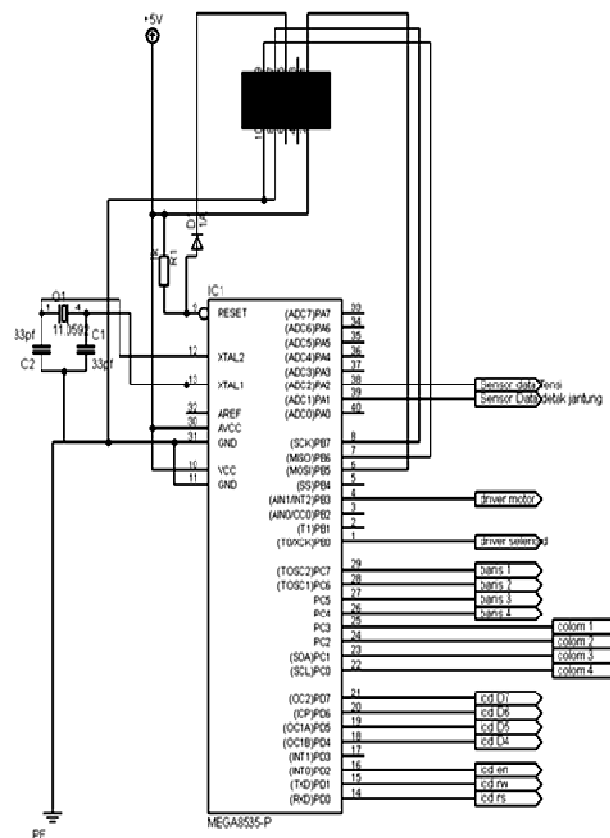
Gambar 5. Blok Diagram rangkaian



Gambar 6. Rangkaian Catu Daya



Gambar 7. Rangkaian Sensor Tekanan



Gambar 8. Rangkaian Mikrokontroler AVRATMega8535

D. Rangkaian Sensor Tekanan

Cara kerja dari rangkaian sensor tekanan adalah sebagai berikut ketika *power supply* ON maka rangkaian sensor tekanan mendapat tegangan 5 V. Dengan program yang diberikan maka modul sensor akan mengirim data ON mikrokontroler kemudian mengirim perintah solenoid dalam keadaan tertutup dan motor berputar untuk memompa ke sabuk sambil sensor tersebut menangkap sinyal tekanan darah dan denyut nadi sampai maksimum set point berapa batas motor berhenti memompa, sinyal yang keluar dari sensor adalah tegangan diferensial dimana *out V+* dan *out V-* dan range tegangannya sangat kecil yaitu antara ± 0 mV (0 kPa) sampai ± 3.1 mV (37 kPa). Untuk itu digunakan penguatan diferensial (penguatan tegangannya menjadi lebih besar).

Sinyal yang keluar dari penguatan diferensial dikuatkan kembali dengan penguatan inverting (penguatan inverting 1) dengan 4.5 kali penguatan, dan *output* dari penguatan ini masuk pada *ADC0/portA.0* dan *ADC1/portA.1* untuk data tensi per mmHg dengan konfigurasi *ADC* untuk pembacaan tegangan diferensial antara *ADC0* dan *ADC1*. Untuk pengambilan detak jantung, sinyal keluaran dari inverting 1 diteruskan lagi pada penguatan diferensial 2 dengan 10 kali penguatan, pemasangan kapasitor 10 μ F 16 V pada kaki Op-amp berfungsi untuk mendeteksi adanya kenaikan perubahan sinyal sesaat yang lebih cepat. Tegangan akan naik secara bertahap pada kedua input pada penguatan diferensial 2, tegangan naik dikarenakan tekanan dinaikan secara perlahan dengan motor DC yang memompa ke manset sesuai dengan alur program mikrokontroler.

Dan pada tekanan tertentu sesuai tensi masing-masing orang, perubahan sinyal sesaat yang diakibatkan adanya detak jantung itu akan semakin kuat dan akan melemah dan menghilang pada saat mencapai tekanan maksimum sesuai tensi orang tersebut. Saat terjadi perubahan sinyal sesaat atau ketidak linearan kenaikan tegangan sesaat karena detak jantung maka dengan adanya kapasitor akan memperlambat perubahan tegangan tersebut. Karena kapasitor hanya terpasang pada kaki in- op amp, maka sesaat tegangan pada in+ op amp tentunya akan menjadi lebih besar karena tidak terpasang kapasitor, sehingga antara in+ dan in- pada op amp akan terjadi perbedaan tegangan. Besar perbedaan tegangan tersebut akan tergantung juga pada besar detak jantung atau perubahan sinyal sesaat yang diterima.

Sesuai dengan fungsi dari penguatan diferensial maka jumlah selisih perbedaan tegangan antara kaki in+ dan in- pada op amp yang akan keluar dari rangkaian ini, karena pada penguatan ini digunakan 100 kali penguatan maka selisih yang didapat tadi akan dikuatkan sebanyak 10 kali. Kemudian sinyal tersebut terlebih dahulu difilter dengan rangkaian resistor dan kapasitor sebelum dikuatkan kembali dengan penguatan inverting 2 dengan 45 kali penguatan, kemudian sinyal masuk pada rangkaian komparator untuk lebih memudahkan dalam pembacaan data detak tersebut. Adapun rangkaian sensor tekanan ditunjukkan pada gambar 7.

E. Perancangan Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega8535.

Pada sistem diatas mikrokontroler tidak hanya digunakan untuk mengolah data tapi juga untuk mengendalikan semua sistem. Untuk mengendalikan motor DC dan selenoit digunakan port B0 untuk solenoid dan B3 untuk Motor, untuk keypad port C0 – C7 , untuk sensor port A0 – A3 , dan untuk LCDport D0 – D7. Adapun rangkaian Mikrokontroler AVRATMega8535 ditunjukkan pada gambar 8.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Rangkaian Catu Daya

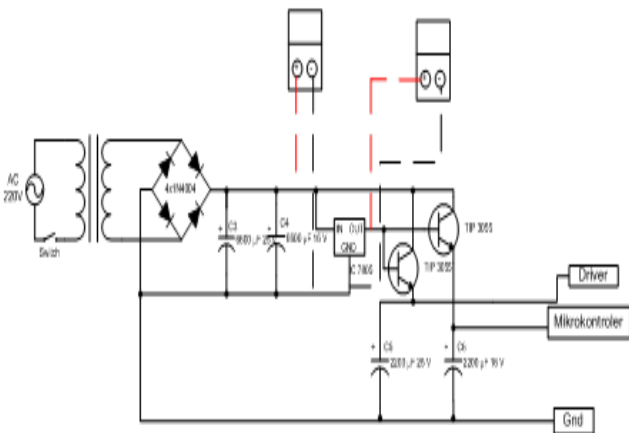
Pada pengujian catu daya dilakukan beberapa pengukuran terhadap keluaran dari dioda bridge dan filter kapasitor, IC 7805. Dibawah ini gambar rangkaian pengujian catu daya. Berdasarkan hasil pengujian hasil yang diperoleh untuk *Vout* pada keluaran dari dioda bridge hasilnya dari sumber *Vin* 12 V berubah naik menjadi 20,38 V. Nilai *Vout* ini berubah karena dipengaruhi oleh filter kapasitor yang terpasang secara paralel. Untuk *Vout* dari IC Regulator memperoleh nilai yang masih memenuhi kestabilan regulator. Adapun tampilan pengujian catu daya pada gambar 9.

B. Pengujian LCD

LCD (*Liquid Crystal Display*) diuji menggunakan mikrokontroler untuk mengetahui keadaan tampilan dari LCD. Pengujian kondisi LCD dilakukan dengan menghubungkan port D sebagai output dari sistem dengan pin – pin yang sesuai pada LCD : Port D₀ select, Port D₁ dihubungkan dengan Read/Write, Port D₂ dihubungkan dengan Enable, Port D₄ dihubungkan dengan Data bit 4 LCD, Port D₅ dihubungkan dengan Data bit 5 LCD, Port D₆ dihubungkan dengan Data bit 6 LCD, Port D₇ dihubungkan dengan Data bit 7 LCD.

C. Pengujian Rangkaian Keseluruhan

Pengujian sistem dilakukan dengan Tensimeter Analog. Pengujian dilakukan untuk mengetahui keakuratan Tensimeter Digital tugas akhir dan sistem keseluruhan dengan cara:



Gambar 9. pengujian Catu daya

Mengukur tekanan darah dengan menggunakan Tensimeter Analog, Mengukur kembali tekanan darah tersebut dengan menggunakan Tensimeter Digital yang dibuat untuk Tugas Akhir ini, Membandingkan kedua hasil pengukuran. Pada tabel 2 sampai tabel 7 ditampilkan hasil pengukuran analog dan digital dari range usia 10 – 70 tahun ke-atas. Rumus untuk menghitung presentasi selisih pengukuran antara Analog dan Digital pada Sistolik :

$$\frac{\text{Pengukuran Analog} - \text{Pengukuran Digital}}{\text{Pengukuran Digital}} \times 100\% \quad (1)$$

Rumus untuk menghitung presentasi selisih pengukuran antara Analog dan Digital pada Diastolik:

$$\frac{\text{Pengukuran Analog} - \text{Pengukuran Digital}}{\text{Pengukuran Digital}} \times 100\% \quad (2)$$

Dan, secara keseluruhan diperoleh rata – rata % ketelitian Sistolik:

$$\frac{\sum \% \text{ error}}{6} \quad (3)$$

Secara keseluruhan diperoleh rata – rata % ketelitian Diastolik :

$$\frac{\sum \% \text{ error}}{6} \quad (4)$$

Pengujian kalibrasi pada Tensimeter Digital (Tugas Akhir) dengan menggunakan Tensimeter Analog memiliki nilai presentasi ketelitian sebesar Sistolik 2,3% dan Diastolik 2,35% sehingga alat ini dapat dikatakan akurat. Adapun tampilan alat terdapat pada gambar 10.

D. Pengujian Memori

Pengujian memori ini dilakukan untuk melihat apakah alat ini bisa menyimpan data hasil pengukuran dengan baik dan akurat. Alat ini bisa menyimpan sampai 10 kali hasil pengukuran.



Gambar 10. Tampilan Alat

TABEL II. TABEL HASIL PENGUKURAN DARI RANGE USIA 10 – 20 TAHUN

NO	Nama	Umur	Hasil Pengukuran				Selisih	Selisih
			Tensimeter Analog		Tensimeter Digital		%	%
			Tensi (mmHg)	Keterangan	Tensi (mmHg)	Keterangan	Sistolik	Diastolik
1	Naomi	12	90/65	Normal	92/63	Normal	2,2%	3,1%
2	Evan	14	105/60	Normal	102/62	Normal	2,8%	3,3%
3	Valen	15	80/60	Rendah	81/60	Rendah	1,2%	0%
4	Sonia	15	110/70	Normal	112/68	Normal	1,8%	2,8%
5	Vabio	16	87/65	Rendah	90/63	Normal	3,4%	3%
6	Ian	17	120/60	Normal	122/61	Pre hipertensi	1,6%	1,6%
7	Essen	17	100/70	Normal	102/68	Normal	2,8%	2%
8	Aldo	18	125/80	Pre hipertensi	127/82	Pre hipertensi	1,6%	2,5%
9	Puji	20	110/80	Normal	112/81	Normal	1,8%	1,2%
10	Putri	20	120/75	Normal	125/72	Pre hipertensi	4,1%	2,7%

TABEL V. TABEL HASIL PENGUKURAN DARI RANGE USIA 40 – 50 TAHUN

NO	Nama	Umur	Hasil Pengukuran				Selisih	Selisih
			Tensimeter Analog		Tensimeter Digital		%	%
			Tensi (mmHg)	Keterangan	Tensi (mmHg)	Keterangan	Sistolik	Diastolik
1	Oni	41	150/90	Hipertensi 1	153/91	Hipertensi 1	2%	1,1%
2	Tommi	41	130/80	Pre hipertensi	134/78	Pre hipertensi	3,1%	2,5%
3	Charles	43	120/70	Normal	122/69	Pre hipertensi	1,6%	1,4%
4	Ine	43	135/80	Pre hipertensi	130/82	Pre hipertensi	3,7%	2,5%
5	Ella	45	120/60	Normal	123/62	Normal	2,5%	3,3%
6	Mei	47	120/65	Normal	118/64	Normal	1,6%	1,6%
7	Aneke	48	80/60	Rendah	82/58	Rendah	2,5%	3,3%
8	Jerry	48	140/80	Pre hipertensi	144/82	Hipertensi	2,8%	2,5%
9	Ane	49	120/60	Normal	121/60	Normal	0,8%	0%
10	Hanny	49	130/85	Pre hipertensi	133/82	Pre hipertensi	2,3%	3,5%

TABEL III. TABEL HASIL PENGUKURAN DARI RANGE USIA 20 – 30 TAHUN

NO	Nama	Umur	Hasil Pengukuran				Selisih	Selisih
			Tensimeter Analog		Tensimeter Digital		%	%
			Tensi (mmHg)	Keterangan	Tensi (mmHg)	Keterangan	Sistolik	Diastolik
1	Nisa	22	80/60	Rendah	79/60	Rendah	1,2%	0%
2	Chey	22	130/80	Pre hipertensi	128/82	Pre hipertensi	1,5%	2,5%
3	Eby	23	100/70	Normal	98/73	Normal	2%	4,2%
4	Joiner	23	100/70	Normal	97/68	Normal	3%	2,8%
5	Isser	23	110/80	Normal	111/80	Normal	0,9%	0%
6	Tasya	23	85/60	Rendah	88/57	Rendah	3,5%	5%
7	Rocky	24	120/85	Normal	115/81	Normal	4,1%	4,7%
8	Riske	24	80/50	Rendah	83/52	Rendah	3,7%	4%
9	Freka	25	145/100	Hipertensi 1	150/98	Hipertensi 1	3,4%	2%
10	Sonny	26	110/70	Normal	113/70	Normal	2,7%	0%

TABEL VI. TABEL HASIL PENGUKURAN DARI RANGE USIA 60 – 70 TAHUN

NO	Nama	Umur	Hasil Pengukuran				Selisih	Selisih
			Tensimeter Analog		Tensimeter Digital		%	%
			Tensi (mmHg)	Keterangan	Tensi (mmHg)	Keterangan	Sistolik	Diastolik
1	Revny	61	140/90	Hipertensi 1	144/92	Hipertensi 1	2,8%	2,2%
2	Terni	61	85/55	Rendah	82/53	Rendah	3,5%	3,6%
3	Henny	64	120/75	Normal	123/77	Normal	2,5%	2,6
4	Helly	64	130/85	Pre hipertensi	127/83	Pre hipertensi	2,3%	2,3%
5	Jonny	65	145/90	Hipertensi 1	148/92	Hipertensi 1	2,1%	2,2%
6	Betra	66	120/80	Normal	123/78	Pre hipertensi	2,5%	2,5%
7	Buang	67	140/80	Pre hipertensi	141/82	Hipertensi 1	0,7%	2,5%
8	Meyli	67	100/70	Normal	103/72	Normal	3%	2,8%
9	Yenny	68	120/80	Normal	123/82	Pre hipertensi	2,5%	2,5%
10	Antoni	69	150/90	Hipertensi 1	152/88	Hipertensi 1	1,3%	2,2%

TABEL IV. TABEL HASIL PENGUKURAN DARI RANGE USIA 30 – 40 TAHUN

NO	Nama	Umur	Hasil Pengukuran				Selisih	Selisih
			Tensimeter Analog		Tensimeter Digital		%	%
			Tensi (mmHg)	Keterangan	Tensi (mmHg)	Keterangan	Sistolik	Diastolik
1	Pingkan	30	100/80	Normal	102/81	Normal	1,9%	1,2%
2	Devvy	31	130/80	Pre Hipertensi	135/78	Pre hipertensi	3,8%	2,5%
3	Riego	31	140/90	Hipertensi 1	144/88	Hipertensi 1	2,8%	2,2%
4	Jonly	31	120/80	Normal	124/83	Pre hipertensi	3,3%	3,7%
5	Ega	32	120/70	Normal	119/70	Normal	0,8%	0%
6	Nando	32	90/60	Normal	89/58	Rendah	1,1%	2,5%
7	Ical	35	140/80	Pre hipertensi	137/82	Pre hipertensi	2,1%	2,5%
8	Ardi	35	80/60	Rendah	78/61	Rendah	2,5%	1,6%
9	Maya	36	100/60	Normal	98/62	Normal	2%	3,3%
10	Arthur	37	120/70	Normal	122/71	Pre hipertensi	1,6%	1,4%

TABEL VII. TABEL HASIL PENGUKURAN DARI RANGE USIA 70 KE-ATAS

NO	Nama	Umur	Hasil Pengukuran				Selisih	Selisih
			Tensimeter Analog		Tensimeter Digital		%	%
			Tensi (mmHg)	Keterangan	Tensi (mmHg)	Keterangan	Sistolik	Diastolik
1	Maria	72	130/80	Pre hipertensi	133/82	Pre hipertensi	2,3%	2,5%
2	Rose	72	110/65	Normal	113/63	normal	2,7%	3%
3	Max	73	145/90	Hipertensi 1	142/88	Hipertensi 1	2,1%	2,2%
4	Al	74	130/80	Pre hipertensi	128/79	Pre hipertensi	1,5%	1,2%
5	Min	74	120/70	Normal	121/71	Pre hipertensi	0,8%	1,4%
6	Rike	75	135/70	Pre hipertensi	138/68	Pre hipertensi	2,2%	2,8%
7	Jhonny	77	155/90	Hipertensi 1	150/93	Hipertensi 1	3,2%	3,3%
8	Yully	78	90/50	Rendah	92/52	Rendah	2,2%	4%
9	Ani	80	120/70	Normal	122/72	Pre hipertensi	1,6%	2,8%
10	Teos	84	145/90	Hipertensi 1	148/92	Hipertensi 1	2,1%	2,2%

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengujian setelah aplikasi pada Tugas Akhir ini selesai di rancang dan di realisasikan diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Waktu yang dibutuhkan oleh motor berhenti dan selenoit membuka dipengaruhi juga oleh besarnya urat nadi seseorang. Apabila seseorang memiliki urat nadi yang kecil maka motor cenderung memompa ke manset lebih lama dibandingkan dengan orang yang memiliki urat nadi yang besar.

Alat pengukur tekanan darah pada Tugas Akhir ini digunakan untuk mengukur tekanan darah dan hasil dari pengukuran dapat langsung ditampilkan di *LCD* sehingga lebih mempermudah dalam pembacaan dan juga bisa menyimpan hasil pengukuran hingga 10 kali hasil pengukuran.

Perbandingan hasil pengukuran tekanan darah menggunakan tensimeter manual dengan tensimeter digital TA memiliki rata – rata % ketelitian untuk sistolik 2,3% dan diastolik 2,35%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 2SMPP, Data *sheet* sensor 2SMPP tersedia di: [Http://datasheetSensor2SMPP.com/2SMPP.pdf](http://datasheetSensor2SMPP.com/2SMPP.pdf)
- [2] A.Winoto, *MikrokontrolerAVR ATmega8/16/32/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR*, Bandung: Informatika, 2010.
- [3] Atmel, ATmega 8535 tersedia di: <http://www.atmel.com/images/doc2502.pdf>
- [4] H. Andrianto, *Pemograman Mikrokontroler AVR ATmega 8535 Menggunakan Code Vision AVR*, Bandung, 2008.
- [5] Linsley,Trevor;Satriawan, Mirza; Hardani, Wibi; Santika, Wayan.. *Instlasi Listrik Dasar Edisi ke-3.*: Erlangga.Jakarta.2004
- [6] N.J. Maulidi, *Gluterna Meter Digital Untuk Mengukur Tekanan Darah Manusia Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535*.
- [7] P. Y. Mallo, S.T., *Rancang Bangun Alat Ukur Hemoglobin Dan Oksigen Dalam Darah Dengan Sensor Oxymeter Secara Non-Invasive*, *Skripsi*, Universitas Sam Ratulangi, Manado 2012.
- [8] R. Antonius. *Algoritma dan Pemograman dengan Bahasa C*. Yogyakarta, 2010.
- [9] Sumardi. *Mikrokontroler; Belajar AVR mulai dari nol*. Yogyakarta, 2013.
- [10] E . Walewangko, ,S.T Perancangan Dan Perakitan Sistem Keamanan Kendaraan Bermotor Berbasis Mikrokontroler Dengan Notifikasi Handphone., *Skripsi*, Universitas Sam Ratulangi,Manado,2012.