



**RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR
TINGKAT STRES MENGGUNAKAN
METODE *FUZZY LOGIC***

TUGAS AKHIR

**Program Studi
S1 Sistem Komputer**

INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA

stikom
SURABAYA

Oleh:

PRADHIPTA KRESNA HADYA

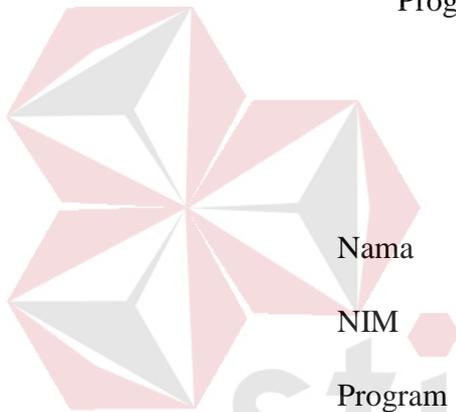
09410200056

**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA &
TEKNIK KOMPUTER SURABAYA
2014**

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR TINGKAT STRES
MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC*

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana Komputer



Disusun Oleh :

Nama : Pradhipta Kresna Hadya

NIM : 09.41020.0056

Program : S1 (Strata Satu)

Jurusan : Sistem Komputer

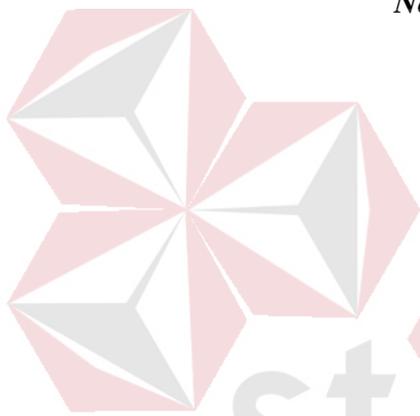
INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA
stikom
SURABAYA

SEKOLAH TINGGI
MANAJEMEN INFORMATIKA & TEKNIK KOMPUTER
SURABAYA

2014

“Remember that guy who give up ??...”

Neither does anybody else”



INSTITUT BISNIS
DAN INFORMATIKA

stikom
SURABAYA

**Kupersembahkan kepada
Allah SWT
Bapak, Ibu, Adik, dan Kakakku tercinta
Desinil tersayang
Beserta semua keluarga dan teman yang sangat mendukung**



TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR TINGKAT STRES
MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC*

Dipersiapkan dan disusun oleh

Pradhipta Kresna Hadya

NIM : 09.41020.0056

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Penguji

Pada : September 2014

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing

I. Susijanto Tri Rasmana, S.Kom, M.T _____

II. Madha Christian Wibowo, S.Kom _____

Penguji

I. Dr. Jusak _____

II. Harianto, S.Kom, M.Eng _____

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Pantjawati Sudarmaningtyas, S.Kom, M.Eng
Pembantu Ketua Bidang Akademik

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan benar, bahwa Tugas Akhir ini adalah asli karya saya, bukan plagiat baik sebagian maupun apalagi keseluruhan. Karya atau pendapat orang lain yang ada dalam Tugas Akhir ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya tindakan plagiat pada karya Tugas Akhir ini, maka saya bersedia untuk dilakukan pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Surabaya, 12 September 2014

Meterai

Rp. 6000,-

Pradhipta Kresna Hadya

NIM:09.41020.0056

ABSTRAK

Stres adalah keadaan ketika individu berada dalam situasi yang penuh tekanan, berbagai penelitian mengenai stres baik dari disiplin ilmu psikologi maupun kesehatan sebagian besar menemukan bahwa stres berkontribusi negatif bagi kesehatan. Alat pengukur tingkat stres menggunakan metode *fuzzy logic* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur seberapa tinggi tingkat kejenuhan atau ketegangan manusia dengan parameter detak jantung, suhu tubuh, dan tekanan darah. Menggunakan Arduino Uno R3 sebagai pengolah data, DS18B20 sebagai pengukur suhu tubuh, MPX5050DP sebagai pengukur detak jantung dan tekanan darah. Hasil parameter yang diukur kemudian dibandingkan dengan tabel batasan tingkat stres dengan menggunakan metode *fuzzy* sebagai pengambil keputusan.

Pengukuran suhu tubuh menggunakan sensor DS18B20 mempunyai tingkat keakuratan 99,48 %, sedangkan pengukuran tekanan sistolik, diastolik dan detak jantung menggunakan sensor MPX5050DP mempunyai tingkat keakuratan 91,94 %, 89,59 % dan 96,7 %. Penghitungan tingkat stres dengan menggunakan metode *fuzzy* berjalan dengan baik dengan persentase keberhasilan 100% sesuai dengan analisis *fuzzy* secara manual.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kemudahan kepada penulis, salah satunya dengan diberikannya kesempatan di waktu-waktu terakhir untuk menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR TINGKAT STRES MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC*”. Tugas Akhir tersebut merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Teknik Komputer Surabaya.

Pada kesempatan ini, penulis haturkan pula penghargaan dan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan sejak dari proses persiapan hingga proses penyusunan penelitian ini. Secara khusus, penghargaan dan terima kasih penulis haturkan kepada :

1. Bapak dan Ibu, yang telah memberikan segalanya demi cita-cita penulis.
2. Adik dan kakak tercinta, yang telah memberi dukungan moril dan doanya.
3. Destia Dewi Prima Diatri, S.E tersayang, yang telah membantu pagi siang malam dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Prof. Dr. Budi Jatmiko, M.Pd., selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Surabaya.
5. Ibu. Pantjawati Sudarmaningtyas, S.Kom., M.Eng. selaku Pembantu Ketua Bidang Akademik STIKOM Surabaya telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.

6. Dr. Jusak, selaku Ketua Prodi Sistem Komputer Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Surabaya.
 7. Susijanto Tri Rasmana, S.Kom., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan kepada peneliti dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
 8. Madha Christian Wibowo, S.Kom., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan kepada peneliti dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
 9. Segenap Dosen Pengajar program studi S-1 Sistem Komputer.
 10. Perpustakaan STIKOM Surabaya, yang telah membantu menyediakan buku-buku bagi keperluan penulis.
 11. Teman - teman penulis di Jurusan Sistem Komputer yang telah membantu dalam perkuliahan selama di STIKOM Surabaya.
 12. Teman – teman kos yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
- Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan perkembangan teknologi di Indonesia pada umumnya.

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Stres	6
2.1.1 Pengukuran Tingkat Stres	6
2.2 Tekanan Darah.....	7
2.2.1 Pengukuran Tekanan Darah	8
2.3 Metode <i>Fuzzy</i>	10
2.3.1 Fungsi Keanggotaan.....	11
2.4 Operator-Operator <i>Fuzzy</i>	14
2.5 Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i>	15
2.5.1 Metode Tsukamoto.....	16

2.5.2	Metode Sugeno.....	16
2.6	Arduino Uno R3	17
2.7	Sensor Tekanan MPX5050DP.....	19
2.8	Sensor suhu DS18B20.....	21
2.9	LCD 16x2.....	21
2.10	<i>Solenoid Valve</i>	23
2.11	Motor DC.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		26
3.1	Prosedur Penelitian	26
3.2	Perancangan Perangkat Keras	27
3.2.1	Rangkaian Arduino Uno R3.....	29
3.2.2	Rangkaian <i>Power Supply</i> 6 V.....	30
3.2.3	Rangkaian Sensor Tekanan MPX5050DP	31
3.2.4	Rangkaian Sensor Suhu DS18B20.....	32
3.2.5	Rangkaian LCD 16x2.....	33
3.2.6	Rangkaian <i>Relay</i> Motor DC 6 V dan <i>Solonoid Valve</i>	34
3.3	Perancangan Program.....	35
3.3.1	Blok Inisialisasi	36
3.3.2	Blok Baca Sensor	36
3.3.3	Blok Perhitungan Tekanan Darah Dan Detak Jantung.....	36
3.3.4	Blok Perhitungan Suhu Tubuh	38
3.3.5	Blok <i>Fuzzy Logic</i> Tingkat Stres	38
3.3.6	Blok Tampil Hasil	43

3.4	Prosedur Evaluasi	44
3.5	Pengujian Sistem	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		46
1.1	Pengujian <i>Board</i> Arduino Uno R3	46
1.1.1	Tujuan.....	46
1.1.2	Peralatan Yang Digunakan.....	46
1.1.3	Prosedur Pengujian.....	46
1.1.4	Hasil Pengujian <i>Board</i> Arduino Uno R3.....	46
1.2	Pengujian LCD	47
1.2.1	Tujuan.....	47
1.2.2	Peralatan Yang Digunakan.....	47
1.2.3	Prosedur Pengujian.....	47
1.2.4	Hasil Pengujian LCD	47
1.3	Pengujian Sensor Tekanan MPX5050DP	49
1.3.1	Tujuan.....	49
1.3.2	Peralatan Yang Digunakan.....	49
1.3.3	Prosedur pengujian	49
1.3.4	Hasil Pengujian Sensor Tekanan MPX5050DP	50
1.4	Pengujian Sensor Suhu DS18B20	59
1.4.1	Tujuan.....	59
1.4.2	Peralatan Yang Digunakan.....	59
1.4.3	Prosedur Pengujian.....	59
1.4.4	Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....	60

1.5	Pengujian Metode <i>Fuzzy</i>	62
1.5.1	Tujuan.....	62
1.5.2	Peralatan Yang Digunakan.....	62
1.5.3	Prosedur Pengujian.....	62
1.5.4	Hasil Pengujian Metode <i>Fuzzy</i>	62
1.6	Pengujian Sistem Secara Keseluruhan	65
1.6.1	Tujuan.....	65
1.6.2	Peralatan Yang Digunakan.....	65
1.6.3	Prosedur Pengujian.....	65
1.6.4	Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.....	65
BAB V PENUTUP.....		69
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA		71
LAMPIRAN		73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Parameter Tingkat Stres Pada Usia Dewasa Muda	7
Tabel 2.2	Spesifikasi Arduino Uno R3.....	17
Tabel 3.1	<i>Rule Fuzzy</i> Tingkat Stres	43
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Keluaran Pin Digital Arduino (Pin 8)	46
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran Tekanan Darah dan Detak Jantung	57
Tabel 4.3	Hasil Pengukuran Sensor Suhu DS18B20.....	60
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan.....	67



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dengan berkembangnya teknologi, dan pesatnya kemajuan ekonomi membawa perubahan pula pada kehidupan manusia. Perubahan-perubahan tersebut menuntut manusia agar selalu mampu bersaing, dan berkompetisi dalam kehidupannya. Hal ini pula yang membawa manusia dalam suatu keadaan jenuh, dan penuh tekanan dalam hidupnya sehingga tak jarang manusia berada dalam keadaan stres, yang dikarenakan sulitnya menyesuaikan diri dengan perkembangan lingkungan tersebut. Stres dapat bersumber dari berbagai hal, seringkali disebut *stressors*. Menurut Suryani, dan Widyayantoro (2001; 189) penyebab stres pada manusia dibagi menjadi beberapa bagian, antara lain *school stress* (sumber stres dari lingkungan pendidikan), *financial stress* (sumber stres dari pendapatan), dan *job stress* (sumber stres dari pekerjaan). Faktor-faktor yang mempengaruhi stres menurut Rasmun (2004) adalah kemampuan individu mempersepsikan *stressors*, jumlah *stressors* yang harus dihadapi dalam waktu yang sama, dan lamanya *stressors* yang dihadapi.

Dari berbagai penelitian mengenai stres baik dari disiplin ilmu psikologi maupun kesehatan, sebagian besar menemukan bahwa stres berkontribusi negatif bagi kesehatan (Plaut, dan Friedman, 1981; Baker dkk, 1987 dalam Siboro, T. S: 2008). Penelitian tersebut membuktikan bahwa stres berpotensi mempertinggi peluang seseorang untuk terinfeksi penyakit, dan menurunkan daya tahan tubuh. Dampak negatif lainnya adalah stres bisa menimbulkan perasaan tidak nyaman

jika tidak mampu dikelola, sehingga diperlukan suatu kemampuan untuk mengelola stres atau *stress management*.

Tanda-tanda reaksi stres manusia meliputi reaksi fisik, antara lain tingginya detak jantung (*increased heart rate*), naiknya tekanan darah (*elevated blood pressure*), dan berkeringat dingin (*cold hand*). Menurut Elizabeth Scott (2010) stres meliputi empat kondisi, yaitu tegang (*s = stressed*), cemas (*t = tense*), tenang (*c = calm*), dan rileks (*r = relaxed*).

Banyak dampak negatif yang diakibatkan oleh stres bagi kesehatan, maka diperlukan suatu alat yang mampu digunakan untuk mengukur tingkat stres pada manusia. Pengukuran tekanan darah, detak jantung, dan suhu tubuh saat ini masih menggunakan peralatan yang belum terintegrasi, sehingga kurang efektif dan efisien jika digunakan sebagai pengukur tingkat stres.

Dengan berkembangnya teknologi yang semakin meningkat terutama di bidang ilmu elektronika. Perkembangan tersebut ditandai dengan ditemukannya sensor-sensor yang bisa digunakan untuk mengukur besaran-besaran fisis yang ada di lingkungan, seperti temperatur, tekanan, dll. Untuk mengolah data dari sensor-sensor tersebut berkembang pula berbagai jenis *microcontroller*.

Perkembangan teknologi dalam bidang elektronika tersebut, mendorong perancangan alat pengukur tingkat stres secara otomatis. Tugas Akhir ini berfokus pada pembuatan alat yang mampu mengukur tingkat stres dengan parameter suhu, tekanan darah, dan detak jantung menggunakan *microcontroller*. Penelitian Tugas Akhir ini melanjutkan penelitian Suwanto (2012), tentang perancangan alat pendeteksi stres dengan parameter tekanan darah, detak jantung dan suhu tubuh. Tugas Akhir ini berfokus pada penambahan metode *fuzzy* untuk menentukan

tingkat stres dengan penggunaan sensor tekanan MPX5050DP dan sensor suhu DS18B20, yang mempunyai *range* pengukuran lebih besar dibandingkan dengan sensor yang digunakan pada penelitian Suwanto (2012).

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengukur parameter tekanan darah, detak jantung, dan suhu tubuh menggunakan sensor, sehingga datanya dapat dikelola oleh *microcontroller*.
2. Menentukan tingkat stres pada manusia dengan menggunakan logika *fuzzy* dari parameter suhu, tekanan darah, dan detak jantung.

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan dan pembuatan alat, terdapat beberapa pembatasan masalah, antara lain:

1. Pengontrolan sistem menggunakan arduino.
2. Parameter stres yang diukur adalah tekanan darah, detak jantung, dan suhu tubuh.
3. Subjek yang diukur tidak dalam kondisi sakit atau setelah melakukan aktivitas berat.
4. Subjek yang diukur berusia dewasa muda (20 sampai 40 tahun).

1.4 Tujuan

Tujuan dari pembuatan proyek Tugas Akhir ini, sebagai berikut ini:

1. Mengolah hasil pengukuran sensor mengenai parameter tekanan darah, detak jantung, dan suhu tubuh menggunakan *microcontroller*.
2. Menentukan tingkat stres pada manusia dengan menggunakan logika *fuzzy*.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini secara sistematis diatur, dan disusun dalam lima bab yang di dalamnya terdapat beberapa sub bab. Secara ringkas, uraian materi dari bab pertama hingga bab terakhir adalah sebagai berikut:

BAB I : Pendahuluan

Bab pendahuluan ini membahas mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, kontribusi serta sistematika dari penulisan Tugas Akhir.

BAB II : Landasan Teori

Bab landasan teori ini menjelaskan mengenai tingkat stres pada manusia, sensor tekanan MPX5050DP, arduino, motor DC 6V, *solenoid valve*, sensor suhu DS18B20, LCD 16x2, dan metode *fuzzy*.

BAB III : Metode Penelitian

Bab metode penelitian ini membahas tentang tahap-tahap perancangan yang diawali dari studi literatur, perancangan dan pembuatan perangkat keras dan lunak. Perangkat keras yang digunakan meliputi motor DC 6 V, *solenoid valve*, rangkaian filter *highpass*, *amplifier*, sensor tekanan MPX5050DP, LCD, dan sensor suhu DS18B20. Perangkat lunak yang digunakan adalah arduino IDE sebagai sarana untuk memasukkan program ke dalam *board* arduino.

BAB IV : Pengujian Sistem

Bab pengujian sistem ini membahas mengenai pengujian sistem baik *hardware* maupun *software*. Pengujian *hardware* meliputi modul sensor

tekanan MPX5050DP, arduino, motor DC 6V, *solenoid valve*, sensor suhu DS18B20, dan LCD 16x2.

BAB V : Penutup

Bab penutup ini merupakan kesimpulan dari hasil pengujian sistem secara keseluruhan, dan saran-saran yang diharapkan dalam pengembangan lebih lanjut dari Tugas Akhir ini.



BAB II

LANDASAN TEORI

Teori-teori yang digunakan dalam perancangan perangkat keras dan perangkat lunak adalah studi kepustakaan berupa data literatur dari masing-masing komponen, informasi dari internet berupa publikasi ilmiah, jurnal serta menggunakan teori dari buku penunjang, antara lain:

2.1 Stres

Stres adalah keadaan ketika individu berada dalam situasi yang penuh tekanan atau ketika individu merasa tidak sanggup mengatasi tuntutan yang dihadapinya (Marks dkk, 2011). Atkinson (2011) mendefinisikan stres sebagai suatu kondisi ketika individu dihadapkan pada peristiwa yang mereka anggap membahayakan ketentraman kondisi fisik dan psikologis mereka. Stres merupakan suatu dampak dari sebuah keadaan yang bersumber dari keadaan yang tidak biasa. Sumber stres merupakan segala hal yang bersifat memberikan tekanan, menurut Lahey (2007) yang menjadi faktor utama penyebab stres adalah kejadian baik maupun buruk (*life events*), frustasi (*frustration*), konflik (*conflict*), tekanan (*pressure*), dan kondisi lingkungan (*environmental conditions*).

2.1.1 Pengukuran Tingkat Stres

Dalam mengukur tingkat stres manusia, menurut Suwanto (2012) terdapat empat parameter yang diukur yaitu tekanan darah (*blood pressure / BP*), detak jantung (*heart rate/ HR*), suhu tubuh (*human temperature/ T*), dan resistansi kulit (*galvanic skin resistance/ GSR*). Resistansi kulit (GSR) biasanya diambil dari tahanan dua jari tangan dalam satuan siemens. Detak jantung (HR) diukur dalam

satuan *beat per minute* yang nilai normalnya adalah 70-80 BPM. Tekanan darah (BP) terbagi menjadi tekanan darah batas bawah (*blood presure diastole/ BPD*) dan tekanan darah batas atas (*blood presure systole/ BPS*), yang nilai normalnya adalah 120 untuk *systole* dan 80 untuk *diastole* (WHO & ISH dalam Suwarto: 2012). Temperatur tubuh (T) dalam satuan derajat celcius, nilai normalnya adalah 37°C (Gabriel, 2004).

Suwarto (2012) membagi tingkat stres menjadi 4, yaitu rileks, tenang, cemas, dan tegang. Hubungan antara parameter tingkat stres dengan kondisi tingkat stres secara terperinci digambarkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Parameter Tingkat Stres Pada Usia Dewasa Muda

Kondisi	Parameter			
	GSR (Siemens)	HR (bpm)	BP (mmHg)	T (°C)
Rileks	< 2	60 - 70	100/70 – 110/75	36 - 37
Tenang	2 – 4	70 - 90	110/75 – 120/85	35 - 36
Cemas	4 – 6	90 - 100	120/90 – 130/110	33 - 35
Tegang	> 6	> 100	BPS > 130, BPD > 110	< 33

2.2 Tekanan Darah

Tekanan darah merupakan tekanan pada pembuluh arteri ketika darah di pompa oleh jantung ke seluruh anggota tubuh manusia. Besarnya tekanan ini bervariasi seiring dengan mengecilnya ukuran pembuluh darah.

Tekanan darah dibagi menjadi 2 jenis, yaitu tekanan sistolik dan tekanan diastolik. Tekanan sistolik merupakan tekanan yang dihasilkan saat jantung mulai berkontraksi untuk memompa darah, sedangkan tekanan diastolik merupakan tekanan yang dihasilkan saat jantung beristirahat setelah berdenyut. Keduanya memiliki nilai yang selalu berubah-ubah setiap kali berdenyut. Perubahan tersebut disebabkan oleh beberapa macam faktor antara lain seperti stres, perasaan tidak

nyaman, kandungan nutrisi dalam makanan, konsumsi obat-obatan, penyakit, dan olahraga (Purnomo, 2010).

2.2.1 Pengukuran Tekanan Darah

Secara garis besar ada 2 teknik pengukuran tekanan darah, yaitu secara *invasive* dan *non-invasive*. Pengukuran secara *invasive* dilakukan dengan cara menusukkan jarum *cannula* ke pembuluh arteri, teknik ini memiliki keakuratan yang tinggi, namun dibutuhkan teknik yang baik dan benar, serta alat yang digunakan besar dan kompleks sehingga teknik ini kurang sesuai untuk pemakaian yang mementingkan kepraktisan.

Pengukuran *non-invasive* cenderung lebih mudah dan praktis bila dibandingkan dengan metode *invasive*, sehingga pengukuran secara *non-invasive* lebih sering digunakan walaupun memiliki tingkat keakuratan lebih rendah. Teknik pengukuran *non-invasive* dibagi menjadi 2 metode, yaitu *auscultatory* dan *oscillometric*.

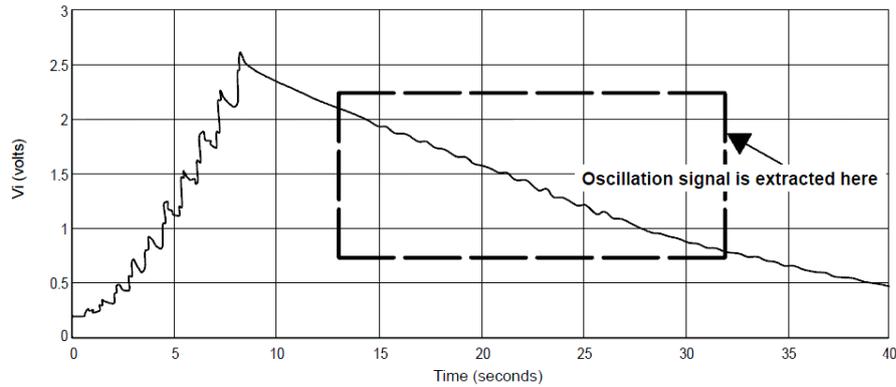
1. Metode *Auscultatory*

Metode ini menggunakan 2 buah alat yaitu *sphygmomanometer* dan stetoskop. Pengukuran dengan metode ini dilakukan dengan cara melilitkan *handcuff* pada lengan dan mendengarkan suara aliran darah menggunakan stetoskop.

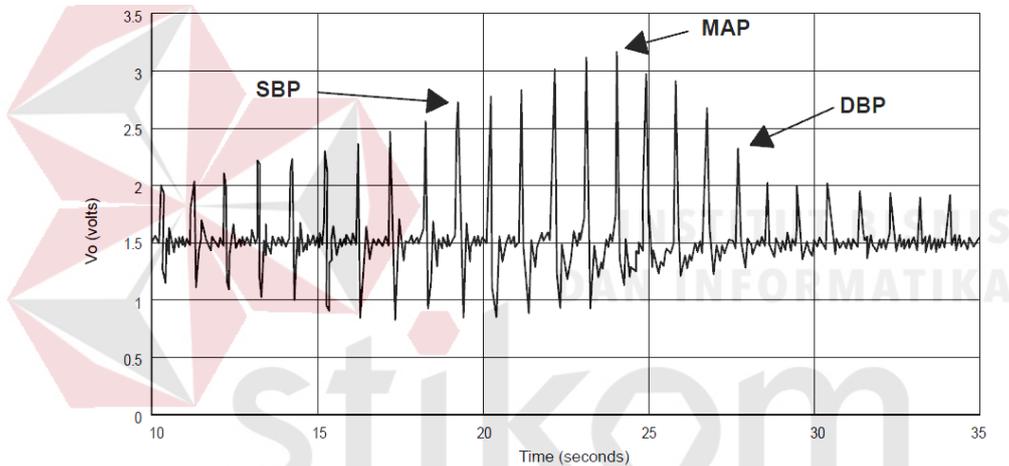
2. Metode *Oscillometric*

Pengukuran dengan metode *oscillometric* adalah dengan menggunakan sensor tekanan sebagai pengukur tekanan pada *handcuff*. Dengan melilitkan *handcuff* yang dapat terisi udara pada lengan dan dipompakan udara sampai tekanan tertentu, sensor tekanan akan menerima sinyal

tekanan dari *handcuff* untuk diterjemah menjadi tekanan sistolik atau diastolik melalui *microcontroller*.



Gambar 2.1 Contoh Hasil Sinyal *Output* Sensor Tekanan



Gambar 2.2 Contoh Sinyal Ekstraksi dari Sensor Tekanan 1

Gambar 2.1 merupakan contoh *sinyal output* tegangan dari *sensor* berdasarkan *variable* waktu saat *handcuff* dipompa pada tekanan tertentu dan dilepas sampai udara terbuang dari *handcuff*. Sinyal-sinyal ini setelah itu diproses oleh filter seperti filter *highpass* yang mana membuang sinyal frekuensi 0.04 Hz sedangkan yang dibutuhkan adalah 1 Hz (frekuensi tekanan darah adalah 1 Hz sedangkan 0.04 Hz merupakan frekuensi *handcuff*). Sinyal hasil ekstraksi pada Gambar 2.2, dapat menentukan posisi tekanan diastolik (DBP) dan tekanan sistolik (SBP).

Ada 2 pendapat tentang bagaimana menghitung tekanan sistolik dan diastolik pada sinyal hasil ekstraksi :

1. Tekanan sistolik dapat dihitung dengan membagikan nilai-nilai disebelah kiri MAP (*Mean Arterial Pulse*) dengan nilai MAP yang mana hasilnya = 0,85 sedangkan tekanan diastolik dapat dihitung dengan membagikan nilai-nilai puncak di sebelah kanan MAP yang mana hasilnya = 0,55 (Oktavianto, 2003).
2. Tekanan sistolik dapat dihitung dengan mengkalikan 0,6 dengan nilai puncak (MAP) sedangkan tekanan diastolik dapat dihitung dengan 0,8 dari nilai Puncak (MAP) (Scott, 1993).

2.3 Metode *Fuzzy*

Fuzzy Logic diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh pada tahun 1965, merupakan metode yang mempunyai kemampuan untuk memproses variabel yang bersifat kabur atau yang tidak dapat dideskripsikan secara pasti, misalnya tinggi, lambat, bising, dll. Variabel yang bersifat kabur tersebut direpresentasikan sebagai sebuah himpunan yang anggotanya adalah suatu nilai *crisp* dan derajat keanggotaannya (*membership function*) dalam himpunan tersebut.

Logika *fuzzy* berbeda dengan logika digital biasa, dimana logika digital biasa hanya mengenal dua keadaan, yaitu: Ya dan Tidak atau *ON* dan *OFF* atau *High* dan *Low* atau "1" dan "0". Logika *fuzzy* meniru cara berpikir manusia dengan menggunakan konsep sifat kesamaran suatu nilai. Dengan teori himpunan *fuzzy*, suatu objek dapat menjadi anggota dari banyak himpunan dengan derajat keanggotaan yang berbeda dalam masing-masing himpunan.

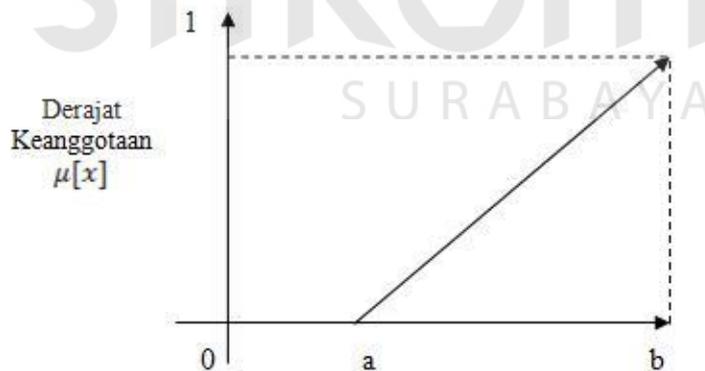
2.3.1 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan berbagai fungsi.

2.3.1.1 Representasi Linier

Pada representasi linier, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai sebuah garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Terdapat dua keadaan himpunan *fuzzy* linier yaitu linier naik dan linier turun.

Linier naik dimulai pada nilai *domain* yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai *domain* yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi yang disebut dengan representasi fungsi linier naik. Representasi fungsi keanggotaan linier naik dan rumusnya ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Representasi Linier Naik

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots(2.1)$$

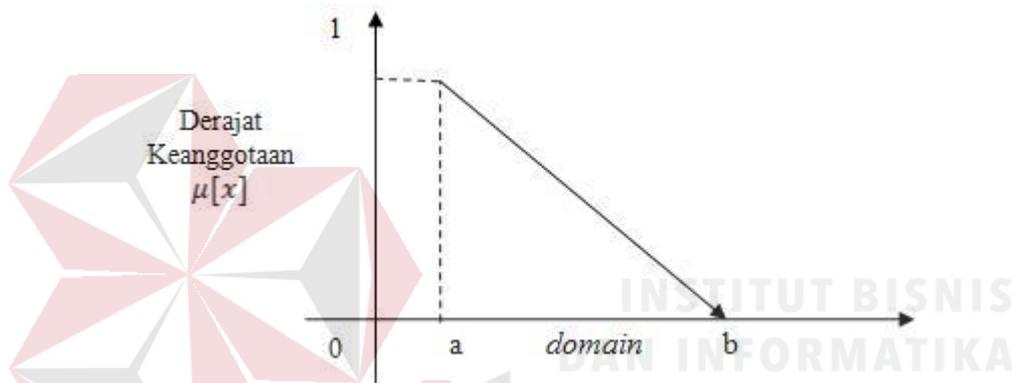
Keterangan:

a = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

x = nilai *input* yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

Fungsi keanggotaan linier turun, merupakan kebalikan dari fungsi keanggotaan linier naik. Pada fungsi ini, garis lurus dimulai dari nilai *domain* dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. Fungsi dan rumus keanggotaan untuk linier turun ditunjukkan dalam Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Representasi Linier Turun

$$\mu[x, a, b] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

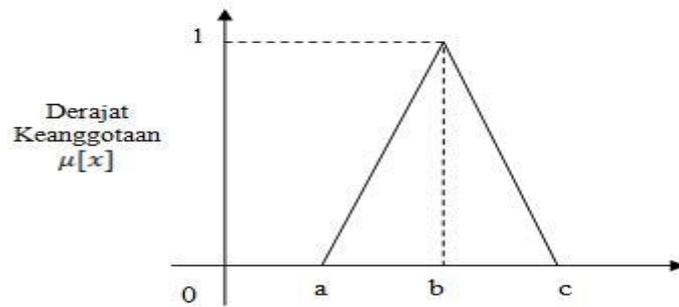
a = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

x = nilai *input* yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

2.3.1.2 Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis. Nilai-nilai disekitar b memiliki derajat keanggotaan turun cukup tajam menjauhi satu (1). Fungsi dan rumus keanggotaan untuk kurva segitiga ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Representasi Kurva Segitiga

$$\mu[x, a, b, c] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

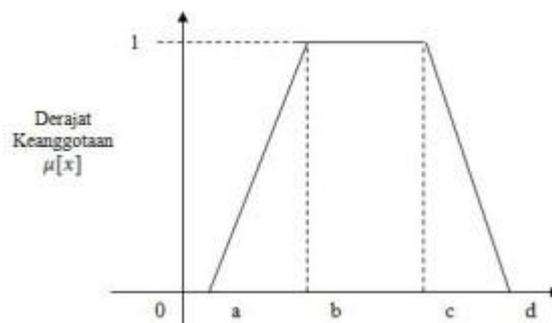
a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol

2.3.1.3 Representasi Kurva Trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Fungsi dan rumus keanggotaan untuk kurva trapesium ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Representasi Kurva Trapesium

$$\mu[x, a, b, c, d] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \dots\dots\dots(2.4) \\ \frac{d-x}{d-c}; & c \leq x \leq d \\ 0; & x \geq d \end{cases}$$

Keterangan:

a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan satu

c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan satu

d = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol

x = nilai *input* yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

2.4 Operator-Operator Fuzzy

Pada dasarnya ada 2 model operator *fuzzy*, yaitu operator-operator dasar yang dikemukakan oleh Zadeh dan operator-operator alternatif yang dikembangkan dengan menggunakan konsep transformasi tertentu (Kusumadewi dan Sri, 2010).

Terdapat 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh yaitu AND, OR dan NOT.

Operator AND berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan (Cox, 1994). Operator OR berhubungan dengan operasi *union* pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antareleman pada himpunan-himpunan yang bersangkutan (Cox, 1994).

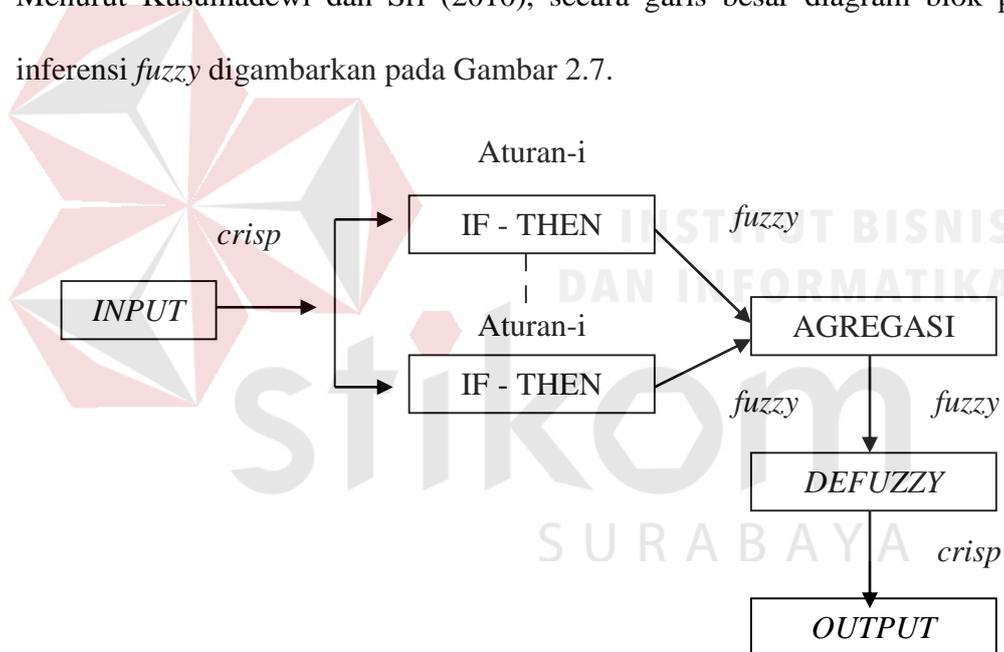
Operator NOT berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan

mengurangkan nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1 (Cox, 1994).

Operator-operator alternatif terdiri dari 2 tipe yaitu, operator alternatif yang didasarkan pada transformasi aritmetika dan operator alternatif yang didasarkan pada transformasi fungsi yang lebih kompleks.

2.5 Sistem Inferensi *Fuzzy*

Sistem inferensi *fuzzy* merupakan suatu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* bentuk IF – THEN, dan penalaran *fuzzy*. Menurut Kusumadewi dan Sri (2010), secara garis besar diagram blok proses inferensi *fuzzy* digambarkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Diagram Blok Sistem Inferensi *Fuzzy*

Sistem inferensi *fuzzy* menerima *input crisp*, *input* ini kemudian dikirim ke basis pengetahuan yang berisi n buah aturan *fuzzy* dalam bentuk IF – THEN. *Fire strength* akan dicari pada setiap aturan, apabila jumlah aturan lebih dari satu, maka akan dilakukan agresi dari semua aturan. Selanjutnya, pada hasil agregasi akan dilakukan *defuzzy* untuk mendapatkan nilai *crisp* sebagai *output* sistem.

2.5.1 Metode Tsukamoto

Sistem inferensi *fuzzy* didasarkan pada konsep penalaran monoton. Pada metode penalaran secara monoton, nilai *crisp* pada daerah konsekuen dapat diperoleh secara langsung berdasarkan *fire strength* pada antisedennya. Salah satu syarat yang harus dipenuhi pada metode penalaran ini adalah himpunan *fuzzy* pada konsekuensinya harus bersifat monoton (baik monoton naik maupun monoton turun) (Kusumadewi dan Sri, 2010).

2.5.2 Metode Sugeno (TSK)

Karakteristik yang dimiliki oleh sistem inferensi *fuzzy* menggunakan metode Sugeno adalah konsekuen tidak merupakan himpunan *fuzzy*, namun merupakan suatu persamaan linier dengan variabel-variabel sesuai dengan variabel-variabel *inputnya*. Takagi-Sugeno-Kang membagi sistem inferensi *fuzzy* menjadi dua model, yaitu:

i. Model *fuzzy* Sugeno Orde-0

Secara umum bentuk model *fuzzy* Sugeno orde-0 adalah (Cox, 1994):

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ (x_3 \text{ is } A_3) \circ \dots \circ (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = k \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke- i sebagai anteseden, \circ adalah operator *fuzzy* (seperti AND atau OR), dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

ii. Model *fuzzy* Sugeno Orde-1

Secara umum bentuk model *fuzzy* Sugeno orde-1 adalah (Cox, 1994):

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = \rho_1 * x_1 + \dots + \rho_N * x_N + q \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke- i sebagai anteseden, \circ adalah operator *fuzzy* (seperti AND atau OR), ρ_1 adalah suatu konstanta (tegas) ke- i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen. Proses agregasi dan *defuzzy* untuk

mendapatkan nilai tegas sebagai *output* untuk M aturan *fuzzy* dilakukan dengan menggunakan rata-rata terbobot (Cox, 1994).

2.6 Arduino Uno R3

Arduino adalah *board* berbasis *microcontroller* Atmega 328. *Board* ini memiliki 14 *digital input output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input analog*, 16MHz *oscillator* kristal, koneksi USB, jack listrik dan tombol *reset*. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung *microcontroller*, hanya dengan menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan yang bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya. Spesifikasi Arduino Uno R3 terdapat pada Tabel 2.2.



Gambar 2.8 *Board* Arduino Uno R3

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Uno R3

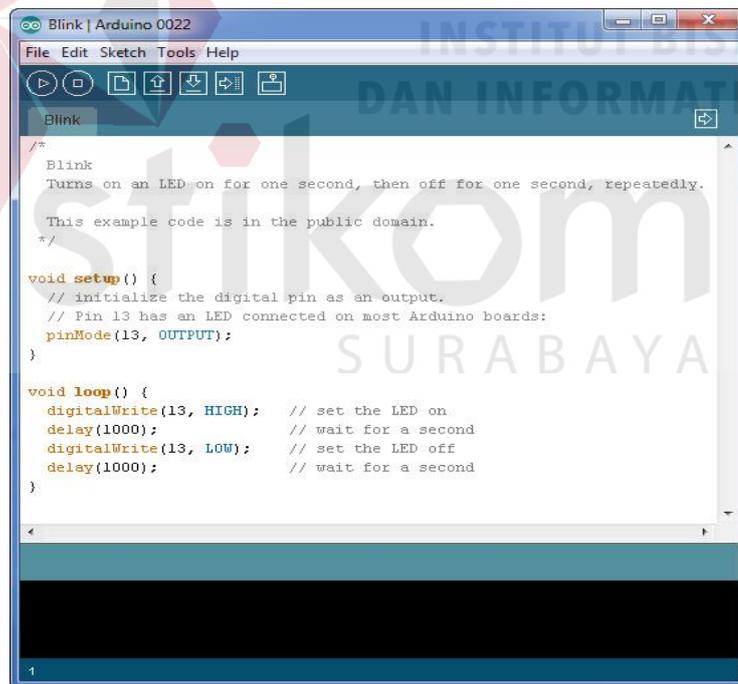
<i>Microcontroller</i>	Atmega 328
<i>Operasi Voltage</i>	5V
	7-12V (Rekomendasi)
<i>Input Voltage</i>	6-20V (<i>limits</i>)
<i>I/O</i>	14 pin (6 pin untuk PWM)
<i>Arus</i>	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB
<i>Bootloader</i>	SRAM 2 KB
<i>EEPROM</i>	1 KB
<i>Kecepatan</i>	16 Mhz

Peranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Penambahan komponen tertentu dalam peranti ini, dapat dipakai untuk pemantauan jarak jauh oleh internet, misalnya pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengendalian alat-alat di rumah.

Hubungan arduino dengan PC dilakukan melalui kabel USB, dimana kebutuhan listrik dipasok oleh PC, namun jika arduino berdiri sendiri maka diperlukan sumber tegangan eksternal sebesar 6-20V (Kadir, 2012).

Langkah-langkah untuk menjalankan arduino adalah sebagai berikut:

1. Jalankan aplikasi arduino IDE
2. Buka contoh program *blink* yang ada pada *software* arduino IDE, dengan cara klik file > *Examples* > *1.Basics* > *Blink*.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The window title is "Blink | Arduino 0022". The menu bar includes "File", "Edit", "Sketch", "Tools", and "Help". Below the menu bar are icons for running, saving, opening, and other functions. The main text area contains the following code:

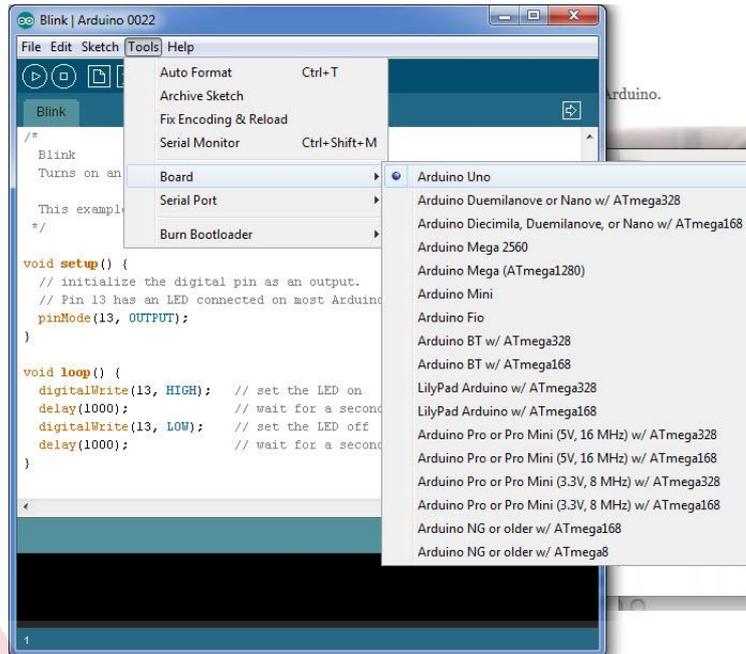
```
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 * This example code is in the public domain.
 */

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);            // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // set the LED off
  delay(1000);           // wait for a second
}
```

Gambar 2.9 Contoh Program *Blink*

3. Pilih *board* arduino, dengan cara klik *Tools* > *Board* > *Arduino Uno*.



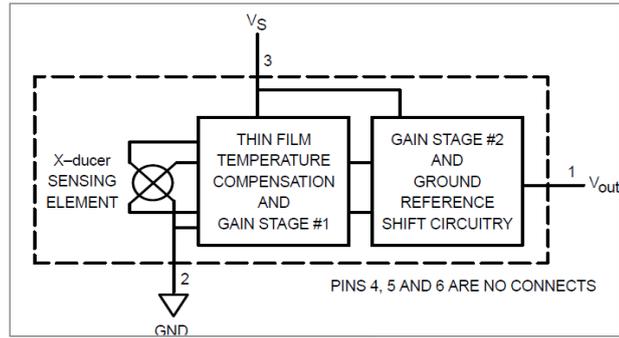
Gambar 2.10 Pemilihan *Board* Arduino

4. Memilih *serial port* yang akan digunakan, dengan cara klik *Tools* > *Serial Port* > *Nomor Port Arduino*.

5. Langkah terakhir yaitu dengan mengupload program ke dalam *board* arduino, dengan cara klik menu *upload*. Lalu tunggu hingga muncul pesan “*Done Uploading*”.

2.7 Sensor Tekanan MPX5050DP

Sensor tekanan MPX5050DP merupakan *transducer piezoresistif* yang terbuat dari bahan silikondan dirancang untuk berbagai aplikasi terutama yang menggunakan *microcontroller*. Sensor ini dilengkapi dengan *chip signal conditioned*, *temperature compensated* dan *calibrated*. Sensor ini mendeteksi tekanan udara dengan keluaran dalam bentuk tegangan (Volt).

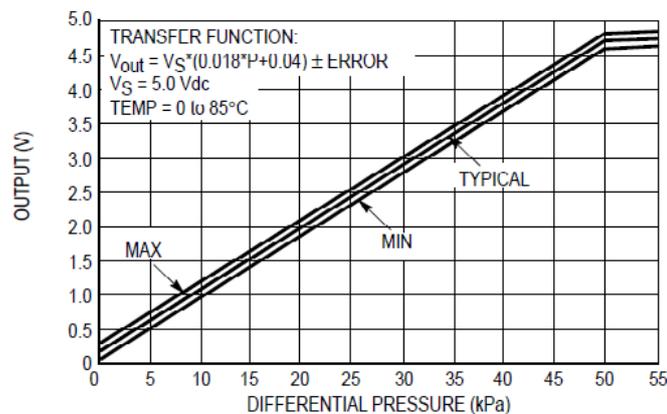


Gambar 2.11 Schematic Sensor MPX5050DP



Gambar 2.12 Sensor MPX5050DP

Sensor ini dirancang untuk berbagai aplikasi terutama yang menggunakan *microcontroller*. Prinsip kerja sensor tekanan dalam Tugas Akhir ini adalah, tekanan udara dari *handcuff* yang merupakan media pengukuran tekanan darah dihubungkan ke sensor MPX5050DP sehingga menghasilkan data analog yang mampu terbaca oleh pin analog arduino, kemudian data tersebut diubah ke data digital.



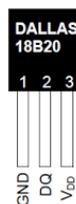
Gambar 2.13 Perbandingan Antara Tekanan Udara Dengan Output (V)

2.8 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan suatu komponen elektronika yang dapat mengukur perubahan temperatur lingkungan kemudian mengkonversinya menjadi tegangan listrik. Sensor ini merupakan sensor dengan keluaran digital yang menggunakan 1 *wire* untuk berkomunikasi dengan *microcontroller*. Keunikan dari sensor ini adalah tiap sensor memiliki kode serial yang memungkinkan untuk penggunaan DS18B20 lebih dari satu dalam satu komunikasi 1 *wire*.

Spesifikasi sensor suhu DS18B20:

1. Unik 1-Wire® *interface* hanya memerlukan satu pin *port* untuk komunikasi secara 1-Wire.
2. Setiap perangkat memiliki kode serial 64-bit yang disimpan dalam sebuah ROM *onboard*.
3. Bekerja pada kisaran tegangan 3 sampai 5,5 V.
4. Dapat mengukur suhu pada kisaran -55 sampai 125 °C.
5. Akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ akurasi dari suhu -10 sampai 85 °C.
6. Resolusi dapat dipilih oleh pengguna antara 9 sampai 12 bit.
7. Kecepatan mengkonversi suhu maksimal 750 ms.



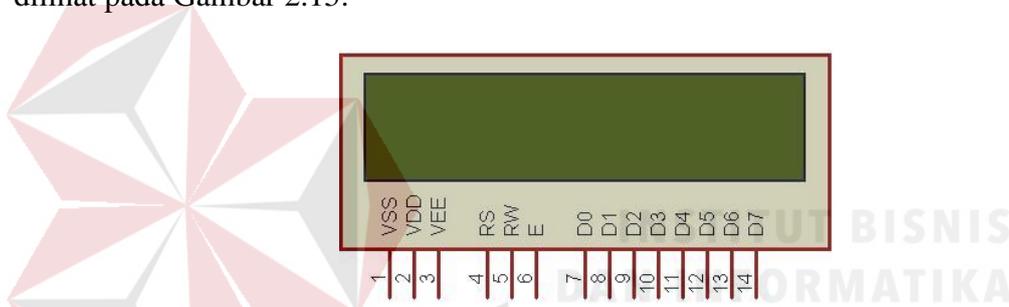
Gambar 2.14 Sensor Suhu DS18B20

2.9 LCD 16x2

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah sebuah peralatan elektronik, yang berfungsi untuk menampilkan *output* sebuah sistem dengan cara membentuk suatu

citra atau gambaran pada sebuah layar. Secara garis besar komponen penyusun LCD terdiri dari kristal cair (*liquid crystal*) yang diapit oleh dua buah elektroda transparan dan dua buah filter polarisasi (*polarizing filter*).

LCD yang ada di pasaran dikategorikan menurut jumlah baris yang dapat digunakan pada LCD. LCD yang digunakan dalam pembuatan sistem ini yaitu modul LCD dengan tampilan 2x16 (2 baris x 16 kolom) dengan konsumsi daya rendah. Sebelum LCD dapat digunakan langkah yang dilakukan adalah menginisialisasi LCD dengan perintah "*lcd.begin (16,2);*". Deskripsi pin dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 LCD 16x2

Keterangan pin pada LCD:

1. VSS : Digunakan untuk menyalakan LCD (*ground*)
2. VDD: Digunakan untuk menyalakan LCD (+5V)
3. VEE: Digunakan untuk mengatur tingkat kontras pada LCD
4. RS : Menentukan mode yang akan digunakan (0= *instruction input*, 1= *data input*)
5. R/W: Menentukan mode yang akan digunakan (0= *write*, 1= *read*)
6. EN : *Enable*
7. D0 : Data 0
8. D1 : Data 1
9. D2 : Data 2

10. D3 : Data 3
11. D4 : Data 4
12. D5 : Data 5
13. D6 : Data 6
14. D7 : Data 7

2.10 Solenoid Valve

Solenoid valve adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan *plunger* yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. *Solenoid valve* atau katup solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan, lubang jebakan udara (*exhaust*) dan lubang *inlet main*.

Lubang *inlet main*, berfungsi sebagai terminal atau tempat udara bertekanan masuk atau *supply (service unit)*. Lubang keluaran (*outlet port*) dan lubang masukan (*outlet port*), berfungsi sebagai terminal atau tempat tekanan angin keluar yang dihubungkan ke *pneumatic*. Lubang jebakan udara (*exhaust*), berfungsi untuk mengeluarkan udara bertekanan yang terjebak saat *plunger* bergerak atau pindah posisi ketika *solenoid valve* bekerja.

Prinsip kerja dari *solenoid valve* yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya mendapat *supply* tegangan, maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet, sehingga menggerakkan *plunger* pada bagian dalamnya. Ketika *plunger* berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve* akan keluar udara bertekanan yang berasal dari *supply (service unit)*. Pada umumnya *solenoid valve* ini mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.



Gambar 2.16 *Solenoid Valve*

2.11 Motor DC

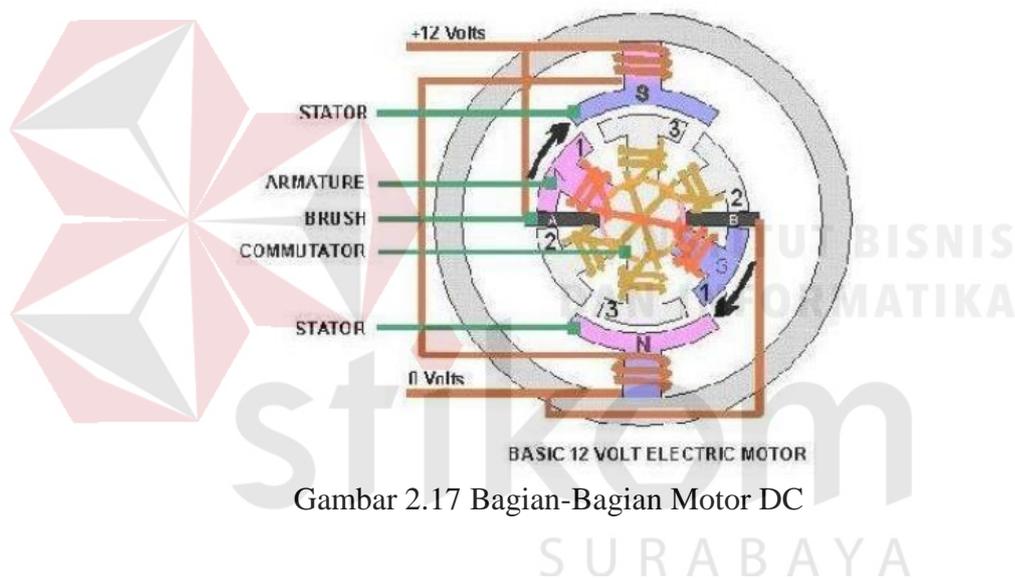
Secara garis besar motor dapat dibedakan menjadi tiga kategori yaitu :

- a. Motor AC adalah motor yang digerakkan dengan jaringan satu fasa atau tiga fasa dengan frekuensi 60 atau 50 Hz.
- b. Motor DC Konvensional adalah motor yang mempunyai dua terminal yang dihubungkan dengan dua kutub baterai. Biasanya motor DC dioperasikan dengan tegangan DC yang dikonversikan dari jaringan AC. Secara struktural motor DC adalah motor yang mempunyai *copper commutator* dan karbon atau *metal brushes*.
- c. *Electrically controlled precision motor*, yang termasuk di dalamnya adalah *brushles DC motor* dan *stepping motor*.

Motor DC merupakan motor yang paling banyak digunakan dalam kehidupan. Motor DC adalah motor yang penggerakannya berupa sumber tegangan searah. Kebanyakan motor yang digunakan dimainan, mobil dan *radio-controlled* adalah motor DC. Hal ini menyebabkan produksi motor DC lebih besar daripada motor-motor lainnya.

Sebuah motor DC memiliki kumparan-kumparan kawat yang dipancangkan di dalam slot-slot sebuah silinder yang terbuat dari bahan feromagnetik. Silinder ini diberi nama *armature* dipasang pada suatu bentuk dudukan (*bearing*) dan bebas

putar. Dudukan *armature* adalah sebuah medan magnet yang dihasilkan oleh magnet-magnet permanen atau yang dialirkan melalui kumparan-kumparan kawat yang dinamakan kumparan medan. Kedua magnet ini, magnet permanen maupun *electromagnet*, disebut sebagai *stator* (bagian yang diam). Ketika arus mengalir melalui kumparan *armature*, sebuah konduktor berarus yang berada tegak lurus terhadap sebuah medan magnet akan mengalami gaya. Gaya-gaya akan bekerja pada kumparan tersebut dan mengakibatkan putaran. Bagian-bagian dari motor DC dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Bagian-Bagian Motor DC

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Perancangan perangkat keras dan lunak dilakukan dengan metode penelitian yang didasarkan pada studi kepustakaan, berupa data literatur dari masing-masing komponen, informasi dari internet berupa publikasi ilmiah, jurnal serta menggunakan teori dari buku penunjang.

Dari data-data yang diperoleh dilakukan desain perancangan rangkaian perangkat keras. Dalam perancangan perangkat keras, akan dilakukan pengujian dengan menggunakan program-program yang telah dibuat, perancangan perangkat lunak adalah tahap selanjutnya. Tahap terakhir adalah penggabungan perangkat keras dengan perangkat lunak yang telah dibuat, agar dapat bekerja sama untuk menjalankan sistem yang baik.

3.1 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini terbagi menjadi beberapa bagian sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Mengumpulkan semua referensi yang berhubungan dengan sensor tekanan MPX5050DP, sensor suhu DS18B20, *solenoid valve*, motor DC 6V, filter *highpass*, *amplifier*, tingkat stres pada manusia, dan metode *fuzzy*. Studi literatur pada Tugas Akhir ini dijelaskan dalam BAB II.

2. Desain Sistem

Melakukan perancangan alat yang nantinya memiliki 2 buah sensor, 1 buah *microcontroller* untuk proses pengontrolan, 2 buah aktuator sebagai pemompa udara pada *handcuff* dan sebuah LCD untuk penampil hasil. Desain sistem pada Tugas Akhir ini dijelaskan dalam BAB III.

3. Pembuatan Alat

Pada langkah ini alat dibuat berdasarkan desain yang telah dibuat sebelumnya. Penjelasan dalam perancangan *hardware* terdapat dalam pembahasan BAB IV.

4. Evaluasi

Setelah alat selesai dibuat, selanjutnya melakukan uji coba alat tersebut pada subjek dengan usia dewasa muda dan berbagai pekerjaan.

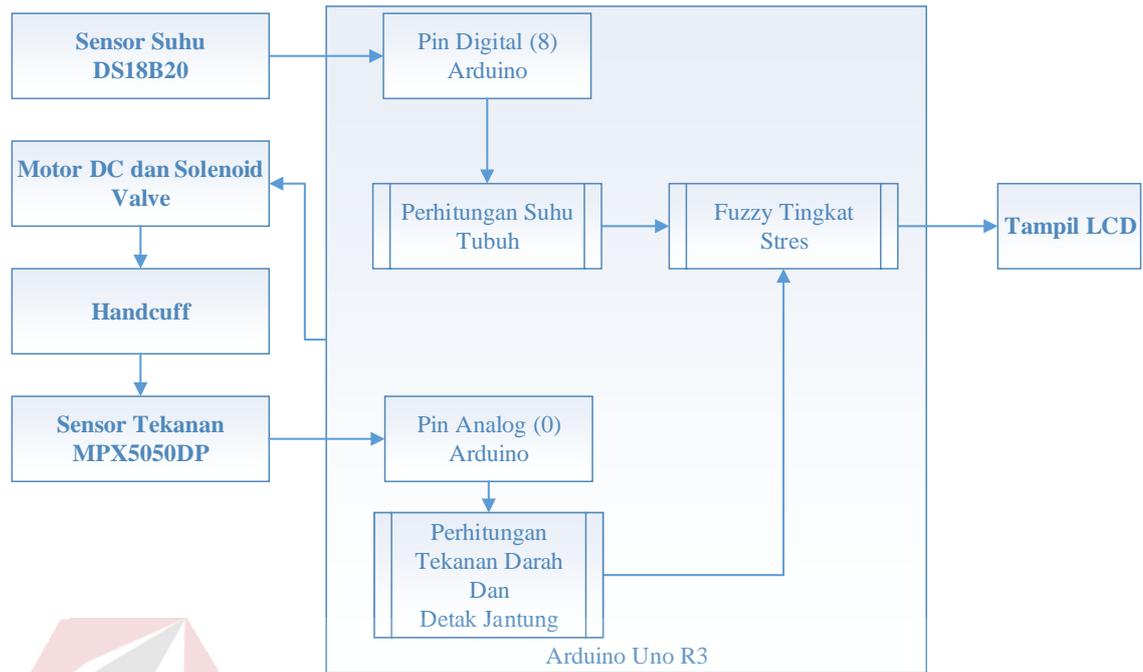
5. Kesimpulan

Kesimpulan diambil setelah dilakukan proses uji coba pada subjek dan pembahasan telah selesai dilakukan.

3.2 Perancangan Perangkat Keras

Komponen-komponen yang digunakan dalam sistem ini meliputi *board* arduino, *power supply* 6V, modul sensor tekanan MPX5050DP yang terdiri dari *highpass filter* dan *amplifier*, rangkaian pompa udara yang terdiri dari motor DC 6V dan *solenoid valve* dan rangkaian sensor suhu DS18B20.

Perancangan perangkat keras pada sistem secara keseluruhan dilakukan berdasarkan blok diagram yang terdapat pada Gambar 3.1.



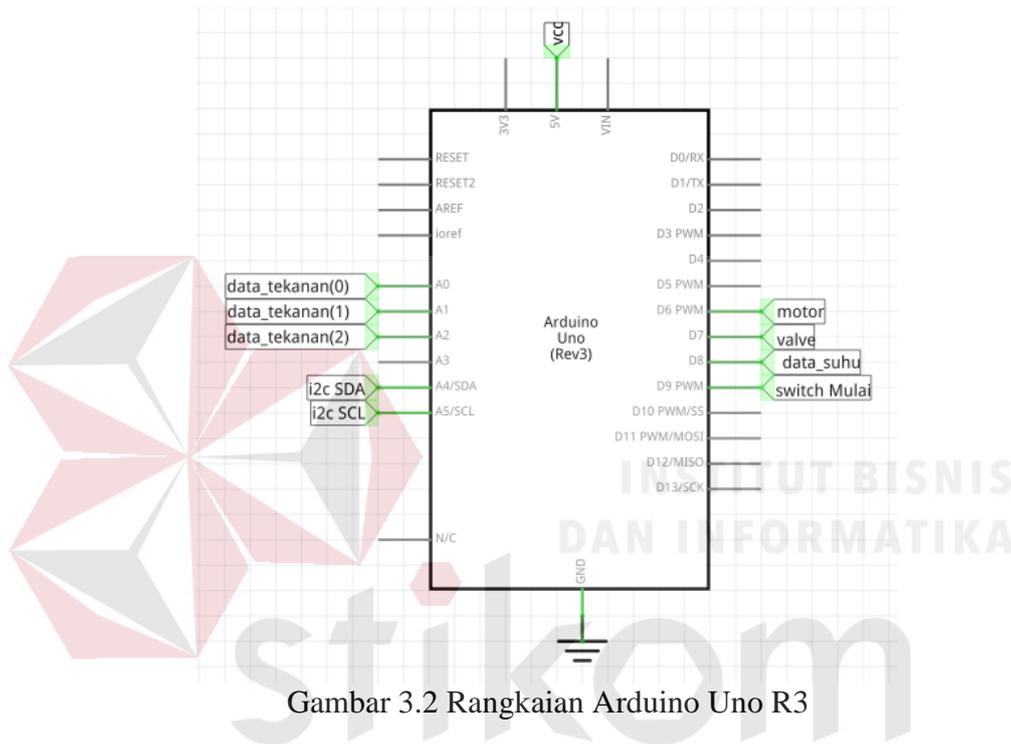
Gambar 3.1 Blok Diagram Perancangan Perangkat Keras

Pada Gambar 3.1 terdapat tiga bagian utama, yaitu *input*, proses, dan *output*.

1. Bagian *input* merupakan nilai aktual dari parameter - parameter stres yang diukur pada subjek manusia.
2. Bagian proses merupakan bagian yang ada didalam arduino terdiri atas 3 bagian:
 - i. Pin digital sebagai pemroses data digital dari sensor suhu menjadi nilai suhu dalam derajat celcius.
 - ii. Perhitungan nilai tekanan darah dan detak jantung merupakan proses pengkonversian keluaran analog dari sensor tekanan.
 - iii. *Fuzzy tingkat stres* merupakan proses untuk mengukur tingkat stres manusia dari 3 parameter yang telah diukur.
3. Bagian *output* terdiri dari LCD dan aktuator berupa motor DC dan *solenoid valve* untuk memompa *handcuff* sebagai proses yang dilakukan untuk mendapatkan nilai tekanan darah dan detak jantung.

- i. Motor DC dan *solenoid valve* digunakan untuk memompa *handcuff* hingga didapatkan tekanan tertentu.
- ii. LCD digunakan untuk menampilkan hasil perhitungan *fuzzy* tingkat stres pada manusia.

3.2.1 Rangkaian Arduino Uno R3



Gambar 3.2 Rangkaian Arduino Uno R3

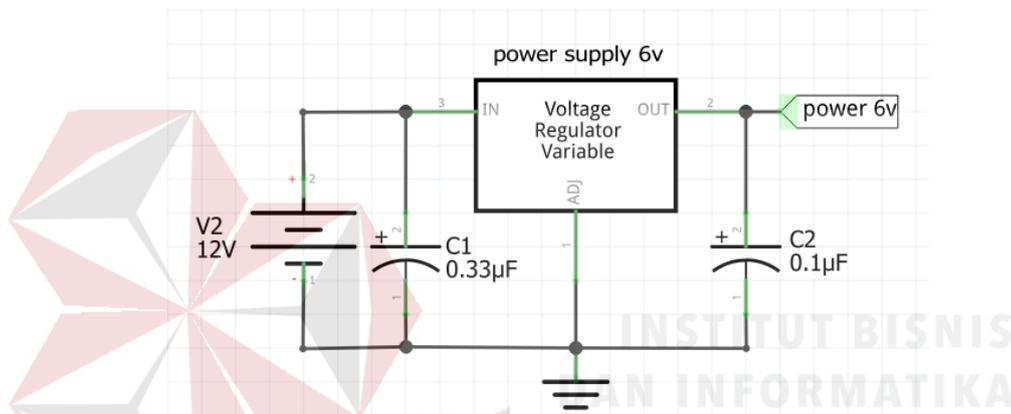
Arduino Uno R3 merupakan *board* berbasis *microcontroller* Atmega 328. Pada penelitian ini *board* arduino digunakan untuk pemrosesan data-data dari sensor tekanan MPX5050DP, sensor suhu DS18B20, menggerakkan pompa yang terdiri dari motor DC dan *solenoid valve*, serta menampilkan data pada LCD.

Penggunaan pin arduino dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pin A0: Digunakan untuk mengukur data tekanan dari *handcuff*.
2. Pin A1: Digunakan untuk mengukur data detak jantung.
3. Pin A2: Digunakan untuk mengukur data tekanan darah sistolik dan diastolik.

4. Pin A4/SDA: Digunakan untuk koneksi i2c SDA pada LCD
5. Pin A5/SCL: Digunakan untuk koneksi i2c SCL pada LCD
6. Pin D6: Digunakan untuk mengontrol *motor DC*.
7. Pin D7: Digunakan untuk mengontrol *solenoid valve*.
8. Pin D8: Digunakan untuk *input* sensor suhu.
9. Pin D9: Digunakan untuk mendeteksi penekanan tombol mulai.

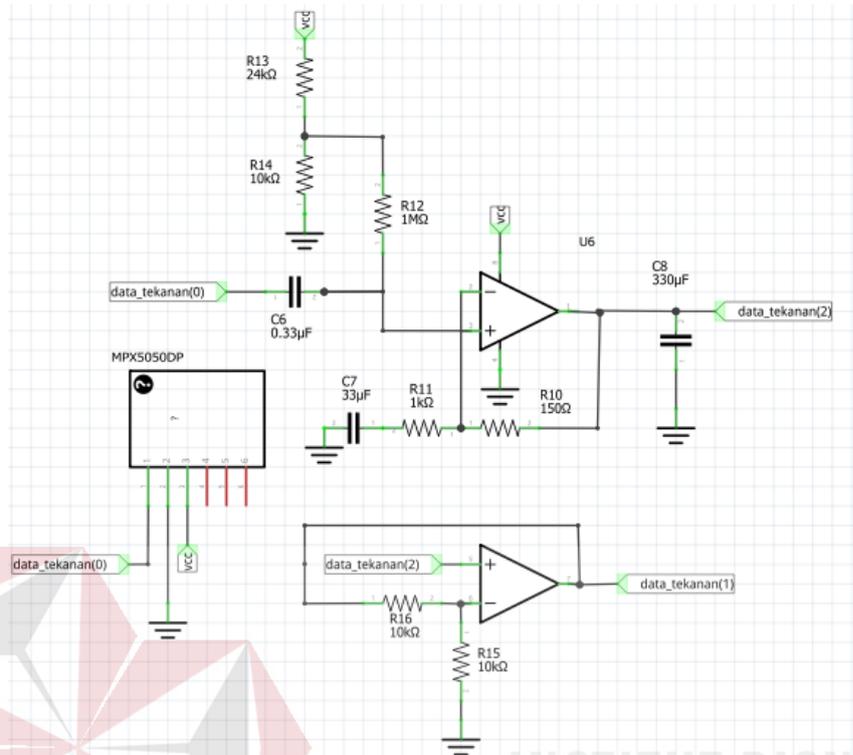
3.2.2 Rangkaian *Power Supply* 6 V



Gambar 3.3 Rangkaian *Power Supply* 6 Volt

Rangkaian *power supply* ini digunakan untuk menjalankan motor DC dan *solenoid valve* sebagai pompa udara, yang membutuhkan tegangan 6 Volt untuk bisa beroperasi secara maksimal. Rangkaian ini menggunakan IC regulator 7806 yang mempunyai tegangan *output* 6 Volt.

3.2.3 Rangkaian Sensor Tekanan MPX5050DP



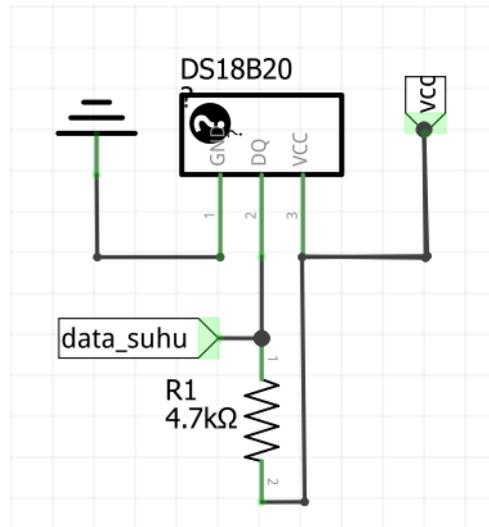
Gambar 3.4 Rangkaian Sensor Tekanan

Rangkaian sensor tekanan ini menggunakan filter *highpass* dengan frekuensi *cut off* 0,482 Hz, untuk meloloskan sinyal tekanan darah yang frekuensinya sekitar 1 Hz dan membuang sinyal dari *handcuff* yang mempunyai frekuensi 0,04 Hz (Adiluhung, 2011).

Keluaran dari sensor tekanan ini dibagi menjadi 3 jalur, yaitu:

1. Data_tekanan(0), merupakan sinyal *output* tekanan dari *handcuff* .
2. Data_tekanan(1), merupakan sinyal *output* tekanan yang telah melewati rangkaian filter dan *amplifier*. Sinyal ini digunakan untuk menghitung detak jantung.
3. Data_tekanan(2), merupakan merupakan sinyal *output* tekanan yang melewati rangkaian filter. Sinyal ini digunakan untuk menghitung nilai tekanan sistolik dan diastolik

3.2.4 Rangkaian Sensor Suhu DS18B20



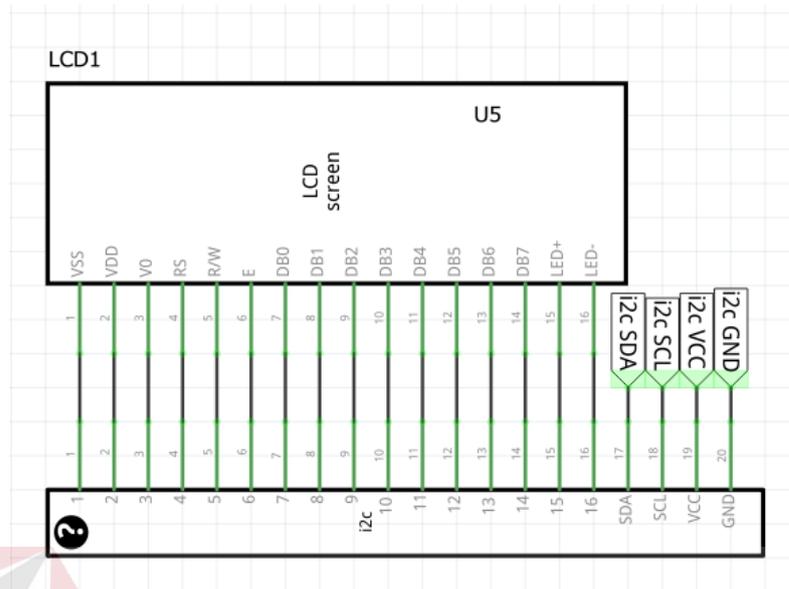
Gambar 3.5 Rangkaian Sensor Suhu

Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor suhu dengan keluaran digital, sehingga keluarannya langsung dapat dihubungkan pada pin digital Arduino Uno R3 tanpa memerlukan rangkaian penguat. Fungsi sensor ini dalam penelitian digunakan untuk mengukur suhu tubuh.

Potongan program untuk menghitung suhu dengan sensor DS18B20 adalah sebagai berikut:

```
void loop(void)
{
    float temperature = getTemp();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Suhu : ");
    lcd.print(temperature);
    lcd.print(" *C");
    delay(100);
}
```

3.2.5 Rangkaian LCD 16x2

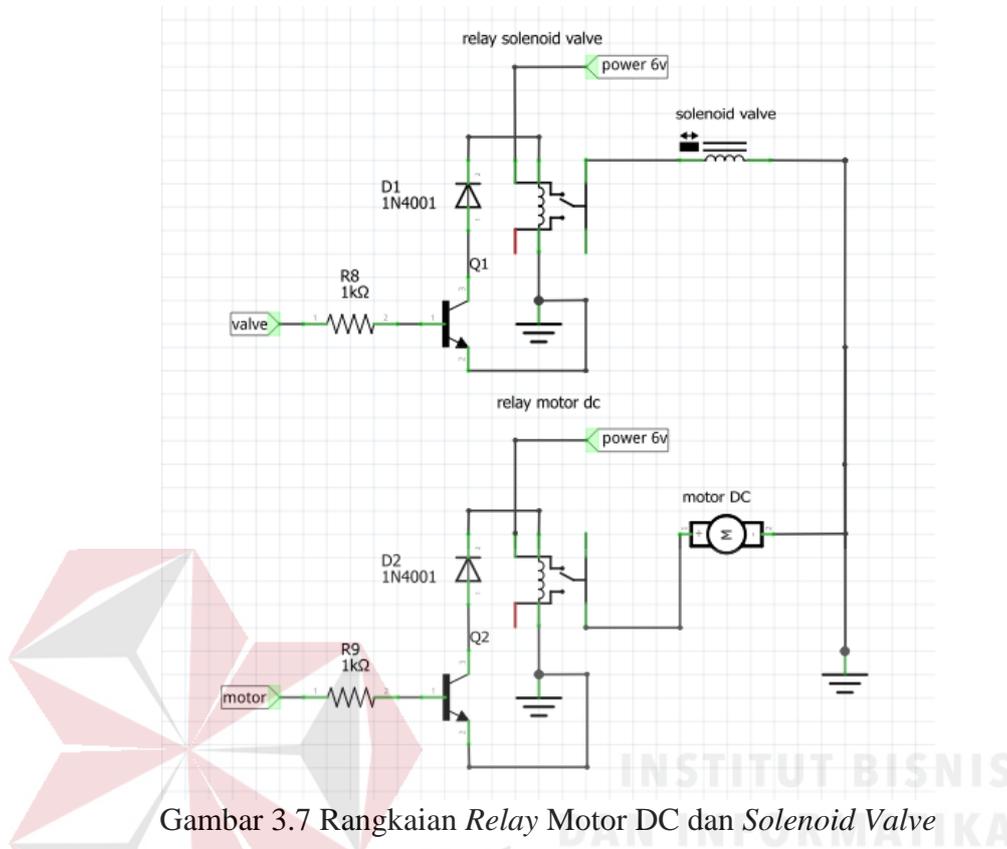


Gambar 3.6 Rangkaian LCD

Rangkaian LCD yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan modul I2C, sehingga mampu menghemat penggunaan pin pada arduino. Potongan program untuk menampilkan data pada LCD adalah sebagai berikut:

```
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define I2C_ADDR 0x27
#define BACKLIGHT_PIN 3
#define En_pin 2
#define Rw_pin 1
#define Rs_pin 0
#define D4_pin 4
#define D5_pin 5
#define D6_pin 6
#define D7_pin 7
LiquidCrystal_I2C
  lcd(I2C_ADDR,En_pin,Rw_pin,Rs_pin,D4_pin,D5_pin,D6_pin,D7_p
in);
void setup()
{
  lcd.begin (16,2);
  lcd.setBacklightPin(BACKLIGHT_PIN,POSITIVE);
  lcd.setBacklight(HIGH);
  lcd.home ();
  lcd.print("TES LCD i2c");
}
```

3.2.6 Rangkaian *Relay Motor DC 6 Volt dan Solenoid Valve*



Gambar 3.7 Rangkaian *Relay Motor DC dan Solenoid Valve*

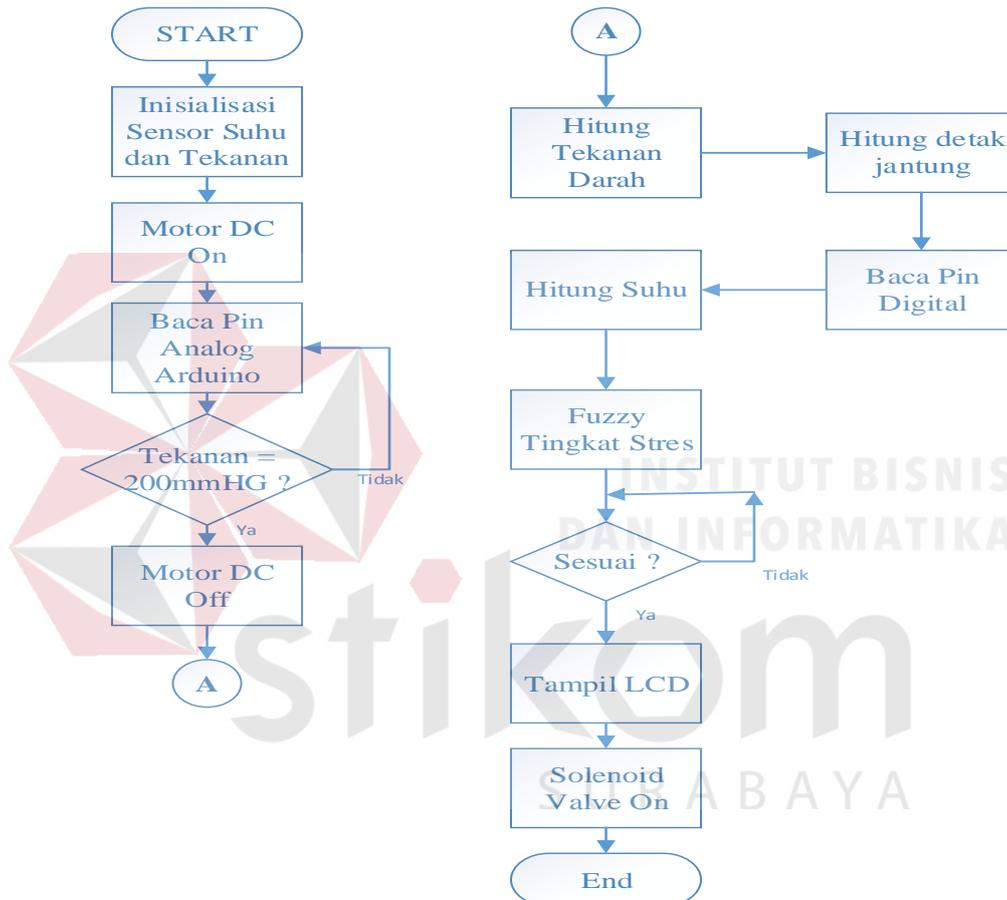
Rangkaian ini digunakan untuk menyalakan pompa yang terdiri dari motor DC dan *solenoid valve*, karena *output* dari pin arduino hanya sekitar 5V maka dibutuhkan sumber tegangan dari luar. Untuk mengoperasikan rangkaian pompa ini dibutuhkan *relay* untuk menyalakan dan mematikan motor DC dan *solenoid valve*.

Motor DC dan *solenoid valve* mempunyai dua buah kaki positif dan negatif. Kaki positif motor DC disambungkan pada kaki *normally open* (NO) pada *relay*, sehingga pada saat *relay* diaktifkan motor DC akan menyala dan memompa udara pada *handcuff*. Pada *solenoid valve*, kaki positifnya disambungkan pada kaki *normally close* (NC) pada *relay*, sehingga pada defaultnya *solenoid valve* menyala dan menahan udara di dalam *handcuff*. Pada saat pengukuran tekanan darah dan detak jantung selesai, program pada arduino akan memerintahkan untuk

mengaktifkan *relay* pada *solenoid valve*, sehingga *solenoid valve* tersebut mati dan udara dari *handcuff* mampu keluar.

3.3 Perancangan Program

Perancangan program secara keseluruhan bisa dilihat lebih jelas melalui *flowchart* pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 *Flowchart* Perancangan Program Secara Keseluruhan

Pengeksekusian program dimulai saat subjek menekan tombol On, kemudian pada bagian inisialisasi program akan mengecek apakah sensor sudah siap. Langkah selanjutnya, sistem akan menyalakan pompa hingga tekanan pada *handcuff* mencapai 200 mmHg, lalu pompa akan dimatikan. Selanjutnya, secara perlahan *handcuff* akan mengempis dan sistem akan menghitung tekanan darah dan detak

jantung dari subjek. Kemudian tahap ini diakhiri dengan perhitungan untuk mencari suhu tubuh.

Setelah semua data didapatkan, sistem melakukan eksekusi program *fuzzy* tingkat stres sampai didapatkan hasilnya dan ditampilkan pada LCD. Kemudian sistem akan menyalakan *solenoid valve* sehingga udara dalam *handcuff* bisa keluar secara maksimal.

3.3.1 Blok Inisialisasi

Inisialisasi merupakan suatu prosedur yang dilakukan dalam persiapan sensor tekanan dan sensor suhu. Langkah dalam persiapan tersebut termasuk diantaranya dalam pembuangan udara pada *handcuff* hingga mencapai tekanan 0 mmHg. Blok inisialisasi ini juga menampilkan instruksi yang harus dilakukan pada LCD.

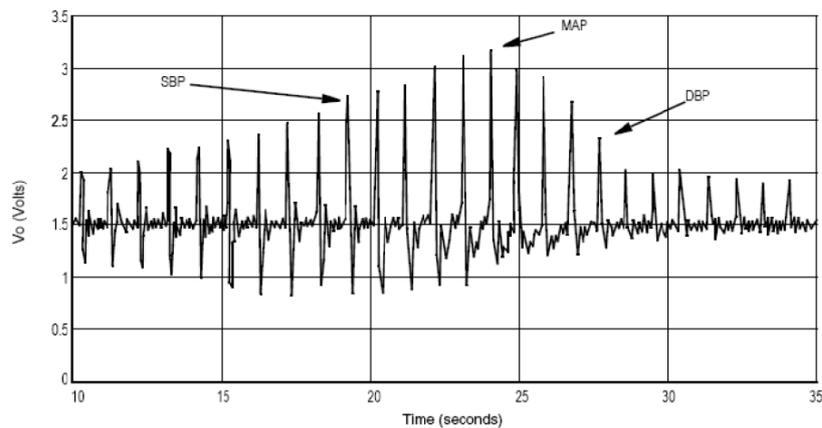
3.3.2 Blok Baca Sensor

Blok baca sensor ini mempunyai fungsi untuk membaca nilai tegangan yang dikeluarkan oleh sensor tekanan dan sensor suhu, yang terhubung dengan pin analog dan digital arduino .

3.3.3 Blok Perhitungan Tekanan Darah dan Detak Jantung

Blok ini merupakan pengkonversian *output* sensor tekanan menjadi nilai tekanan darah atas dan tekanan darah bawah dalam satuan mmHg (*sistole* dan *diastole*), sekaligus perhitungan nilai detak jantung per menitnya.

Dengan melilitkan *handcuff* pada lengan dan dipompakan udara sampai tekanan tertentu, sensor akan menghasilkan sinyal tekanan dari *handcuff* untuk dikonversi menjadi tekanan sistolik dan diastolik melalui arduino.



Gambar 3.9 Contoh Sinyal Ekstraksi dari Sensor Tekanan 2

Pada Gambar 3.9 merupakan contoh sinyal ekstraksi dari sensor berdasarkan variable waktu saat *handcuff* dipompa pada tekanan tertentu dan udara dibuang perlahan dari *handcuff*. Sinyal tersebut kemudian diproses oleh filter *high pass* yang mana membuang sinyal frekuensi 0.04 Hz sedangkan yang dibutuhkan adalah 1 Hz (frekuensi tekanan darah adalah 1 Hz sedangkan 0.04 Hz merupakan frekuensi *handcuff*).

Sinyal hasil ekstraksi pada Gambar 3.9 dapat digunakan untuk menghitung nilai tekanan diastolik (DBP) dan tekanan sistolik (SBP). Penghitungan nilai sistolik dan diastolik adalah dengan membagikan nilai-nilai disebelah kiri MAP (*Mean Arterial Pulse*) dengan nilai MAP yang mana hasilnya = 0.85 sedangkan tekanan diastolik dapat dihitung dengan membagikan nilai-nilai puncak di sebelah kanan MAP yang mana hasilnya = 0.55 (Oktavianto).

Data yang dibaca oleh pin analog arduino merupakan keluaran dari sensor tekanan dalam bentuk analog, sehingga dalam program perlu di konversi menjadi data tegangan dengan rumus :

$$V_{out} = (\text{data analog} * 5) / 1024 \dots\dots\dots(3.1)$$

Setelah nilai tegangan diperoleh, kemudian nilai tersebut di konversi menjadi nilai tekanan dalam satuan Kpa, berdasarkan *datasheet* sensor digunakan rumus :

$$V_{out} = V_s (0,018 * \text{Tekanan} + 0,04) \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\text{Tekanan} = (V_{out} - 0,2) / 0,09 \dots\dots\dots(3.3)$$

Setelah tekanan diperoleh, kemudian hasil dikalikan dengan 7,5006 untuk mengubah Kpa ke mmHg.

3.3.4 Blok Perhitungan Suhu Tubuh

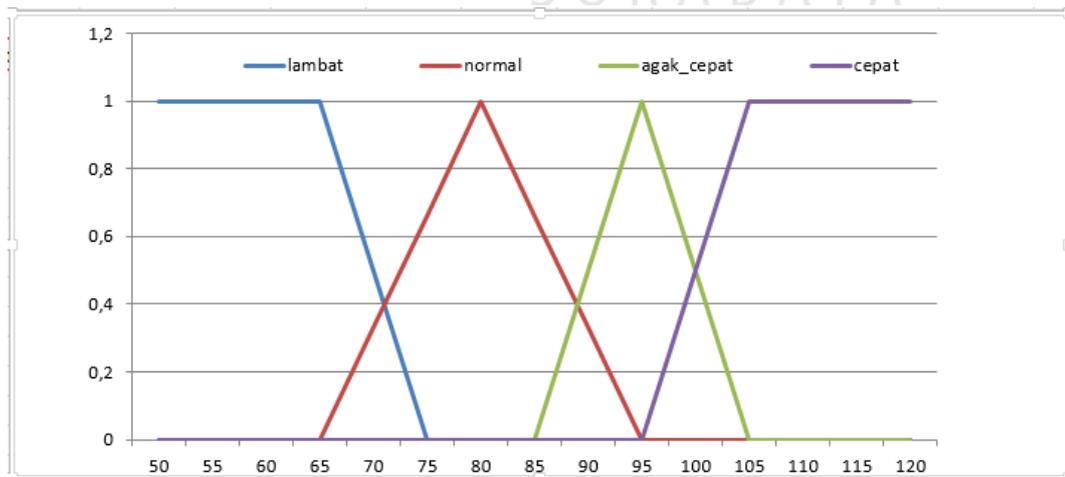
Blok ini merupakan proses perhitungan *output* sensor suhu menjadi suhu tubuh dalam derajat celcius.

3.3.5 Blok *Fuzzy Logic* Tingkat Stres

Blok ini berisi tentang proses pengolahan *output* tingkat stres dengan menggunakan metode *fuzzy*. Sistem *fuzzy* yang digunakan memiliki tiga buah *input* dan sebuah *output*, meliputi:

3.3.5.1 *Membership Function* Heart Rate (HR)

Pada *membership function* detak jantung memiliki 4 fungsi keanggotaan yakni lambat, normal, agak cepat, dan cepat.



Gambar 3.10 *Membership Function* Detak Jantung

Model matematis *membership function* detak jantung adalah sebagai

berikut:

$$x \text{ lambat} = \begin{cases} 1; & x \leq 65 \\ \frac{75-x}{10}; & 65 \leq x \leq 75 \\ 0; & x \geq 75 \end{cases}$$

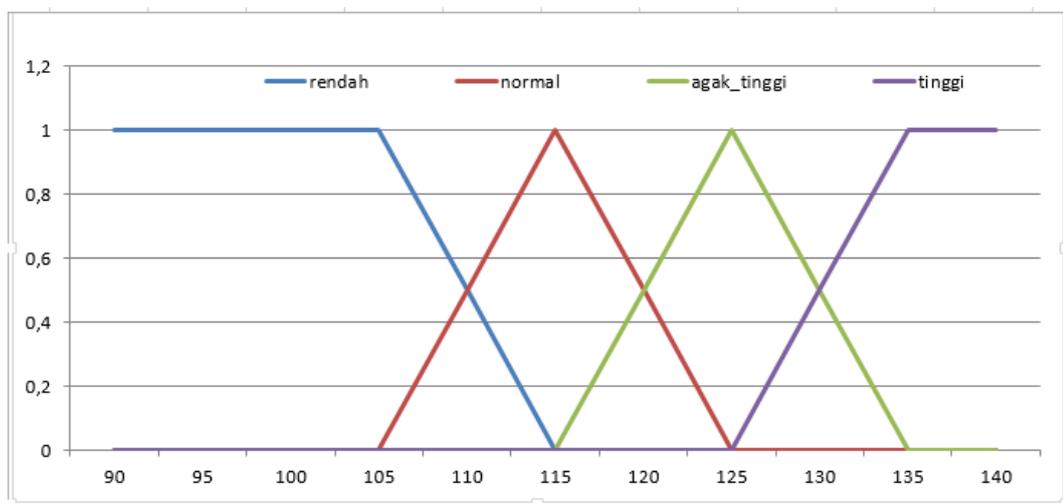
$$x \text{ normal} = \begin{cases} 0; & x \leq 65 \text{ atau } x \geq 95 \\ \frac{x-65}{15}; & 65 \leq x \leq 80 \\ \frac{95-x}{15}; & 80 \leq x \leq 95 \end{cases}$$

$$x \text{ agak cepat} = \begin{cases} 0; & x \leq 85 \text{ atau } x \geq 105 \\ \frac{x-85}{10}; & 85 \leq x \leq 95 \\ \frac{105-x}{10}; & 95 \leq x \leq 105 \end{cases}$$

$$x \text{ cepat} = \begin{cases} 0; & x \leq 95 \\ \frac{x-95}{10}; & 95 \leq x \leq 105 \\ 1; & x \geq 105 \end{cases}$$

3.3.5.2 Membership Function Blood Pressure (BP)

Pada *membership function* tekanan darah memiliki 4 fungsi keanggotaan yakni rendah, normal, agak tinggi, dan tinggi.



Gambar 3.11 Membership Function Tekanan Darah

Model matematis *membership function* tekanan darah adalah sebagai berikut:

$$x \text{ rendah} = \begin{cases} 1; & x \leq 105 \\ \frac{115 - x}{10}; & 105 \leq x \leq 115 \\ 0; & x \geq 115 \end{cases}$$

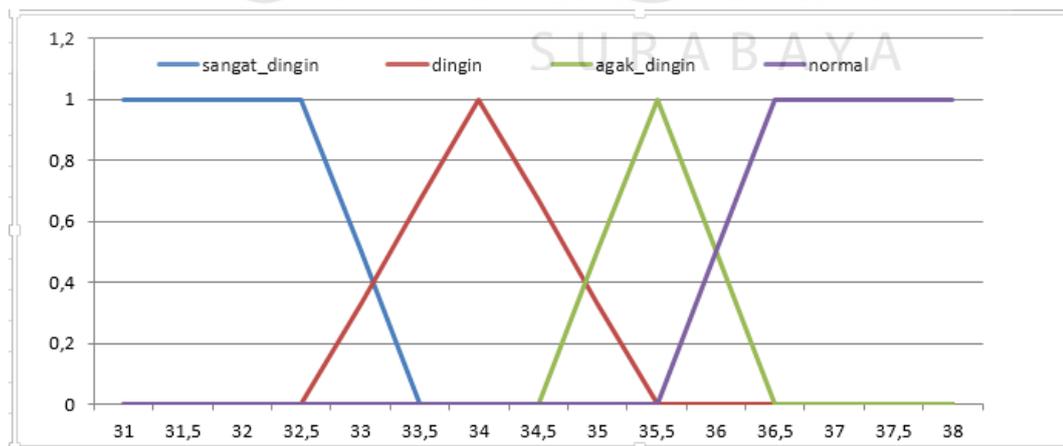
$$x \text{ normal} = \begin{cases} 0; & x \leq 105 \text{ atau } x \geq 125 \\ \frac{x - 105}{10}; & 105 \leq x \leq 115 \\ \frac{125 - x}{10}; & 115 \leq x \leq 125 \end{cases}$$

$$x \text{ agak tinggi} = \begin{cases} 0; & x \leq 115 \text{ atau } x \geq 135 \\ \frac{x - 115}{10}; & 115 \leq x \leq 125 \\ \frac{135 - x}{10}; & 125 \leq x \leq 135 \end{cases}$$

$$x \text{ tinggi} = \begin{cases} 0; & x \leq 125 \\ \frac{x - 125}{10}; & 125 \leq x \leq 135 \\ 1; & x \geq 135 \end{cases}$$

3.3.5.3 Membership Function Temperature (T)

Pada *membership function* suhu tubuh memiliki 4 fungsi keanggotaan yakni sangat dingin, dingin, agak dingin, dan normal.



Gambar 3.12 Membership Function Suhu Tubuh

Model matematis *membership function* suhu tubuh adalah sebagai berikut:

$$x \text{ sangat dingin} = \begin{cases} 1; & x \leq 32,5 \\ \frac{33,5 - x}{10}; & 32,5 \leq x \leq 33,5 \\ 0; & x \geq 33,5 \end{cases}$$

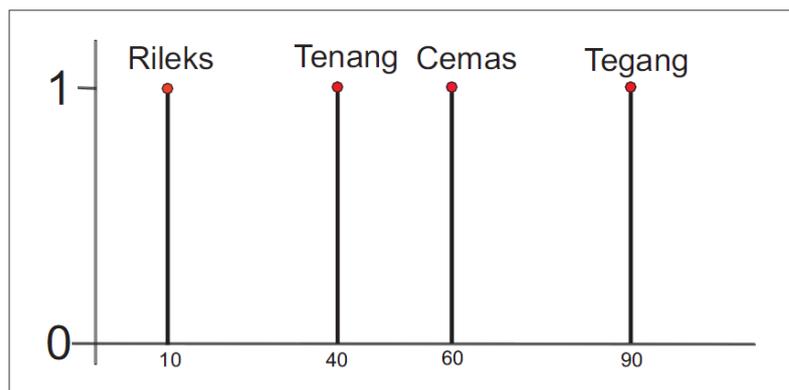
$$x \text{ dingin} = \begin{cases} 0; & x \leq 32,5 \text{ atau } x \geq 35,5 \\ \frac{x - 32,5}{1,5}; & 32,5 \leq x \leq 34 \\ \frac{35,5 - x}{1,5}; & 34 \leq x \leq 35,5 \end{cases}$$

$$x \text{ agak dingin} = \begin{cases} 0; & x \leq 34,5 \text{ atau } x \geq 36,5 \\ \frac{x - 34,5}{1}; & 34,5 \leq x \leq 35,5 \\ \frac{36,5 - x}{1}; & 35,5 \leq x \leq 36,5 \end{cases}$$

$$x \text{ normal} = \begin{cases} 0; & x \leq 35,5 \\ \frac{x - 35,5}{1}; & 35,5 \leq x \leq 36,5 \\ 1; & x \geq 36,5 \end{cases}$$

3.3.5.4 Membership Function Tingkat Stres

Membership function tingkat stres merupakan output dari ketiga *membership function* sebelumnya dan memiliki 4 fungsi keanggotaan yakni rileks, tenang, cemas, dan tegang.



Gambar 3.13 *Membership Function* Tingkat Stres

Pada sistem *fuzzy* tingkat stres ada beberapa *rule* yang ditetapkan untuk mendapatkan *output* yang diinginkan. Berikut ini terdapat beberapa *rule* yang telah ditetapkan, meliputi:

1. IF HR: LAMBAT AND BP: RENDAH THEN RILEKS
2. IF HR: LAMBAT AND T: NORMAL THEN RILEKS
3. IF BP: RENDAH AND T: NORMAL THEN RILEKS
4. IF HR: NORMAL AND BP: NORMAL THEN TENANG
5. IF HR: NORMAL AND T: AGAK_DINGIN THEN TENANG
6. IF BP: NORMAL AND T: AGAK_DINGIN THEN TENANG
7. IF HR: AGAK_CEPAT AND BP: AGAK_TINGGI THEN CEMAS
8. IF HR: AGAK_CEPAT AND T: DINGIN THEN CEMAS
9. IF BP: AGAK_TINGGI AND T: DINGIN THEN CEMAS
10. IF HR: CEPAT AND BP: TINGGI THEN TEGANG
11. IF HR: CEPAT AND T: SANGAT_DINGIN THEN TEGANG
12. IF BP: TINGGI AND T: SANGAT_DINGIN THEN TEGANG

Secara keseluruhan *rule* tersebut digambarkan dalam Tabel 3.1, dalam tabel tersebut *blood pressure* (BP) merupakan representasi dari *membership function fuzzy* tekanan darah, meliputi rendah, normal, agak tinggi, dan tinggi. *Heart rate* (HR) merupakan representasi dari *membership function fuzzy* detak jantung, yang meliputi lambat, normal, agak cepat, dan cepat. *Temperature* (T) merupakan representasi dari *membership function fuzzy* suhu tubuh meliputi normal, agak dingin, dingin, dan sangat dingin.

Tabel 3.1 *Rule Fuzzy* Tingkat Stres

BP	HR				
	T	LAMBAT	NORMAL	AGAK CEPAT	CEPAT
RENDAH	NORMAL	RILEKS	RILEKS	RILEKS	RILEKS
	AGAK_DINGIN	RILEKS	TENANG	TENANG	CEMAS
	DINGIN	RILEKS	TENANG	CEMAS	CEMAS
	SANGAT_DINGIN	RILEKS	TENANG	CEMAS	TEGANG
NORMAL	NORMAL	RILEKS	TENANG	TENANG	CEMAS
	AGAK_DINGIN	TENANG	TENANG	TENANG	TENANG
	DINGIN	TENANG	TENANG	CEMAS	CEMAS
	SANGAT_DINGIN	TENANG	TENANG	CEMAS	TEGANG
AGAK_TINGGI	NORMAL	RILEKS	TENANG	CEMAS	CEMAS
	AGAK_DINGIN	TENANG	TENANG	CEMAS	CEMAS
	DINGIN	CEMAS	CEMAS	CEMAS	CEMAS
	SANGAT_DINGIN	TENANG	CEMAS	CEMAS	TEGANG
TINGGI	NORMAL	RILEKS	TENANG	CEMAS	TEGANG
	AGAK_DINGIN	TENANG	TENANG	CEMAS	TEGANG
	DINGIN	TENANG	CEMAS	CEMAS	TEGANG
	SANGAT_DINGIN	TEGANG	TEGANG	TEGANG	TEGANG

3.3.5.5 Proses Defuzzyfikasi

Proses defuzzyfikasi menggunakan metode sugeno untuk mencari nilai rata-rata terbobot dengan rumus :

$$\text{Weighted average (WA)} : WA = \frac{\mu(k1) \times k1 + \mu(k2) \times k2 + \mu(k3) \times k3}{\mu(k1) + \mu(k2) + \mu(k3)} \dots(3.3)$$

Sehingga didapatkan nilai perhitungan tingkat stres (%) :

$$\frac{rileks(i) \times 10 + tenang(i) \times 40 + cemas(i) \times 60 + tegang(i) \times 90}{rileks(i) + tenang(i) + cemas(i) + tegang(i)} \dots\dots(3.4)$$

3.3.6 Blok Tampil Hasil

Blok ini berfungsi menampilkan hasil dari *fuzzy logic* tingkat stres pada manusia, berdasarkan dari tiga parameter yang diukur sebelumnya.

3.4 Prosedur Evaluasi

Prosedur evaluasi yang perlu dilakukan terdiri dari dua tahap utama yaitu kalibrasi sensor dan melakukan pengecekan atau pengevaluasian kembali kerja sistem secara keseluruhan.

1. Kalibrasi sensor

Kalibrasi sensor tekanan dan suhu dilakukan dengan cara membandingkan dengan sensor digital buatan pabrik. Untuk sensor tekanan dibandingkan dengan tensimeter digital merek Omron HEM-7111, sedangkan untuk sensor suhu dibandingkan dengan termometer digital merek Onemed yang biasa digunakan pada manusia.

2. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan cara mengukur tingkat stres pada mahasiswa yang akan mengikuti ujian Tugas Akhir dan mahasiswa yang telah mengikuti Tugas Akhir, untuk mengetahui tingkat stres dari masing-masing mahasiswa.

3.5 Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini dilakukan secara bertahap, guna mengetahui apakah sistem berjalan dengan benar. Pengujian sistem ini dimulai dari:

- a. Pengujian *board* arduino, pengujian ini dilakukan awal karena arduino merupakan pemroses data-data dari sensor dan arduino merupakan penggerak aktuator.
- b. Pengujian *power supply* 6 V, yang digunakan untuk menyalakan motor DC dan *solenoid valve* sebagai pompa *handcuff*.
- c. Pengujian LCD yang digunakan sebagai penampil data.

- d. Pengujian sensor suhu, bertujuan untuk mengetahui keakuratan sensor suhu yang telah dibuat.
- e. Pengujian filter dan *amplifier* yang digunakan pada sensor tekanan MPX5050DP, pengujian filter ini dilakukan karena *output* dari sensor tekanan tersebut sangat kecil dan sinyal yang dihasilkan dari sensor tekanan tersebut tidak bisa langsung diproses oleh arduino. Sehingga diperlukan filter *highpass* dan *amplifier*, agar sinyal *output* dari sensor tekanan dapat diproses datanya.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian *Board* Arduino Uno R3

Pengujian *board* Arduino Uno R3 ini dilakukan dengan cara memasukkan program pada arduino, kemudian menguji keluarannya pada pin digital Arduino Uno R3.

4.1.1 Tujuan

Pengujian *board* Arduino Uno R3 ini bertujuan untuk mengetahui, apakah keluaran yang dihasilkan telah sesuai dengan program.

4.1.2 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam pengujian *board* Arduino Uno R3 ini adalah sebagai berikut:

1. Avometer
2. *Board* Arduino Uno R3 yang telah diprogram
3. *Power Supply*

4.1.3 Prosedur Pengujian

1. Hubungkan *power supply* ke *board* Arduino Uno R3.
2. Menyalakan *power supply*.
3. Mengukur *output* dari pin Arduino Uno R3 menggunakan avometer.

4.1.4 Hasil Pengujian *Board* Arduino Uno R3

Hasil percobaan *board* Arduino Uno R3 dengan potongan program:

```
const int PIN_OUTPUT = 8;
void setup()
{
  pinMode (PIN_OUTPUT, OUTPUT);
```

```

}
void loop()
{
  digitalWrite(PIN_OUTPUT, HIGH);
}

```

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Keluaran Pin Digital Arduino (Pin 8)

Pengukuran <i>Output</i> Pin Digital (V)	Nilai yang Diharapkan (V)	<i>Error</i> (%)
4,99	5	2
5,02	5	0,39
4,99	5	2
4,98	5	0,4
5,02	5	0,39
Jumlah		5,18 %
Rata-rata <i>error</i> (%)		1,03 %

Berdasarkan pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa *board* Arduino Uno R3 dapat bekerja dengan baik, dengan rata-rata tingkat *error* 1,03 %.

4.2 Pengujian LCD

Pengujian LCD dilakukan dengan memasukkan program ke *board* Arduino Uno R3, kemudian dilihat pada tampilan LCD apakah telah sesuai dengan program yang dibuat.

4.2.1 Tujuan

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menguji kelayakan dari LCD yang digunakan.

4.2.2 Peralatan yang digunakan

1. *Board* Arduino Uno R3
2. *Power supply*
3. LCD

4.2.3 Prosedur Pengujian

1. Siapkan *board* Arduino Uno R3 yang telah terprogram.

2. Hubungkan pin Arduino Uno R3 dan pin LCD.
3. Lihat tampilan pada LCD apakah sudah sesuai dengan program.

4.2.4 Hasil Pengujian LCD

Hasil pengujian LCD dengan potongan program:

```
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define I2C_ADDR    0x27
#define BACKLIGHT_PIN    3
#define En_pin    2
#define Rw_pin    1
#define Rs_pin    0
#define D4_pin    4
#define D5_pin    5
#define D6_pin    6
#define D7_pin    7
LiquidCrystal_I2C
  lcd(I2C_ADDR,En_pin,Rw_pin,Rs_pin,D4_pin,D5_pin,D6_pin,D7_p
in);
void setup()
{
  lcd.begin (16,2);
  lcd.setBacklightPin(BACKLIGHT_PIN,POSITIVE);
  lcd.home ();
  lcd.print("TES LCD i2c");
}
void loop()
{
  lcd.setBacklight(LOW);
}
```



Gambar 4.1 Hasil Pengujian LCD

Hasil pengujian LCD menunjukkan bahwa tampilan LCD sudah sesuai dengan program yang dimasukkan dan LCD layak untuk digunakan.

4.3 Pengujian Sensor Tekanan MPX5050DP

Pengujian sensor tekanan dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran sensor tekanan yang digunakan pada sistem yakni MPX5050DP dengan tensimeter digital.

4.3.1 Tujuan

Pengujian sensor tekanan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor MPX5050DP.

4.3.2 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam proses pengujian sensor tekanan ini adalah sebagai berikut.

1. *Board* Arduino Uno R3
2. *Power Supply*
3. Tensimeter digital
4. *Oscilloscope*
5. Modul sensor tekanan MPX50505DP
6. LCD

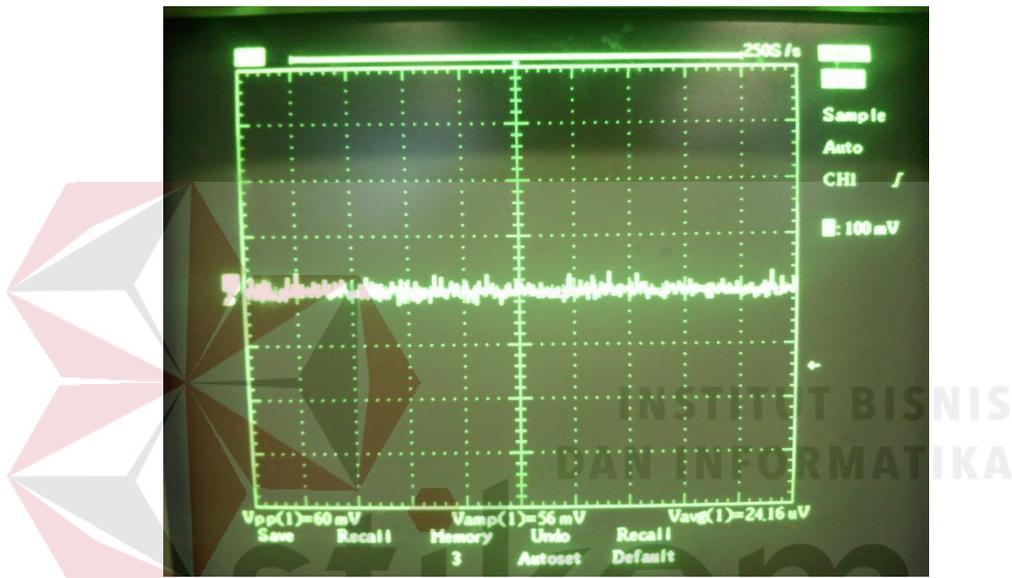
4.3.3 Prosedur Pengujian

1. Hubungkan *power supply* dengan sumber tegangan 220/240V PLN.
2. Hubungkan *power supply* dengan *board* Arduino Uno R3 dan modul sensor MPX5050DP.
3. Download program perhitungan tekanan ke dalam *board* arduino.
4. Sambungkan *output* sensor tekanan dengan *input oscilloscope*.
4. Pasang *handcuff* pada lengan.

5. Pompa udara kedalam *handcuff* dan amati perubahan sinyal pada *oscilloscope*.
6. Lakukan pengukuran tekanan darah dengan tensimeter digital dan bandingkan hasilnya dengan sensor tekanan yang dibuat.

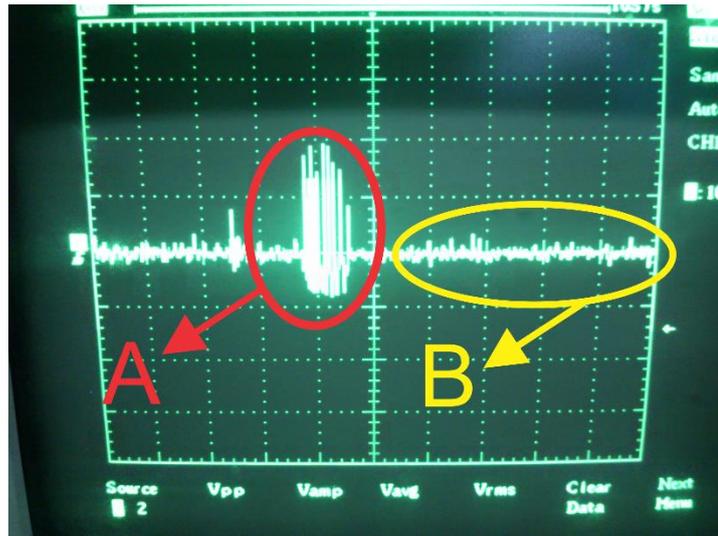
4.3.4 Hasil Pengujian Sensor Tekanan MPX5050DP

Hasil pengujian pada sensor tekanan MPX5050DP adalah sebagai berikut:



Gambar 4.2 Keluaran Sensor Tanpa Filter dan *Amplifier*

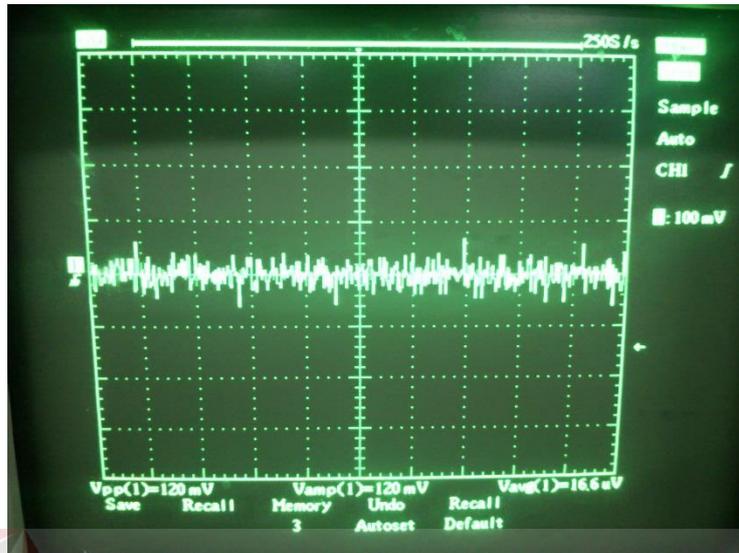
Gambar 4.2 merupakan keluaran sensor tekanan tanpa menggunakan filter dan *amplifier*. *Oscilloscope* disetting pada Volt/Div 100 mV, dan Time/Div 200 ms. Keluaran tersebut sangat kecil yaitu sekitar 60 mV Vpp, sehingga tidak bisa langsung digunakan untuk mengukur tekanan darah dan detak jantung.



Gambar 4.3 Keluaran Sensor Tanpa Filter dan *Amplifier* Saat *Handcuff* Dipompa

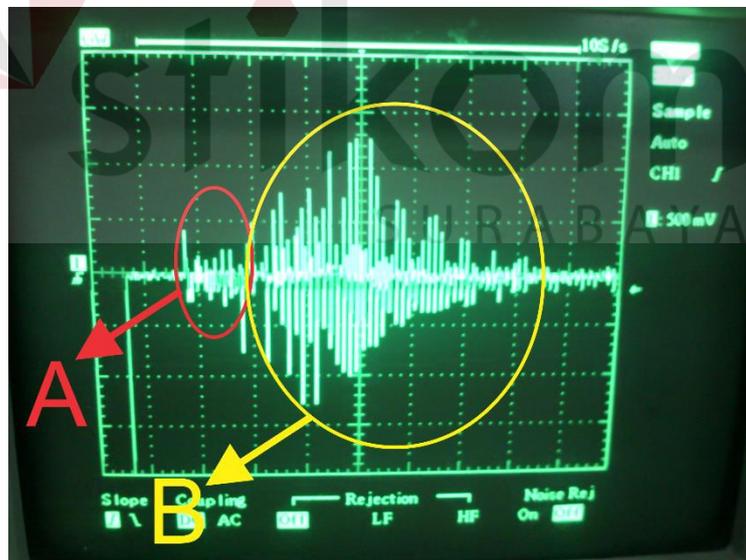
Gambar 4.3 merupakan keluaran sensor tanpa filter dan *amplifier* pada saat *handcuff* dipompa. Pada gambar tersebut terlihat ada osilasi sinyal yang dihasilkan oleh tekanan pompa udara pada *handcuff* (penunjuk A), kemudian saat *handcuff* mulai mengempis sinyal yang terukur terlihat mirip seperti pada saat sebelum pemompaan (penunjuk B) sehingga pengukuran tekanan darah tidak bisa langsung dilakukan tanpa penambahan rangkaian filter dan *amplifier*.

$$G = \frac{R_{16}}{R_{15}} + 1 = \frac{10K}{10K} + 1 = 2 \text{ kali} \dots\dots\dots(4.3)$$



Gambar 4.5 Keluaran Sensor Setelah Dipasang Filter dan Amplifier

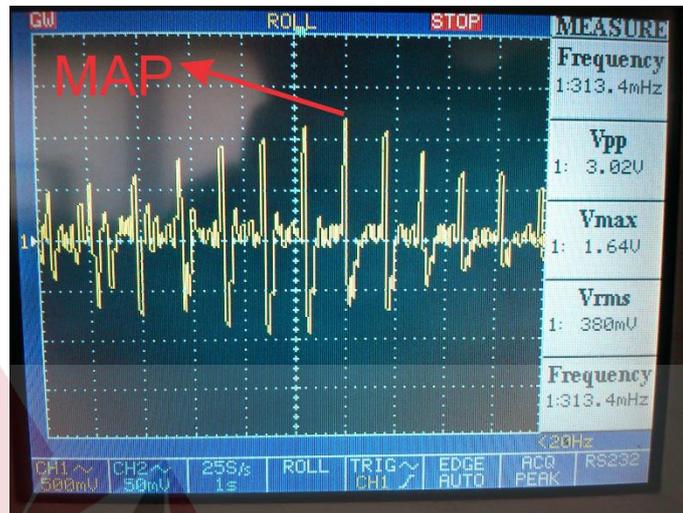
Gambar 4.5 merupakan keluaran sensor setelah dipasang filter dan amplifier. Oscilloscope disetting pada Volt/Div 100 mV, dan Time/Div 200 ms. Keluaran yang dihasilkan sekitar 120 mV Vpp.



Gambar 4.6 Keluaran Sensor Setelah Dipasang Filter dan Amplifier Saat Handcuff Dipompa

Gambar 4.6 merupakan keluaran sensor setelah dipasang filter dan amplifier saat handcuff dipompa. Penunjuk A merupakan sinyal saat pemompaan

udara ke dalam *handcuff*. Pada saat pemompaan dihentikan dan *handcuff* perlahan mengempis, sinyal siap digunakan untuk menghitung tekanan darah dan detak jantung (penunjuk B).



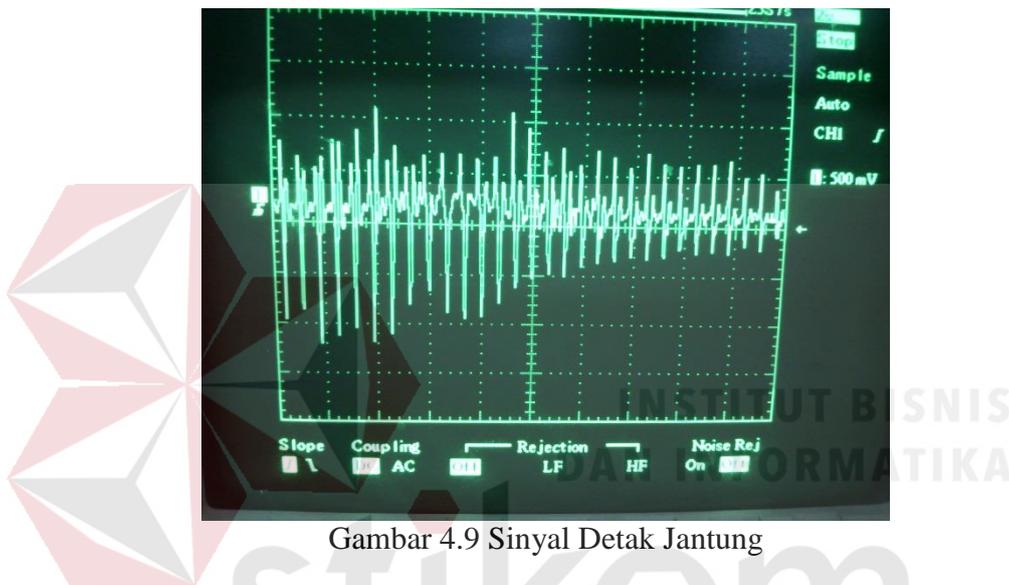
Gambar 4.7 Keluaran Sensor Saat *Handcuff* Mulai Mengempis 1



Gambar 4.8 Keluaran Sensor Saat *Handcuff* Mulai Mengempis 2

Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 merupakan keluaran sensor saat udara pada *handcuff* mulai dibuang secara perlahan, pada gambar tersebut terlihat sinyal mulai naik hingga mencapai titik tertinggi (*Mean Arterial Pulse*), kemudian perlahan-lahan turun kembali. Sinyal MAP inilah yang digunakan untuk mencari nilai tekanan darah sistolik dan diastolik.

Pengukuran nilai MAP dalam Tugas Akhir ini adalah dengan cara mengambil data keluaran sensor tekanan menggunakan *time sampling* 200 microsecond selama 15 detik, kemudian dari data-data tersebut dicari nilai tertinggi sehingga didapatkan nilai MAP nya. Setelah nilai MAP didapatkan, untuk menghitung nilai sistolik adalah dengan cara mengkalikan nilai MAP dengan 0,85, sedangkan nilai diastolik didapatkan dengan cara mengkalikan nilai MAP dengan 0,55 (Oktavianto, 2003).



Gambar 4.9 Sinyal Detak Jantung

Gambar 4.9 adalah hasil keluaran sinyal detak jantung dari sensor tekanan, untuk mendapatkan nilai detak jantung adalah dengan cara mengambil data keluaran sensor tekanan dengan *time sampling* 100 milisecond selama 15 detik, digunakan *threshold* sebesar 3,66 Volt atau nilai 750 bila dikonversi dalam bentuk data digital (nilai *threshold* didapatkan dari percobaan sebanyak ± 50 kali), berdasarkan hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa jika data yang terukur melebihi nilai *threshold* maka saat itu jantung berdenyut satu kali, sehingga nilai detak jantung bertambah setiap didapatkan nilai yang melebihi *threshold*.

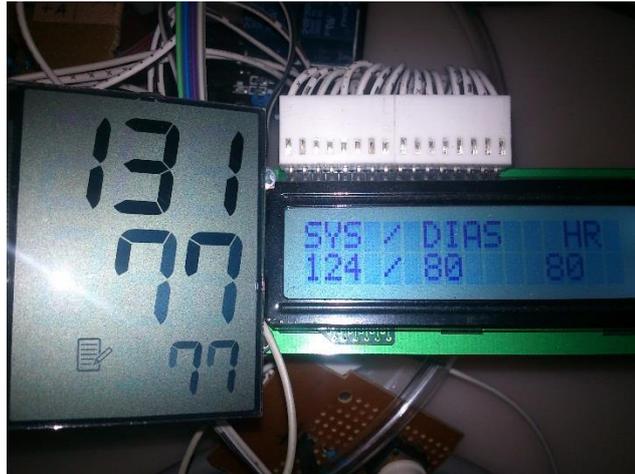
Berikut ini adalah potongan program yang digunakan untuk menghitung nilai tekanan sistolik, diastolik dan detak jantung.

```

void baca_tekanan()
{
  digitalWrite(PIN_VALVE, HIGH);
  digitalWrite(PIN_MOTOR, LOW);
  baca:
  data = analogRead(PIN_TEKANAN);
  voltage = (data*5)/1024;
  kpa = (voltage-0.2)/0.09;
  mmhg = kpa*7.5006;
  if(mmhg>200)
  {
    digitalWrite(PIN_MOTOR, HIGH);
    cari();
  }
  else if (fin==0){goto baca;}
}
float cari()
{
  delay(2000);
  for (int x=0; x <= 150; x++)
  {
    data1=analogRead(PIN_TEKANAN1);
    if (data1>750){detak = detak + 1;} ///pencarian detak jantung
    for (int a=0; a <= 500; a++)
    {
      data2=analogRead(PIN_TEKANAN2);
      if (data2>MAP)
      {
        MAP=data2;          ///pencarian MAP
      }
      delayMicroseconds(200);
    }
  }
  digitalWrite(PIN_VALVE, LOW);
  MAPV = ((MAP-300)*5)/1024;
  MAPkpa = (MAPV-0.2)/0.09;
  MAPmmhg = MAPkpa*7.5006;
  mmhg = MAPmmhg-50;
  sys = mmhg * 0.85;          ///pencarian sistolik
  dia = mmhg * 0.55;        ///pencarian diastolik
  detak = detak*4;          ///detak jantung per menit
  lcd.print("SYS / DIAS   HR ");
  lcd.setCursor (0,1);
  lcd.print(sys);
  lcd.print(" / ");
  lcd.print(dia);
  lcd.print("   ");
  lcd.print(detak);
  lcd.print("  ");
  fin=1;
  delay(1000000);
}

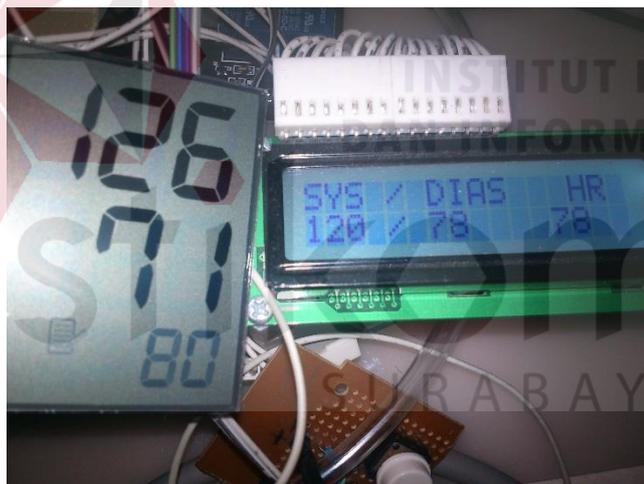
```

Gambar 4.10, Gambar 4.11, dan Gambar 4.12 merupakan perbandingan hasil pengukuran menggunakan tensimeter digital merek Omron HEM-7111 dengan sensor tekanan yang dirancang.



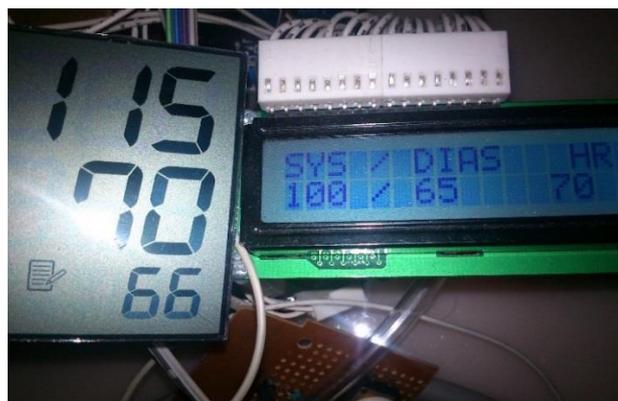
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Tekanan Darah dan Detak Jantung 1

Pada Gambar 4.10 menunjukkan hasil pengukuran dari tensimeter digital untuk sistolik, diastolik dan detak jantung dengan nilai 131, 77, dan 77, sedangkan sensor tekanan menunjukkan 124, 80, dan 80.



Gambar 4.11 Hasil Pengujian Tekanan Darah dan Detak Jantung 2

Pada Gambar 4.11 menunjukkan hasil pengukuran dari tensimeter digital untuk sistolik, diastolik dan detak jantung dengan nilai 126, 71, dan 80, sedangkan sensor tekanan menunjukkan 120, 78, dan 78.



Gambar 4.12 Hasil Pengujian Tekanan Darah dan Detak Jantung 3

Pada Gambar 4.12 menunjukkan hasil pengukuran dari tensimeter digital untuk sistolik, diastolik dan detak jantung dengan nilai 115, 70, dan 66, sedangkan sensor tekanan menunjukkan 100, 65, dan 70.

Tabel 4.2 merupakan hasil pengukuran tekanan sistolik, diastolik, dan detak jantung dengan 15 kali pengukuran.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Tekanan Darah dan Detak Jantung

Pengukuran Tensimeter Digital			Pengukuran Sensor Tekanan MPX5050DP			<i>Error (%)</i>		
Sistole (mmHg)	Diastole (mmHg)	Detak (bpm)	Sistole (mmHg)	Diastole (mmHg)	Detak (bpm)	<i>Error Sistole</i>	<i>Error Diastole</i>	<i>Error Detak</i>
131	77	77	124	80	80	5,34	3,89	3,89
126	71	80	120	78	78	4,76	9,85	2,5
115	70	66	100	65	70	13,04	7,14	6,06
108	64	59	110	71	60	1,85	10,93	1,69
113	67	60	125	81	60	10,61	20,89	0
102	65	72	111	72	70	8,82	10,76	2,77
117	70	58	118	76	60	0,85	8,57	3,44
120	69	59	126	82	56	5	18,84	5,08
119	71	81	115	74	80	3,36	4,22	1,23
118	67	81	100	65	84	15,25	2,98	3,70
115	77	81	90	58	80	21,73	24,67	1,23
123	70	77	110	71	80	10,56	1,42	3,89
112	65	87	115	74	84	2,67	13,84	3,44
111	66	85	120	78	76	8,10	18,18	10,58
110	65	80	122	79	80	9,09	0	0
Jumlah						121,03	156,18	49,5
Rata-Rata <i>Error (%)</i>						8,06 %	10,41 %	3,30 %

Berdasarkan pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa pengukuran tekanan darah dan detak jantung menggunakan sensor tekanan MPX5050DP didapatkan rata-rata tingkat *error* 8,06 % untuk tekanan sistolik, 10,41 % untuk tekanan diastolik, dan 3,30 % untuk detak jantung.

Dengan demikian dapat diperoleh tingkat akurasi dari modul sensor tekanan MPX5050DP yang dibuat sebesar 91,94 % untuk tekanan sistolik, 89,59 % untuk tekanan diastolik, dan untuk detak jantung sebesar 96,7%.

4.4 Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan dengan menguji *output* sensor suhu dan hasilnya dibandingkan dengan termometer digital.

4.4.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur keakuratan dari sensor suhu DS18B20.

4.4.2 Peralatan yang digunakan

1. *Board* Arduino Uno R3
2. *Power supply*
3. LCD
4. Modul sensor suhu DS18B20
5. Termometer digital

4.4.3 Prosedur Pengujian

1. Hubungkan *power supply* dengan sumber tegangan 220/240V PLN.
2. Hubungkan *power supply*, *board* Arduino Uno R3 dan modul sensor suhu DS18B20.
3. Download program perhitungan suhu ke dalam *board* Arduino Uno R3.

4. Letakkan sensor suhu dan termometer digital ke dalam ketiak, serta catat perubahan *output* sensor suhu dan *output* tensimeter digital.

4.4.4 Hasil Pengujian Sensor Suhu

Hasil pengujian sensor suhu DS18B20 dengan potongan program:

```
#include <OneWireTempSensor.h>
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <OneWire.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#define I2C_ADDR 0x27
#define BACKLIGHT_PIN 3
#define En_pin 2
#define Rw_pin 1
#define Rs_pin 0
#define D4_pin 4
#define D5_pin 5
#define D6_pin 6
#define D7_pin 7
int Pin_Suhu = 8;
LiquidCrystal_I2C
  lcd(I2C_ADDR, En_pin, Rw_pin, Rs_pin, D4_pin, D5_pin, D6_pin, D7_p
in);
OneWire ds(Pin_Suhu);
void setup(void)
{
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.setBacklightPin(BACKLIGHT_PIN, POSITIVE);
  lcd.setBacklight(HIGH);
  lcd.home ();
}
void loop(void)
{
  float temperature = getTemp();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Suhu : ");
  lcd.print(temperature);
  lcd.print(" *C");
  delay(100);
}
```



Gambar 4.13 Pengujian Sensor Suhu DS18B20 dan Termometer Digital

Gambar 4.13 menunjukkan hasil pengukuran termometer digital merek Onemed dan sensor suhu DS18B20 dengan nilai 32,7 °C dan 32,38 °C.

Tabel 4.3 merupakan hasil pengukuran sensor suhu DS18B20 dengan 10 kali pengukuran.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Sensor Suhu DS18B20

Termometer digital (°C)	Sensor Suhu DS18B20 (°C)	Error (%)
34,2	34,50	0,87
34,6	34,88	0,81
34,2	34,38	0,53
34,4	34,0	1,16
32,7	32,38	0,98
34,75	34,9	0,43
35,0	35,20	0,57
34,2	34,25	0,14
33,2	33,50	0,90
34,4	34,55	0,44
Jumlah		5.22 %
Rata-rata error (%)		0,52 %

Berdasarkan pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa sensor suhu DB18B20 mempunyai rata-rata tingkat *error* 0,52 %.

Dengan demikian dapat diperoleh tingkat akurasi dari sensor suhu DS18B20 yang dibuat sebesar 99,48 %.

4.5 Pengujian Metode *Fuzzy*

Pengujian metode *fuzzy* dilakukan dengan cara memasukkan data parameter detak jantung, tekanan darah dan suhu tubuh ke dalam sistem *fuzzy* yang telah diprogram pada arduino dan hasilnya dibandingkan dengan perhitungan sistem *fuzzy* secara manual

4.5.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perancangan program sistem *fuzzy* yang dibuat apakah sesuai dengan yang diharapkan.

4.5.2 Peralatan yang digunakan

1. *Board* Arduino Uno R3
2. *Power supply*
3. PC sebagai penampil data serial

4.5.3 Prosedur Pengujian

1. Hubungkan *power supply* dengan sumber tegangan 220/240V PLN.
2. Hubungkan *power supply* dengan *board* Arduino Uno R3 dan sambungkan kabel data arduino ke PC.
3. Download program *fuzzy* ke dalam *board* Arduino Uno R3.
4. Catat hasil tampilan pada PC.

4.5.4 Hasil Pengujian Metode *Fuzzy*

Berikut ini merupakan hasil pengujian sistem *fuzzy* yang dibuat.

```

COM1
Send
Pengujian Sistem Fuzzy Tingkat Stres
Input Detak Jantung, Tekanan Darah, Suhu Tubuh: 60.00, 80.00, 37.00,
=====
Bobot Detak Jantung :>> Lambat: 1.00, Normal      : 0.00, Agak_Cepat : 0.00, Cepat      : 0.00.
Bobot Tekanan Darah :>> Rendah: 1.00, Normal      : 0.00, Agak_Tinggi : 0.00, Tinggi     : 0.00.
Bobot Suhu Tubuh    :>> Normal: 1.00, Agak_Dingin : 0.00, Dingin     : 0.00, Sangat_Dingin : 0.00.
o-----o
rata-rata tingkat stres :>>

30.00
----- = 10.00 %
3.00

Kondisi = Rileks

Autoscroll Newline 9600 baud

```

Gambar 4.14 Hasil Pengujian Metode *Fuzzy* 1

Gambar 4.14 merupakan salah satu hasil pengujian sistem *fuzzy* dengan *input* detak jantung 60 bpm, tekanan darah 80 mmHg, dan suhu 37 °C. Hasil menunjukkan kondisi tingkat stres “rileks”, dengan persentase tingkat stres sebesar 10 %. Hasil pengujian telah sesuai dengan analisis *fuzzy* secara manual.

```

COM1
Send
Pengujian Sistem Fuzzy Tingkat Stres
Input Detak Jantung, Tekanan Darah, Suhu Tubuh: 80.00, 100.00, 35.00,
=====
Bobot Detak Jantung :>> Lambat: 0.00, Normal      : 1.00, Agak_Cepat : 0.00, Cepat      : 0.00.
Bobot Tekanan Darah :>> Rendah: 1.00, Normal      : 0.00, Agak_Tinggi : 0.00, Tinggi     : 0.00.
Bobot Suhu Tubuh    :>> Normal: 0.00, Agak_Dingin : 0.50, Dingin     : 0.33, Sangat_Dingin : 0.00.
o-----o
rata-rata tingkat stres :>>

33.33
----- = 40.00 %
0.83

Kondisi = Tenang

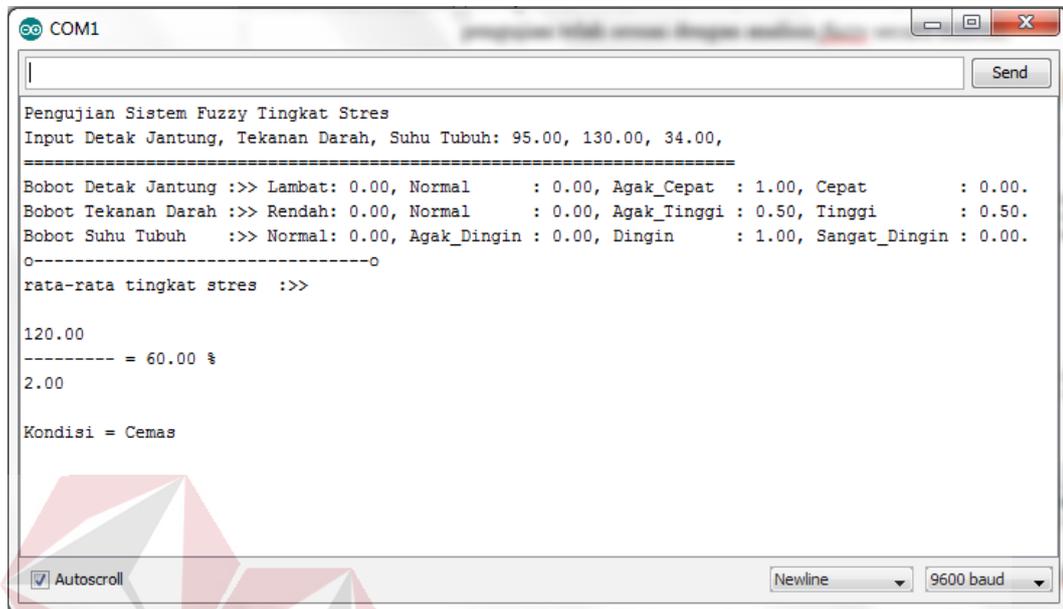
Autoscroll Newline 9600 baud

```

Gambar 4.15 Hasil Pengujian Metode *Fuzzy* 2

Gambar 4.15 merupakan salah satu hasil pengujian sistem *fuzzy* dengan *input* detak jantung 80 bpm, tekanan darah 100 mmHg, dan suhu 35 °C. Hasil menunjukkan

kondisi tingkat stres “tenang”, dengan persentase tingkat stres sebesar 40 %. Hasil pengujian telah sesuai dengan analisis *fuzzy* secara manual.



```

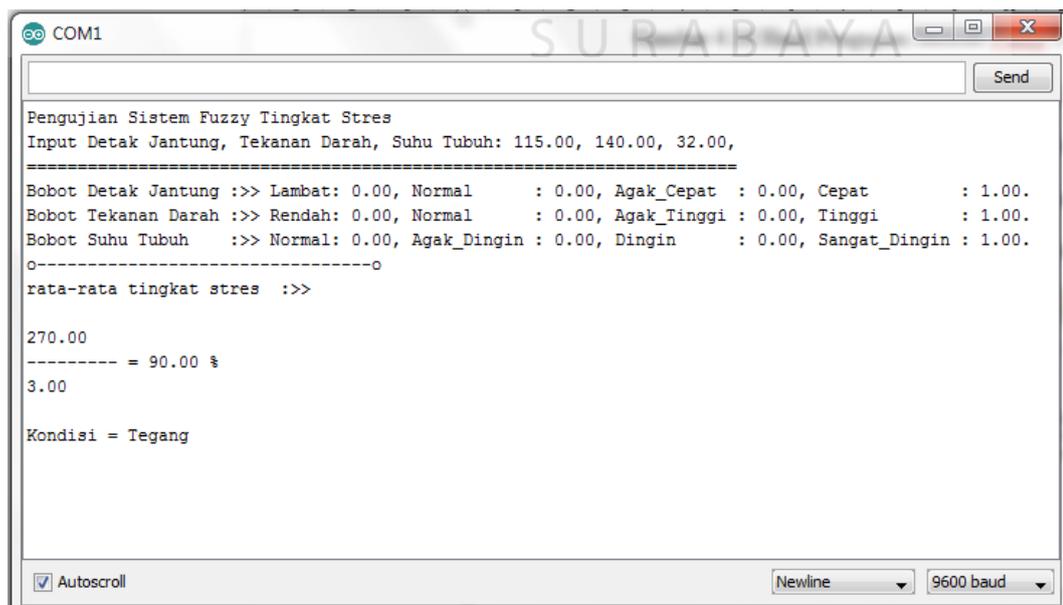
COM1
Pengujian Sistem Fuzzy Tingkat Stres
Input Detak Jantung, Tekanan Darah, Suhu Tubuh: 95.00, 130.00, 34.00,
=====
Bobot Detak Jantung :>> Lambat: 0.00, Normal : 0.00, Agak_Cepat : 1.00, Cepat : 0.00.
Bobot Tekanan Darah :>> Rendah: 0.00, Normal : 0.00, Agak_Tinggi : 0.50, Tinggi : 0.50.
Bobot Suhu Tubuh :>> Normal: 0.00, Agak_Dingin : 0.00, Dingin : 1.00, Sangat_Dingin : 0.00.
o-----o
rata-rata tingkat stres :>>

120.00
----- = 60.00 %
2.00

Kondisi = Cemas
Autoscroll Newline 9600 baud
  
```

Gambar 4.16 Hasil Pengujian Metode *Fuzzy* 3

Gambar 4.16 merupakan salah satu hasil pengujian sistem *fuzzy* dengan *input* detak jantung 95 bpm, tekanan darah 130 mmHg, dan suhu 34 °C. Hasil menunjukkan kondisi tingkat stres “cemas”, dengan persentase tingkat stres sebesar 60 %. Hasil pengujian telah sesuai dengan analisis *fuzzy* secara manual.



```

COM1
Pengujian Sistem Fuzzy Tingkat Stres
Input Detak Jantung, Tekanan Darah, Suhu Tubuh: 115.00, 140.00, 32.00,
=====
Bobot Detak Jantung :>> Lambat: 0.00, Normal : 0.00, Agak_Cepat : 0.00, Cepat : 1.00.
Bobot Tekanan Darah :>> Rendah: 0.00, Normal : 0.00, Agak_Tinggi : 0.00, Tinggi : 1.00.
Bobot Suhu Tubuh :>> Normal: 0.00, Agak_Dingin : 0.00, Dingin : 0.00, Sangat_Dingin : 1.00.
o-----o
rata-rata tingkat stres :>>

270.00
----- = 90.00 %
3.00

Kondisi = Tegang
Autoscroll Newline 9600 baud
  
```

Gambar 4.17 Hasil Pengujian Metode *Fuzzy* 4

Gambar 4.17 merupakan salah satu hasil pengujian sistem *fuzzy* dengan *input* detak jantung 115 bpm, tekanan darah 140 mmHg, dan suhu 32 °C. Hasil menunjukkan kondisi tingkat stres “tegang”, dengan persentase tingkat stres sebesar 90 %. Hasil pengujian telah sesuai dengan analisis *fuzzy* secara manual.

Dari hasil pengujian sistem *fuzzy* dapat disimpulkan bahwa sistem *fuzzy* yang dibuat telah sesuai dengan analisis *fuzzy* secara manual.

4.6 Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan dengan mengukur tingkat stres pada subjek.

4.6.1 Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mengukur tekanan darah, detak jantung dan suhu tubuh, sehingga didapatkan kesimpulan mengenai tingkat stres manusia.

4.6.2 Peralatan yang digunakan

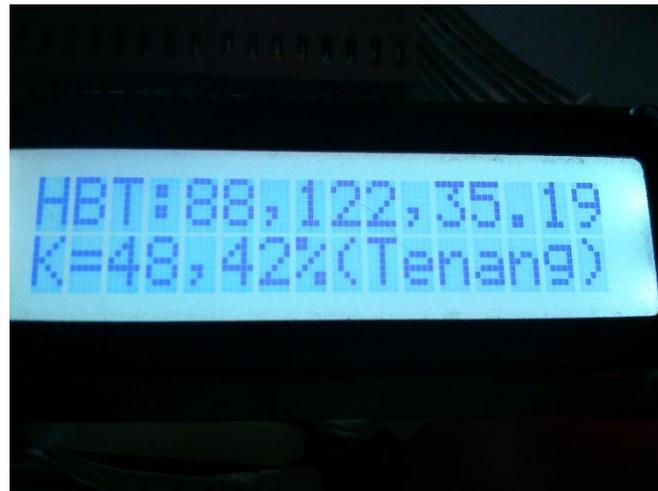
1. Rangkaian alat secara keseluruhan.
2. Subjek manusia.

4.6.3 Prosedur Pengujian

1. Lilitkan *handcuff* pada lengan kiri subjek.
2. Letakkan sensor suhu pada ketiak kanan subjek.
3. Tekan tombol ON.
4. Tunggu sampai alat selesai dalam melakukan pengukuran dan menampilkan data pada LCD.

4.6.4 Hasil Pengujian Secara Keseluruhan

Berikut ini merupakan hasil pengujian sistem secara keseluruhan.



Gambar 4.18 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Gambar 4.18 merupakan salah satu hasil pengujian sistem secara keseluruhan yang menunjukkan bahwa pengukuran tingkat stres yang dilakukan menghasilkan nilai detak jantung 88 bpm, tekanan darah sistolik 122 mmHg, suhu tubuh 35,19 °C, dan kondisi tingkat stres “48,42 % (Tenang)”.

Penghitungan tingkat stres secara manual menunjukkan hasil sebagai berikut:

Input detak jantung = 88 bpm, tekanan darah = 122 mmHg, suhu tubuh = 35,19 °C.

Bobot Detak Jantung :

$$x \text{ lambat} = 0$$

$$x \text{ normal} = \frac{95 - 88}{15} = 0,47$$

$$x \text{ agak cepat} = \frac{88 - 85}{10} = 0,3$$

$$x \text{ cepat} = 0$$

Bobot Tekanan Darah:

$$x \text{ rendah} = 0$$

$$x \text{ normal} = \frac{125 - 122}{10} = 0,3$$

$$x \text{ agak tinggi} = \frac{122 - 115}{10} = 0,7$$

$$x \text{ tinggi} = 0$$

Bobot Suhu Tubuh:

$$x \text{ sangat dingin} = 0$$

$$x \text{ dingin} = \frac{35,5 - 35,19}{1,5} = 0,21$$

$$x \text{ agak dingin} = \frac{35,19 - 34,5}{1} = 0,69$$

$$x \text{ normal} = 0$$

Rule Fuzzy :

R1. If Detak Normal and Tekanan Normal and Suhu dingin

$$\text{Then Tenang} = \min(0,47 ; 0,3 ; 0,21) = 0,21$$

R2. If Detak Normal and Tekanan Normal and Suhu Agak Dingin

$$\text{Then Tenang} = \min(0,47 ; 0,3 ; 0,69) = 0,3$$

R3. If Detak Normal and Tekanan Agak Tinggi and Suhu Dingin

$$\text{Then Cemas} = \min(0,47 ; 0,7 ; 0,21) = 0,21$$

R4. If Detak Normal and Tekanan Agak Tinggi and Suhu Agak Dingin

$$\text{Then Tenang} = \min(0,47 ; 0,7 ; 0,69) = 0,46$$

R5. If Detak Agak Cepat and Tekanan Normal and Suhu Dingin

$$\text{Then Cemas} = \min(0,3 ; 0,3 ; 0,21) = 0,21$$

R6. If Detak Agak Cepat and Tekanan Normal and Suhu Agak Dingin

$$\text{Then Tenang} = \min(0,3 ; 0,3 ; 0,69) = 0,3$$

R7. If Detak Agak Cepat and Tekanan Agak Tinggi and Suhu Dingin

$$\text{Then Cemas} = \min(0,3 ; 0,7 ; 0,21) = 0,21$$

R8. If Detak Agak Cepat and Tekanan Agak Tinggi and Suhu Agak Dingin

$$\text{Then Cemas} = \min(0,3 ; 0,7 ; 0,69) = 0,3$$

Rata – rata terbobot =

$$\frac{(0,21*40)+(0,3*40)+(0,47*40)+(0,3*40)+(0,21*60)+(0,21*60)+(0,21*60)+(0,3*60)}{0,21+0,3+0,47+0,3+0,21+0,21+0,21+0,3}$$

$$= 48,42 \%$$

Dengan demikian dapat diambil kesimpulan pengukuran tingkat stres dengan hasil sebesar 48,42 %.

Tabel 4.4 merupakan hasil pengujian sistem secara keseluruhan dengan 5 kali pengukuran.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Detak Jantung	Tekanan Sistolik	Suhu Tubuh	Tingkat Stres	Hasil
88	122	35,19	48,42 % (Tenang)	Sesuai dengan perhitungan manual
100	124	31,1	75 % (Cemas)	Sesuai dengan perhitungan manual
80	98	32,19	40 % (Tenang)	Sesuai dengan perhitungan manual
68	110	35,0	31,28 % (Tenang)	Sesuai dengan perhitungan manual
88	126	32,7	63,53 % (Cemas)	Sesuai dengan perhitungan manual

Dari pengujian sistem secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa sistem berjalan dengan baik dalam pengukuran tingkat stres pada manusia, dan hasil penghitungan kondisi tingkat stres telah sesuai dengan analisis *fuzzy* secara manual.

BAB V

PENUTUP

Berdasarkan pengujian pada perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam Tugas Akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan dan saran-saran dari hasil yang diperoleh.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat akurasi sensor DS18B20 untuk pengukuran suhu tubuh sebesar 99,48%, hasil tersebut merupakan perbandingan dengan termometer digital merek Onemed. Sedangkan tingkat akurasi sensor MPX5050DP untuk pengukuran tekanan sistolik sebesar 91,94 %, tekanan diastolik sebesar 89,59 %, dan detak jantung sebesar 96,7 %. Hasil yang diperoleh tersebut merupakan perbandingan dengan tensimeter digital Omron HEM-7111 yang mempunyai tingkat *error* 5%.
2. Penghitungan tingkat stres dengan menggunakan metode *fuzzy* berjalan dengan baik dengan persentase keberhasilan 100% sesuai dengan analisis *fuzzy* secara manual.

Pengukuran suhu tubuh menggunakan sensor DS18B20 memiliki tingkat keakuratan yang sangat baik yaitu 99,48%. Sedangkan pada pengukuran tekanan darah sistolik dan diastolik, *error* yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan hasil pengukuran detak jantung, walaupun menggunakan sensor tekanan yang sama.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran tekanan darah tersebut diantaranya adalah ukuran *handcuff* dengan lengan yang kurang sesuai, posisi peletakan *handcuff* pada lengan harus tepat yaitu *handcuff* dililitkan sekitar 1-2 cm di atas pergelangan siku, dan harus sejajar dengan jantung, serta lengan harus rileks pada saat pengukuran.

Secara keseluruhan sistem dapat berjalan dengan baik dalam pengukuran tingkat stres dan sistem *fuzzy* yang digunakan dapat berjalan sesuai yang diharapkan.

5.2 Saran

Berikut ini adalah beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya agar sistem berjalan lebih baik:

1. Penelitian berikutnya diharapkan dapat menambahkan parameter lain untuk mengukur tingkat stres yaitu GSR, agar pengukuran tingkat stres lebih akurat.
2. Pemilihan ukuran *handcuff* yang sesuai dengan ukuran lengan subjek, agar dalam mengukur tekanan darah dapat dihasilkan tingkat akurasi yang lebih baik.
3. Pemilihan sensor tekanan yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiluhung, Johan. 2011. *Alat Pengukur Tekanan Darah Otomatis Berbasis Mikrokontroler Untuk Pasien Rawat Jalan Dengan Sms Gateway*. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya..
- Atkinson, Rita L, Atkinson, Richard C & Hilgard, Ernest R. 2011. *Pengantar Psikologi, Jilid 2* (Terjemah Nurdjannah Taufiq). Jakarta: Erlangga.
- Cox, Earl. 1994. *The Fuzzy Systems Handbook Handbook Prscitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining* : Academic Press.
- Elizabeth Scott, M. S. 2010. *Stress Effect* . Diunduh 1 April 2013 dari :
<http://www.stress.about.com/stress-effect.html>.
- Gabriel, J., F. 1997. *Fisika Kedokteran*. Jakarta: EKG.
- Kadir, Abdul. 2012. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Kusumadewi, Sri dan Sri Hartati. 2010. *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lahey, B. B. 2007. *Psychology: An Introduction, Ninth Edition*. New York: The McGraw-Hill Companies.
- Marks, D. F., Murray, M., Evans, B.& Estacio, E.V. 2011. *Health Psychology Theory, Research, and Practice, Third Edition*. London: SAGE Publication Ltd.
- Oktavianto, Hary. 2003. Implementasi Perhitungan Desimal Menggunakan FPGA. *EEPIS Jurnal Online System Vol 8 (1)*. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

- Purnomo, Sigit dan Kelvin Daniswara Abidin, Rafael. 2010. Pengukuran Tekanan Darah Digital Dengan Database. *Undergraduate Thesis*, Binus.
- Rasmun. 2004. *Stress Koping dan Adaptasi*. Jakarta: CV.Sagung Seto.
- Rohmad, Ali. 2009. *Perancangan Instrumen Pendeteksi Awal Ketegangan (Stress) Pada Manusia Berbasis PC Diukur dari Suhu Tubuh, Kelembaban Kulit dan Detak Jantung*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Scot W.N well, Ipswich, dan Mass. 1993. *Pressure Signal Prosessing Aparatus and Methode for An Automatic Bloodpressure Gauge*. United State: United U.S Patent Document.
- Siboro, Tri Sumarni. 2008. Hubungan Kondisi Kerja dan Karakteristik Individual Dengan Stres Kerja Pada Pegawai Lembaga Permasayarakatan Klas II B Lubuk Pakam 2008-2009. *Tesis*. Universitas Sumatera Selatan.
- Suryani, Tatik dan Widyayantoro, Harry. 2001. Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Stres Kerja Pada Tenaga Edukatif Tetap Perguruan Tinggi Swasta Di Surabaya. *Jurnal Manajemen Sumber Daya Manusia*: 1-12.
- Suwarto, Edi. 2012. *Alat Pendeteksi Parameter Stres Manusia Berbasis Mikrokontroler Atmega 16*. Semarang: Politeknik Negeri Semarang.