



**Aplikasi *Fuzzy Logic* Untuk Alat Pendeteksi Stress
Menggunakan Suhu, GSR dan Detak Jantung**

SKRIPSI

oleh

**Rara Arini Pristantini
NIM 111910201007**

**PROGRAM STUDI STRATA 1
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**Aplikasi *Fuzzy Logic* Untuk Alat Pendeteksi Stress
Menggunakan Suhu, GSR dan Detak Jantung**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh

Rara Arini Pristantini
NIM 111910201007

**PROGRAM STUDI STRATA 1
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, taufiq, serta hidayah yang sangat luar biasa kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik. Tidak lupa sholawat serta salam kita haturkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang menunjukkan kita sebagai manusia menuju jalan yang terang benderang dengan kehidupan yang lebih baik. Skripsi ini merupakan karya yang tidak pernah ternilai dan terlupakan bagi penulis yang selain sebagai syarat menyelesaikan program studi juga untuk kemajuan umat manusia agar lebih baik. Oleh karenanya karya ini ingin saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, karena perlindungan, pertolongan, dan ridho-Nya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik serta Nabi Besar Muhammad SAW;
2. Kedua orang tuaku, Ayahanda Heri Pristiawan dan Ibunda Wiwik Andayani, serta kakakku Rara Arica Pristivana terima kasih dukungan, bantuan, serta doa restunya hingga selesainya studi ini;
3. Kerabat dan sanak keluarga, dan semua keluargaku yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan doa;
4. Dosen pembimbing skripsiku, Bapak Bambang Supeno, S.T., M.T. selaku DPU dan Bapak M. Agung Prawira Negara, S.T., M.T. selaku DPA yang bersedia meluangkan waktu dan pikirannya guna memberikan bimbingan dan arahan demi terselesainya skripsi ini;
5. Dosen penguji 1, Bapak Sumardi, S.T., M.T. dan Dosen penguji 2, Bapak Satryo Budi Utomo, S.T., M.T. yang telah meluangkan banyak waktu dan pikiran guna memberikan pengarahan demi kemajuan dan terselesainya penulisan skripsi ini dengan baik;
6. Semua Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan membimbing selama kurang lebih empat tahun ini. Penulis sampaikan banyak terima kasih atas semua ilmu, didikan, dan pengalaman yang sangat luar biasa;

7. Sahabat-sahabatku Norma Erlita, Rizky Nurmala, Nuri Firdausi, dan Widya Ika Pravita yang telah menemani serta membuatku betah hidup di Jember sampai semester akhir ini;
8. Seseorang yang spesial M. Abdul Khamid, terima kasih atas semuanya, yang telah memeberikan perhatian, dorongan, serta semangat buatku;
9. Teman-teman elektro yang telah berjuang bersana di almamater tercinta, kehidupan bersama kalian adalah hal yang tidak akan terlupakan. Aku bangga menjadi bagian dari kalian;
10. Teman-teman kos, Arum Melati Sekarkinasih, Rizky Putri Aulia, Hadaina Wulan, dan Iis Kresnawati yang sudah menemani dan menjalani hidup bersama sebagai seorang perantau;
11. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran pembuatan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

MOTTO

*“Cobalah untuk tidak menjadi seorang yang SUKSES, tapi
jadilah seorang yang BERNILAI”
(Albert Einstein)*

*“Barang siapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu
adalah untuk dirinya sendiri”
(Q.S Al-Ankabut : 6)*

*“Orang yang tak pernah melakukan kesalahan adalah orang yang
tak pernah mencoba sesuatu yang baru”
(Albert Einstein)*

*“Hidup adalah perjuangan, kebahagiaan harus direngkuh dengan
banyak pengorbanan”
(Darwis Tere Liye)*

*Aku bukanlah orang yang hebat, tapi aku mau belajar dari orang-orang hebat.
Aku adalah orang biasa tapi aku ingin menjadi orang yang luar biasa.
Dan aku bukanlah orang yang istimewa, tapi aku ingin membuat seseorang
menjadi istimewa”
(Mario Teguh)*

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Rara Arini Pristantini

NIM : 111910201007

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul “*Aplikasi Fuzzy Logic Untuk Alat Pendeteksi Stress Menggunakan Suhu, GSR dan Detak Jantung*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Desember 2015
Yang menyatakan,

Rara Arini Pristantini
NIM 111910201007

SKRIPSI

**APLIKASI FUZZY LOGIC UNTUK ALAT PENDETEKSI STRESS
MENGUNAKAN SUHU, GSR DAN DETAK JANTUNG**

Oleh

Rara Arini Pristantini
NIM 111910201007

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Bambang Supeno, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : M. Agung Prawira Negara, S.T.,M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Aplikasi Fuzzy Logic Untuk Alat Pendeteksi Stress Menggunakan Suhu, GSR Dan Detak Jantung**” telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 4 Desember 2015

Tempat : Ruang Ujian 1 Fakultas Teknik, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Bambang Supeno, S.T.,M.T.
NIP. 19690630 199512 1 001

M. Agung Prawira Negara, S.T.,M.T.
NIP. 19871217 201212 1 003

Anggota I

Anggota II

Sumardi, S.T., M.T.
NIP. 19670113 199802 1 001

Satryo Budi Utomo, S.T., M.T.
NIP. 19850126 200801 1 002

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

Aplikasi Fuzzy Logic Untuk Alat Pendeteksi Stress Menggunakan Suhu, GSR Dan Detak Jantung

Rara Arini Pristantini

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Stress adalah respons umum terhadap adanya tuntutan pada tubuh. Tuntutan tersebut adalah keharusan untuk menyesuaikan diri, dan itu menyebabkan keseimbangan tubuh terganggu. Masa kini, stress tidak hanya dialami oleh orang-orang tua, tetapi dialami juga pada orang-orang yang lebih muda. Stress juga mempengaruhi kondisi tubuh. Jika seseorang mengalami stress, maka tubuh akan mengadakan reaksi secara terpadu untuk melawan stresor. Reaksi tersebut diantaranya adalah detak jantung meningkat, tekanan darah naik, pernapasan menjadi cepat, dan pada telapak tangan akan mengeluarkan keringat dingin. Alat pendeteksi parameter stress manusia merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi seberapa tinggi level kejenuhan dan ketegangan manusia dengan memperhitungkan *pulse sensor* berfungsi untuk mendeteksi detak jantung dalam satuan *beat per minute*, sensor *lm35* yang berfungsi untuk mendeteksi suhu tubuh atau disebut *H&T*, dan sensor *GSR (Galvanic Skin Resistance)* berfungsi untuk mendeteksi konduktivitas kulit yang merupakan resistansi kulit dari dua jari tangan, menggunakan *arduino uno* sebagai pengolah data yang kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan *DASS 42* yaitu salah satu alat ukur stress psikologi. Dari hasil perbandingan dengan tabel tersebut akan diperoleh satu keputusan yang menampilkan kondisi tingkat stress manusia. Dan alat ini dibuat portabel sehingga dapat dibawa kemana-mana.

Katakunci: *arduino uno, DASS 42, GSR, pulse sensor*

***Fuzzy Logic Applications For Using Stress Detection Tool
Temperature, GSR And Heartbeats***

Rara Arini Pristantini

Electrical Engineering, Engineering Faculty, Jember University

ABSTRACT

Stress is a common response to the demands on the body. The suit is the necessity to adapt, and it causes the body's equilibrium disturbed. Present, not only the stress experienced by older people, but also experienced in those who are younger. Stress also affects the condition of the body. If a person experiences stress, the body will conduct an integrated response to fight the stressor. These reactions include increased heart rate, blood pressure rises, breathing becomes rapid, and the palms will sweat cold. Detector parameters stress human is a tool used to detect how high the level of saturation and the tensions of man taking into account the pulse sensor is used to detect a heartbeat in units of beats per minute, sensor LM35 which serves to detect the body temperature or so-called H & T, and sensor GSR (Galvanic Skin Resistance) function to detect conductivity of the skin which is skin resistance of two fingers, using arduino uno as a data processor which can then be compared with the DASS 42 is one measure psychological stress. From the comparison with this table will be obtained a decision that displays the condition of the human stress levels. And this tool is made portable so it can be taken anywhere.

Keywords: *arduino uno, DASS 42, GSR, pulse sensor*

RINGKASAN

Aplikasi Fuzzy Logic Untuk Alat Pendeteksi Stress Menggunakan Suhu, GSR Dan Detak Jantung; Rara Arini Pristantini 111910201007; 2015; 73 Halaman; Program Studi Strata 1 Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Stress adalah respons umum terhadap adanya tuntutan pada tubuh. Tuntutan tersebut adalah keharusan untuk menyesuaikan diri, dan itu menyebabkan keseimbangan tubuh terganggu. Masa kini, stress tidak hanya dialami oleh orang-orang tua, tetapi dialami juga pada orang-orang yang lebih muda (Yohanes Andri Wijaksono 2011). Stress juga mempengaruhi kondisi tubuh. Jika seseorang mengalami stress, maka tubuh akan mengadakan reaksi secara terpadu untuk melawan stresor. Reaksi tersebut diantaranya adalah detak jantung meningkat, suhu tubuh naik, pernapasan menjadi cepat, dan pada telapak tangan akan mengeluarkan keringat dingin (Yohanes Andri Wijaksono 2011).

Alat pendeteksi stress ini menggunakan komponen arduino uno sebagai kontroller, sensor LM35 yang berfungsi untuk mendeteksi suhu tubuh, sensor *GSR* yang berfungsi untuk mendeteksi konduktivitas kulit dan *pulse sensor* berfungsi untuk mendeteksi detak jantung, yang kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan DASS 42 yaitu salah satu alat ukur stress psikologi.

Penelitian dilaksanakan dua tahap, pertama yaitu tahap pengujian alat atau mengkalibrasi alat dengan alat yang telah ada. Disini semua komponen diuji cara kerjanya dan dilakukan sebanyak 10 kali percobaan pada 10 orang, apakah sudah sesuai dengan fungsi dan cara kerjanya masing-masing. Setelah alat dipastikan sudah berjalan dengan lancar dan sesuai fungsinya tahap selanjutnya mulai proses pengambilan data. Proses kedua ini dilakukan pengambilan data sebanyak 20 orang dan setiap orang dilakukan 10 kali percobaan diharapkan dapat meminimalisir terjadinya error persen yang terlalu banyak.

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, diperoleh nilai error persen (E%) suhu yang terbesar yaitu 1,71% dan nilai error persen (E%) suhu yang

terkecil yaitu 0,16% serta rata – rata nilai error persen (E%) dari 10 sampel orang yaitu sebesar 0,955%. Nilai error persen (E%) GSR yang terbesar yaitu 1,67% dan nilai error persen (E%) GSR yang terkecil yaitu 0% serta rata – rata nilai error persen (E%) dari 10 sampel orang yaitu sebesar 0,139%. Nilai error persen (E%) detak jantung yang terbesar yaitu 1,35% dan nilai error persen (E%) detak jantung yang terkecil yaitu 0% serta rata – rata nilai error persen (E%) dari 5 sampel orang yaitu sebesar 0,532%. Berdasarkan analisis tabel 4.6 pada nomor 9 dan 19 dapat disimpulkan bahwa tidak cocok dengan hasil alat dan tes *DASS 42* dan mempunyai nilai error persen (E%) dari data 20 orang sebesar 10%.

Dari analisa data alat dengan tes *DASS 42* hal ini dapat disimpulkan bahwa data dari tabel 4.7 mempunyai kesesuaian rata-rata sebesar 18,5%. Terdapat beberapa kondisi tertentu yaitu nomor 8, 9, dan 19 mempunyai tiga kondisi yang berbeda, kondisi tersebut terlalu rendah atau terlalu tinggi maka diambil tengah-tengah dari tiga kondisi tersebut. Perbedaan dan rata-rata tersebut bisa terjadi pada saat pengujian alat kemungkinan alat belum terpasang secara benar, bisa juga terjadi karena penempatan alat belum sesuai pada tempatnya, bisa juga terjadi pada saat pengisian kuisioner tes *DASS 42* tidak sesuai kondisi saat itu juga.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**Aplikasi Fuzzy Logic Untuk Alat Pendeteksi Stress Menggunakan Suhu, GSR Dan Detak Jantung**”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Bambang Supeno, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak M. Agung Prawira Negara, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Bapak Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
3. Ibunda Wiwik Andayani, Ayahanda Heri Pristiawan, Kakak Rara Arica Pristivana, terima kasih atas dukungan secara moril dan materil, kasih sayang serta do'a restunya;
4. Teman-Teman TEKTRON 11 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan bantuannya selama proses penyusunan skripsi ini;
5. Pihak-pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan motivasi kalian dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 30 Desember 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
ABSTRAK	ix
RINGKASAN	xii
PRAKATA	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Konsep Dasar Stress	5
2.1.1 Pengertian Stress	5
2.1.2 Sumber Stress	6
2.1.3 Alat Ukur Stress	6
2.2 Fuzzy Logic	8
2.2.1 Pengertian Fuzzy Logic	8
2.2.2 Konsep Fuzzy Logic	9

2.2.3 Himpunan Fuzzy	10
2.2.4 Fungsi Keanggotaan	11
2.3 Penguat Operasional (<i>Op-Amp</i>)	14
2.4 Penguat <i>Non-Inverting</i>	16
2.5 Penguat <i>Inverting</i>	17
2.6 Penguat <i>Diferensial</i>	17
2.7 Penguat <i>Instrumentasi</i>	18
2.8 Integrator	19
2.9 Pembangkit Gelombang Segitiga	20
2.10 Mikrokontroler Arduino	21
2.11 Sensor LM35.....	24
2.12 Sensor <i>GSR</i>	25
2.13 <i>Pulse Sensor</i>	26
2.14 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	26
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Jadwal Penelitian	28
3.2 Tahap Perencanaan	28
3.3 Alat dan Bahan	29
3.4 Blok Diagram	30
3.5 Prinsip Kerja Alat	31
3.5 Perancangan <i>Software</i>	24
3.6 Rancangan Alat	32
3.6.1 Rangkaian Sensor LM35 (Sensor Suhu)	32
3.6.2 Rangkaian <i>Pulse Sensor</i>	33
3.6.3 Rangkaian <i>GSR</i>	34
3.6.4 Rangkaian Mikrokontroler Arduino	35
3.6.5 Rangkaian Monitor (LCD).....	36
3.7 Perancangan <i>Software</i>	36
3.8 Rancangan <i>Fuzzy Logic</i>	37
3.8.1 Detak Jantung	38
3.8.2 Suhu.....	38

3.8.1 GSR	39
3.9 Membership Function Output	40
3.10 Perhitungan Fuzzy	40
3.11 Rule Based	46
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengujian Sensor LM35 (Sensor Suhu)	50
4.2 Pengujian Sensor GSR (<i>Galvanic Skin Response</i>)	51
4.3 Pengujian <i>Pulse Sensor</i> (Sensor Detak Jantung)	52
4.4 Pengujian Alat Keseluruhan	52
4.5 Tes DASS 42	54
4.6 Perbandingan Alat Dengan Tes DASS 42	56
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Parameter tingkat stress pada usia dewasa muda.....	4
Tabel 2.2. Pengkategorian tes DASS 42.....	7
Tabel 3.1. Pengukuran tegangan sensor LM35 (Sensor Suhu).....	32
Tabel 3.2. Pengukuran tegangan GSR.....	34
Tabel 3.3. Kumpulan <i>rule</i>	49
Tabel 4.1. Pengujian suhu sensor LM35 dengan termometer.....	50
Tabel 4.2. Pengujian sensor GSR dengan GSR Rumah Sakit.....	51
Tabel 4.3. Pengujian sensor detak jantung dengan ECG Lab Parahita.....	52
Tabel 4.4. Kondisi stress.....	52
Tabel 4.5. Kuisisioner tes DASS 42.....	54
Tabel 4.6. Konversi kondisi tes DASS 42 dengan alat.....	57
Tabel 4.7. Perbandingan alat dengan tes DASS 42.....	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Representasi linear naik	12
Gambar 2.2 Representasi linear turun	13
Gambar 2.3 Kurva segitiga	13
Gambar 2.4 Representasi kurva trapesium.....	14
Gambar 2.5 Simbol <i>Op-Amp</i>	15
Gambar 2.6 Rangkaian penguat <i>non-inverting</i>	16
Gambar 2.7 Rangkaian penguat <i>inverting</i>	17
Gambar 2.8 Rangkaian penguat <i>diferensial</i>	18
Gambar 2.9 Penguat <i>instrumentasi</i>	18
Gambar 2.10 Rangkaian <i>integrator</i>	20
Gambar 2.11 Pembangkit gelombang segitiga dan gelombang persegi	20
Gambar 2.12 Blok diagram arduino board.....	22
Gambar 2.13 Arduino uno.....	24
Gambar 2.14 Sensor LM35	24
Gambar 2.15 Sensor GSR	25
Gambar 2.16 <i>Pulse Sensor</i>	26
Gambar 2.17 LCD 2x16.....	27
Gambar 3.1 Blok diagram alat pendeteksi parameter stress manusia.....	30
Gambar 3.2 Rangkaian sensor LM35	32
Gambar 3.3 Rangkaian penguat <i>pulse sensor</i>	33
Gambar 3.4 Rangkaian penguat sensor GSR.....	34
Gambar 3.5 Rangkaian mikrokontroler arduino uno	35
Gambar 3.6 Rangkaian LCD 2x16 ke arduino	36
Gambar 3.7 Diagram alir program utama	37
Gambar 3.8 <i>Input</i> detak jantung	38
Gambar 3.9 <i>Input</i> suhu	39
Gambar 3.10 <i>Input</i> GSR.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Pengujian suhu pada alat dengan termometer	65
Gambar A.1 Pengujian suhu pada termometer digital	65
Gambar A.2 Pengujian suhu pada alat	65
B. Pengujian GSR pada alat dengan GSR yang sudah jadi.....	66
Gambar B.1 Pengujian GSR pada alat yang sudah jadi	66
Gambar B.2 Pengujian GSR pada alat	66
C. Pengujian detak jantung pada alat ECG Lab Parahita.....	67
Gambar C.1 Pengujian detak jantung pada ECG lab parahita	67
Gambar C.2 Pengujian detak jantung pada alat	67
D. Pengujian alat keseluruhan.....	68
Gambar D.1 keluaran GSR dan detak jantung pada LCD	68
Gambar D.2 keluaran suhu dan nilai fuzzyfikasi pada LCD	68
Gambar D.3 keluaran kondisi pada LCD	69
E. Lampiran listing program arduino untuk uji coba	69

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi semakin meningkat terutama di bidang ilmu elektronika . Dengan adanya ditemukan sensor-sensor yang bisa digunakan untuk mengamati dan mengindera besaran-besaran fisis yang ada di lingkungan seperti : suhu, kelembaban, tekanan, dan lain-lain. Dengan adanya sensor-sensor yang bisa mengindera besaran fisis tersebut, tak jarang pula dalam dunia kesehatan banyak diperlukan sensor-sensor yang digunakan untuk mengindera kondisi tubuh manusia seperti denyut jantung, sinyal otak, serta suhu tubuh manusia (Suwanto Edi, 2012).

Dewasa ini, dengan semakin 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 stress dikarenakan sulitnya menyesuaikan diri dengan perkembangan lingkungan tersebut. Stress tidak bisa dipisahkan dalam setiap aspek kehidupan (Elizabeth Scott, 2010). Stress bisa dialami oleh siapa saja. Stress memiliki implikasi negatif jika berakumulasi dalam kehidupan individu mengatasi dan mengendalikan stressnya (Crampton, Hodge & Misha 1995 dalam). Stress dapat bersumber dari berbagai hal, seringkali disebut *stressors*. Penyebab stress pada manusia dibagi menjadi beberapa bagian antara lain *School stress* (sumber stres dari lingkungan pendidikan), *Financial Stress* (sumber stres dari pendapatan), *Job Stress* (sumber stres pekerjaan) dan Tipe kepribadian dan cara berpikir yang menyebabkan stress (Elizabeth Scott, 2010).

Stress sebenarnya tidak selalu buruk dan merupakan bagian normal dari kehidupan sehari-hari. Bahkan stress adalah motivasi yang kita butuhkan untuk aktif karena merupakan suatu energi. Tapi stress bisa menimbulkan perasaan tidak nyaman jika kita tidak mampu mengelolanya. Sehingga diperlukan kemampuan untuk mengelola stress atau *stress management*. Tanda-tanda reaksi stress

manusia yang meliputi reaksi fisik antara lain *Increased heart rate, Elevated blood pressure, Cold hands*. Stress itu sendiri meliputi empat kondisi yaitu, tegang (*s=stressed*), cemas (*t=tense*), tenang (*c=calm*) dan rileks (*r=relaxed*) (Suwanto Edi, 2012).

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat alat yang dapat mendeteksi suhu, GSR dan detak jantung pada manusia.
2. Bagaimana cara agar pengumpulan data dari parameter yang diukur agar bisa disimpulkan dalam satu keputusan.
3. Bagaimana mengolah data dari sensor-sensor yang digunakan.

1.3 Batasan Masalah

Seperti yang telah dijelaskan pada sub bab rumusan masalah, maka dalam penulisan ini akan membatasi ruang lingkup dalam penulisannya. Hal ini disebabkan karena luasnya masalah yang ada dalam penyusunan, maka penulis hanya membahas kebutuhan dalam menerapkan alat yang akan dibangun, yakni sebagai berikut :

1. Pengontrolan sistem menggunakan Mikrokontroler Arduino.
2. Sensor suhu yang digunakan sensor LM35.
3. Sensor GSR (*Galvanic Skin Response*).
4. Sensor detak jantung yang digunakan *pulse sensor*.
5. Menggunakan bahasa pemrograman C++.
6. Komponen dan alat pendukung tidak dijelaskan secara terperinci.
7. Pengujian alat tidak dilakukan pada keadaan setelah berolahraga dan beraktivitas berat.
8. Pengujian alat tidak dilakukan pada orang yang mempunyai jantung lemah.
9. Diukur pada batasan usia dewasa muda (17-25 tahun).

1.4 Tujuan

Tujuan dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk dapat mendeteksi suhu, GSR dan detak jantung pada manusia.
2. Untuk pengumpulan data dari parameter yang diukur agar bisa disimpulkan dalam satu keputusan.
3. Untuk mengolah data dari sensor-sensor yang digunakan.

1.5 Manfaat

Manfaat pembuatan tugas akhir ini untuk mendeteksi tingkat stress manusia, sehingga dengan ini seseorang dapat melakukan tindakan selanjutnya agar mampu mengendalikan tingkat stress.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Membahas teori-teori yang mendukung dalam perancangan dan pembuatan alat.

BAB III Metodologi Penelitian

Berisi tentang metode penelitian dan perancangan alat.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Berisi tentang proses pengujian alat, pengambilan data, dan analisa data yang kemudian dimasukkan dalam pembahasan.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Berisi tentang kesimpulan dan saran dari alat yang sudah dibuat.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam mendeteksi level stress manusia ini terdapat empat variabel yang diukur yaitu tekanan darah, detak jantung per menit, suhu tubuh, dan GSR (*Galvanic Skin Resistance*). Penelitian tentang alat pendeteksi tingkat stress ini telah banyak dilakukan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Andri Zita, 2002, hanya diambil dua variabel yaitu detak jantung dan GSR, sensor GSR tersebut diperoleh dari aluminium foil yang bisa digunakan sebagai pendeteksi tahanan kulit pada dua jari manusia. Kemudian penelitian terkait ini juga dilakukan oleh Rohmad Ali, 2008, hanya mengambil tiga variabel yaitu GSR, suhu tubuh, dan detak jantung per menit. Berdasarkan referensi-referensi penelitian tersebut penulis mengambil 3 variabel yang menyebabkan tingkat stress manusia berdasarkan tabel batasan fisik tingkat stress pada usia dewasa muda antara 17-25 tahun.

Tabel 2.1 Parameter tingkat stress pada usia dewasa muda

(Sumber : Suwanto Edi, 2012)

Kondisi	Parameter		
	HR (bpm)	H & T (°C)	GSR (Siemens)
<i>Relaxed / Rileks</i>	60 – 70	36 – 37	<2
<i>Calm / Tenang</i>	70 – 90	35 – 36	2 – 4
<i>Tense / Cemas</i>	90 – 100	33 – 35	4 – 6
<i>Stressed / Stress</i>	>100	H & T <33	>6

Dengan ini dibutuhkan suatu sistem yang bisa mendeteksi tingkat stress manusia tersebut berdasarkan tanda-tanda dari *Increased heart rate*, *Cold hands*, dan GSR (*Galvanic Skin Resistance*). *Galvanic Skin Resistance* (GSR) yaitu tahanan tubuh manusia biasanya diambil dari tahanan dua jari tangan dalam satuan (*siemens*), *Heart Rate* (HR) dalam satuan *beat per minute*, nilai normal untuk detak jantung adalah 70-80 *bpm*. Temperatur tubuh atau dalam istilah medis disebut H & T dalam satuan °C, nilai normal dari temperatur tubuh manusia adalah 37°C (*Gabriel, 2004*).

Dalam penelitian ini diambil tiga variabel yang dihitung, karena dengan semakin banyaknya variabel yang diperhitungkan maka data yang dihasilkan juga lebih sesuai. Beberapa parameter penyebab stress yaitu:

1. *Galvanic Skin Resistance* (GSR) yaitu tahanan tubuh manusia biasanya diambil dari tahanan dua jari tangan.
2. *Heart rate* (HR) dalam satuan *beat per minute*.
3. Temperatur tubuh atau dalam istilah medis disebut H&T (Suwanto Edi, 2012).

2.1 Konsep Dasar Stress

2.1.1 Pengertian Stress

Stress dapat didefinisikan sebagai situasi yang cenderung mengganggu keseimbangan antara makhluk hidup dan lingkungannya. Dalam kehidupan sehari-hari ada banyak situasi stres seperti stress tekanan kerja, pemeriksaan, stres psikososial dan stres fisik akibat trauma, operasi dan berbagai gangguan kesehatan (Ranabir Salam dan K. Reetu, 2011).

Fenomena "stress," dalam istilah yang sangat umum, merupakan respon fisiologis terhadap tuntutan dan ancaman (stress) psikologis dan fisik. Karakteristik unik individu (yaitu penilaian stressor, keterampilan coping, disposisi, dll) dan keadaan hidup (yaitu kemiskinan, lingkungan, struktur dukungan sosial, dll) juga berkontribusi terhadap *experience*. Respon stress fisiologis individu dengan tujuan mempertahankan homeostasis, dan hasilnya adalah adaptasi biasanya berhasil atau resolusi. Namun, hasil kesehatan negatif dapat terjadi ketika tuntutan dan ancaman substansial pajak atau membanjiri kapasitas individu untuk respond. Misalnya, obesitas, resistensi insulin, penyakit jantung, dan sindrom metabolik semua konsekuensi jangka panjang yang potensial dari perubahan metabolisme yang menyertai aktivasi kronis dari stress fisiologis respons (Latendresse Gwen, 2009).

Stress psikososial adalah hasil dari penilaian kognitif apa yang dipertaruhkan dan apa yang bisa dilakukan tentang hal itu. Lebih sederhananya, hasil stress psikososial ketika kita melihat ancaman yang dirasakan dalam kehidupan kita (nyata atau bahkan membayangkan), dan membedakan bahwa

mungkin memerlukan sumber daya yang kita tidak punya. Contoh stress psikososial mencakup hal-hal seperti ancaman bagi status kita sosial, penghargaan sosial, rasa hormat, dan atau penerimaan dalam kelompok, ancaman bagi kami harga diri, atau ancaman yang kita merasa kita tidak memiliki kontrol. Semua ancaman ini dapat menyebabkan respon stress dalam tubuh (Danielsson Maria, 2012).

2.1.2 Sumber Stress

Situasi yang cenderung menyebabkan stress adalah mereka yang tak terduga atau tidak terkendali, pasti ambigu atau asing, atau melibatkan konflik, kerugian atau kinerja. Ketegangan mungkin disebabkan oleh peristiwa waktu yang terbatas, seperti tekanan pemeriksaan atau deadline pekerjaan, atau oleh situasi yang sedang berlangsung, seperti tuntutan keluarga, ketidakamanan kerja.

Tempat kerja merupakan sumber penting dari kedua tuntutan dan tekanan yang menyebabkan stres, dan sumber daya struktural dan sosial untuk melawan stres. Faktor tempat kerja yang telah ditemukan terkait dengan risiko stres dan kesehatan dapat dikategorikan sebagai orang-orang untuk melakukan pekerjaannya dan mereka harus melakukan dengan sosial dan konteks organisasi kerja. Mereka yang intrinsik dengan pekerjaan meliputi jam kerja yang panjang, kelebihan beban kerja, tekanan waktu, sulit atau kompleks tugas, kurangnya istirahat, kurangnya variasi, dan kondisi fisik yang kerja buruk (misalnya, ruang, suhu, cahaya) (Michie S, 2002).

2.1.3 Alat Ukur Stress

Tingkat stress adalah hasil penilaian terhadap berat ringannya stress yang dialami seseorang. Tingkatan stress ini bisa diukur dengan banyak skala.

Depression Anxiety Stres Scale 42 (DASS 42) atau lebih diringkaskan sebagai *Depression Anxiety Stres Scale 21* (DASS 21) oleh Lovibond & Lovibond (1995).

Psychometric Properties of The Depression Anxiety Stres Scale 42 (DASS) terdiri dari 42 item dan *Depression Anxiety Stres Scale 21* terdiri dari 21

item. DASS adalah seperangkat skala subjektif yang dibentuk untuk mengukur status emosional negatif dari depresi, kecemasan dan stress. DASS 42 dibentuk tidak hanya untuk mengukur secara konvensional mengenai status emosional, tetapi untuk proses yang lebih lanjut untuk pemahaman, pengertian, dan pengukuran yang berlaku di manapun dari status emosional, secara signifikan biasanya digambarkan sebagai stress. DASS dapat digunakan baik itu oleh kelompok atau individu dengan tujuan penelitian.

Tingkatan stress pada instrumen ini berupa normal, ringan, sedang, berat, sangat berat. *Psychometric Properties of The Depression Anxiety Stres Scale 42* (DASS) terdiri dari 42 item, mencakup :

1. Skala depresi terdapat pada pernyataan nomor 3, 5, 10, 13, 16, 17, 21, 24, 26, 31, 34, 37, 38, 42.
2. Skala kecemasan terdapat pada pernyataan nomor 2, 4, 7, 9, 15, 19, 20, 23, 25, 28, 30, 36, 40, 41.
3. Skala stress terdapat pada pernyataan nomor 1, 6, 8, 11, 12, 14, 18, 22, 27, 29, 32, 33, 35, 39.

Setelah responden menjawab pernyataan maka skor dijumlahkan dan pengkategorianya adalah:

Tabel 2.2 Pengkategorian tes DASS 42

(Sumber : lovibond & lovibond 1995)

Tingkat	Depresi	Kecemasan	Stress
Normal	0-9	0-7	0-14
Ringan	10-13	8-9	15-18
Sedang	14-20	10-14	19-25
Berat	21-27	15-19	26-33
Sangat berat	> 28	> 20	> 34

2.2 Fuzzy Logic

2.2.1 Pengertian Fuzzy Logic

Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* kedalam suatu ruang *output*. Titik awal dari konsep *modern* mengenai ketidakpastian adalah *paper* yang dibuat oleh Lofti A Zadeh (1965), dimana Zadeh memperkenalkan teori yang memiliki obyek-obyek dari himpunan fuzzy yang memiliki batasan yang tidak presisi dan keanggotaan dalam himpunan fuzzy, dan bukan dalam bentuk logika benar (*true*) atau salah (*false*), tapi dinyatakan dalam derajat (*degree*). Konsep seperti ini disebut dengan *Fuzziness* dan teorinya dinamakan *Fuzzy Set Theory*. *Fuzziness* dapat didefinisikan sebagai logika kabur berkenaan dengan semantik dari suatu kejadian, fenomena atau pernyataan itu sendiri. Seringkali ditemui dalam pernyataan yang dibuat oleh seseorang, evaluasi dan suatu pengambilan keputusan.

Logika fuzzy adalah peningkatan dari logika Boolean yang berhadapan dengan konsep kebenaran sebagian. Dimana logika klasik (*crisp*) menyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah binary (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak).

Logika fuzzy menggantikan kebenaran boolean dengan tingkat kebenaran. Logika fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk *linguistic*, konsep tidak pasti seperti “sedikit”, “lumayan”, dan “sangat”. Logika ini diperkenalkan oleh Dr. Lotfi Zadeh dari Universitas California, Berkeley pada tahun 1965. Logika fuzzy telah digunakan pada bidang-bidang seperti taksonomi, topologi, linguistik, teori automata, teori pengendalian, psikologi, *pattern recognition*, pengobatan, hukum, *decision analysis*, *system theory and information retrieval*. Pendekatan fuzzy memiliki kelebihan pada hasil yang terkait dengan sifat kognitif manusia, khususnya pada situasi yang melibatkan pembentukan konsep, pengenalan pola, dan pengambilan keputusan dalam lingkungan yang tidak pasti atau tidak jelas. Ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika fuzzy antara lain:

1. Konsep logika fuzzy mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran fuzzy sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika fuzzy sangat fleksibel.
3. Logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika fuzzy mampu memodelkan fungsi-fungsi *nonlinear* yang sangat kompleks.
5. Logika fuzzy dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika fuzzy dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika fuzzy didasarkan pada bahasa alami (Kusumadewi S, Purnomo H, 2003).

2.2.2 Konsep *Fuzzy Logic*

Teori logika fuzzy yang diajukan oleh Zadeh pada pertengahan tahun 1960 (Nikola K, 1998 dari Setiyowati, M.I dan Seta, B.A, 2007), memberikan suatu pemecahan masalah terhadap persoalan yang tidak pasti ini. Sehingga sistem informasi yang akan dibuat menggunakan model DBMS dan *query* yang berbasis fuzzy karena model DBMS konvensional, *non fuzzy* kurang dapat memenuhi kebutuhan sistem informasi ini.

Banyak model DBMS dan *query fuzzy* yang ada, salah satunya adalah model Tahani yang ditemukan pada tahun 1977. Prof. Lutfi Zadeh berpendapat bahwa logika benar dan salah dari logika boolean / konvensional tidak dapat mengatasi masalah gradasi yang ada di dunia nyata. Untuk mengatasi masalah gradasi tersebut maka ia mengembangkan sebuah himpunan samar (*fuzzy*) (Kusumadewi S, Purnomo H, 2003).

2.2.3 Himpunan Fuzzy

Pada himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x dalam suatu himpunan A , yang sering ditulis dengan $\mu_A[x]$, memiliki 2 kemungkinan yaitu:

1. Satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau
2. Nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan.

Terkadang kemiripan antara keanggotaan fuzzy dengan probabilitas menimbulkan kerancuan. Keduanya memiliki nilai pada interval $[0,1]$, namun interpretasi nilainya sangat berbeda antara kedua kasus tersebut. Keanggotaan fuzzy memberikan suatu ukuran terhadap pendapat atau keputusan, sedangkan probabilitas mengindikasikan proporsi terhadap keseringan suatu hasil bernilai benar dalam jangka panjang. Misalnya, jika nilai keanggotaan bernilai suatu himpunan fuzzy USIA adalah 0,9; maka tidak perlu dipermasalahkan berapa seringnya nilai itu diulang secara individual untuk mengharapkan suatu hasil yang hampir pasti muda. Di lain pihak, nilai probabilitas 0,9 usia berarti 10% dari himpunan tersebut diharapkan tidak muda. Himpunan fuzzy memiliki 2 atribut, yaitu :

1. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: MUDA, PAROBAYA, TUA.
2. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variable seperti: 40, 25, 50, dsb.

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem fuzzy (Aplikasi logika fuzzy untuk pendukung keputusan, Sri Kusumadewi, Hari Purnomo, Edisi kedua, Graha Ilmu, 2010), yaitu:

a. *Variable fuzzy*

Variable fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy. Contoh: umur, temperatur, permintaan, dsb.

b. Himpunan Fuzzy

Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy.

Contoh:

1. Variable mahasiswa, terbagi menjadi 5 himpunan fuzzy, yaitu: kurang sekali, kurang, cukup, baik dan baik sekali.
2. Variabel dosen, terbagi menjadi 3 himpunan fuzzy, yaitu: cukup, baik, dan baik sekali.

c. Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Ada kalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

Contoh:

1. Semesta pembicaraan untuk variable mahasiswa: $[0 \ 50]$
2. Semesta pembicaraan untuk variable dosen: $[0 \ 50]$

d. Domain

Domain himpunan fuzzy adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan fuzzy. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif dan bilangan negatif (Kusumadewi S, Purnomo H, 2003).

2.2.4 Fungsi Keanggotaan

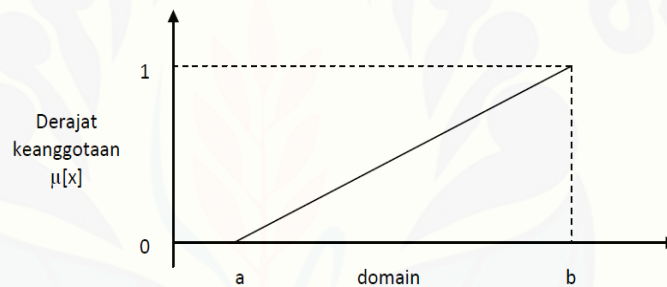
Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data kedalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah

dengan melalui pendekatan fungsi. Apabila U menyatakan himpunan universal dan A adalah himpunan fungsi fuzzy dalam U, maka A dapat dinyatakan sebagai pasangan terurut (Wang, 1997 dari Wulandari, F., 2005). Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan, yaitu :

a. Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas.

Ada 2 keadaan himpunan fuzzy yang linear. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi. Seperti terlihat pada gambar 2.1.



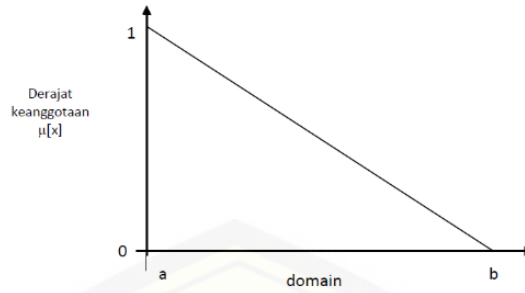
Gambar 2.1 Representasi linear naik

(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/31373/3/Chapter%20II.pdf>)

Fungsi Keanggotaan :

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

Kedua, merupakan kebalikan dari yang pertama. 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. Seperti terlihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Representasi linear turun

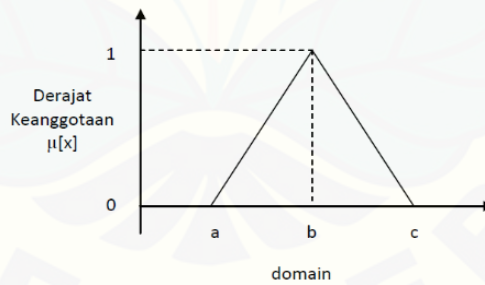
(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/31373/3/Chapter%20II.pdf>)

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \geq b \\ (b-x) / (b-a) & a < x < b \\ 1; & x \leq a \end{cases} \dots\dots\dots (2.2)$$

b. Representasi kurva segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier). Seperti terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Kurva segitiga

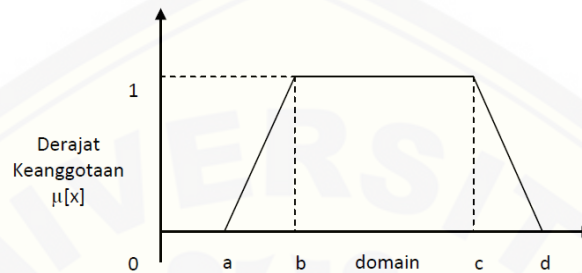
(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/31373/3/Chapter%20II.pdf>)

Fungsi Keanggotaan :

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

c. Representase kurva trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada titik yang memiliki nilai keanggotaan 1 (Kusumadewi S, Purnomo H, 2003). Seperti terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Representasi kurva trapesium

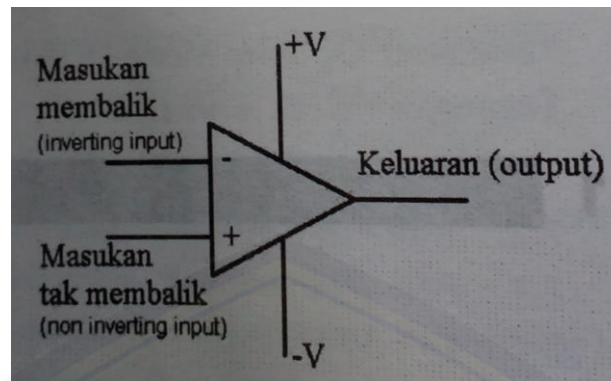
(Sumber : <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/31373/3/Chapter%20II.pdf>)

Fungsi Keanggotaan :

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

2.3 Penguat Operasional (*Op-Amp*)

Penguat operasional atau sering disebut *op-amp* merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk memperkuat sinyal arus searah (*DC*) maupun arus bolak-balik (*AC*). Pada prinsipnya penguat operasional hanya bekerja sebagai penguat sinyal bukan penguat daya. Penguat operasional terdiri atas transistor, resistor dan kapasitor yang dirangkai dan dikemas dalam rangkaian terpadu (*integrated circuit*). Simbol op-amp ditunjukkan pada gambar di bawah ini. *Vin* merupakan masukan sinyal, *Vout* keluaran sinyal, *A* besar penguatan dan *VCC* sumber tegangan.



Gambar 2.5 Simbol *Op-Amp*

(Sumber : Pujiono, 2012. Rangkaian Elektronika Analog. Yogyakarta : Graha Ilmu)

Karakteristik *op-amp* ideal adalah kondisi *op-amp* sesuai dengan teori.

Karakteristik *op-amp* ideal adalah sebagai berikut :

1. Faktor penguat tidak terhingga.
2. Tidak memiliki *offset*, maksudnya adalah bila masukan nol maka keluaran juga nol.
3. Impedansi masukan tidak terhingga.
4. Impedansi keluaran nol.
5. Lebar *bandwidth* tidak terhingga.
6. *Rise time* nol.
7. Tidak mudah terpengaruh oleh perubahan tegangan sumber maupun perubahan suhu.

Pada kenyataannya dalam pembuatan *op-amp* memiliki keterbatasan sehingga tidak ada *op-amp* yang ideal. *Op-amp* yang ada hanyalah *op-amp* yang mendekati ideal karena karakteristik *op-amp* adalah sebagai berikut :

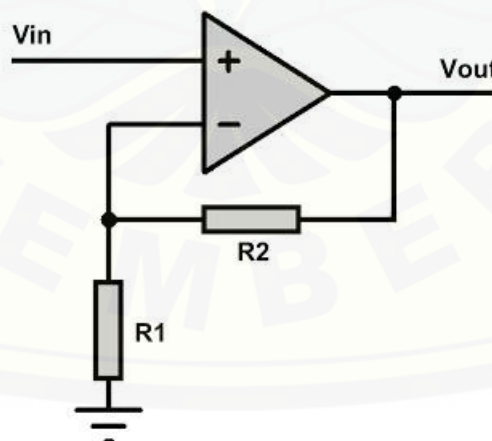
1. Faktor penguat terbatas kurang lebih 100.000 kali.
2. Terdapat *offset* dimana saat masukan bernilai nol tegangan keluaran tidak nol.
3. Impedansi masukan cukup tinggi namun terbatas sampai kira-kira ratusan kilo ohm saja.
4. Impedansi keluaran rendah namun terbatas puluhan sampai ratusan ohm.
5. *Rise time* tidak nol.
6. Kerja *op-amp* terpengaruh perubahan sumber tegangan dan perubahan suhu.

Dalam penggunaannya *op-amp* dibagi menjadi dua jenis yaitu penguat linier dan penguat tidak linier. Penguat linier merupakan penguat yang tetap mempertahankan bentuk sinyal masukan, yang termasuk dalam penguat ini antara lain penguat *non inverting*, penguat *inverting*, penjumlah, penguat *diferensial* dan penguat instrumentasi. Sedangkan penguat tidak linier merupakan penguat yang bentuk sinyal keluarannya tidak sama dengan bentuk sinyal masukannya, diantaranya *komparator*, *integrator*, *diferensiator*, pengubah bentuk gelombang dan pembangkit gelombang. Untuk menangani penguatan dari sensor biasanya digunakan penguat linier yang tidak mengubah bentuk sinyal namun hanya memperkuat sinyal saja (Pujiono 2012).

2.4 Penguat *Non Inverting*

Merupakan penguat yang berfungsi memperkuat sinyal masukan tanpa membalik sinyal masukan. Rangkaian penguat dan rumusnya adalah sbb (Pujiono 2012) :

$$V_{out} = \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right) \cdot V_{in} \quad \dots\dots\dots (2.5)$$



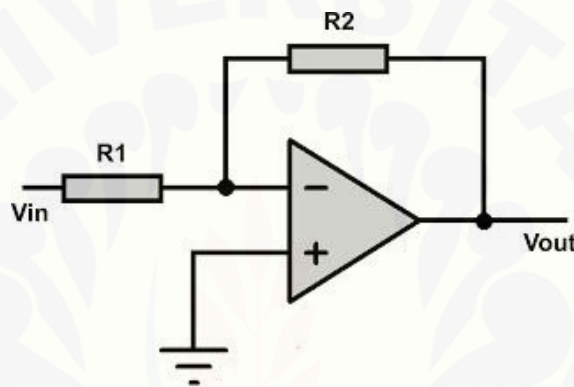
Gambar 2.6 Rangkaian penguat *non inverting*

(Sumber : Pujiono, 2012. Rangkaian Elektronika Analog. Yogyakarta : Graha Ilmu)

2.5 Penguat *Inverting*

Rangkaian penguat ini berfungsi untuk memperkuat sinyal masukan dan menggeser sinyal keluaran sebesar 180° sehingga masukan yang positif akan menghasilkan keluaran negatif, demikian juga dengan masukan negatif akan menghasilkan keluaran positif. Rangkaian dan rumusnya adalah (Pujiono 2012) :

$$V_{out} = -\left(\frac{R2}{R1}\right) \cdot V_{in} \dots\dots\dots (2.6)$$



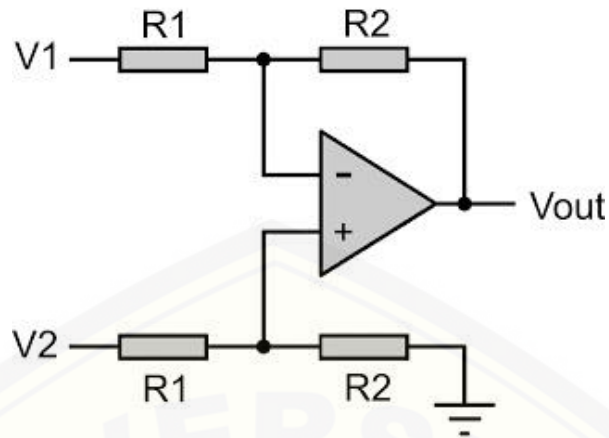
Gambar 2.7 Rangkaian penguat *inverting*

(Sumber : Pujiono, 2012. Rangkaian Elektronika Analog. Yogyakarta : Graha Ilmu)

2.6 Penguat *Diferensial*

Penguat ini mampu memperkuat sinyal kecil yang berada dalam sinyal yang jauh lebih besar. Keluaran dari penguat ini sebanding dengan perbedaan tegangan kedua masukannya. Rangkaian penguat ini digambarkan dan dirumuskan sebagai berikut (Pujiono 2012) :

$$V_{out} = \left(\frac{R2}{R1}\right) \cdot (V2 - V1) \dots\dots\dots (2.7)$$



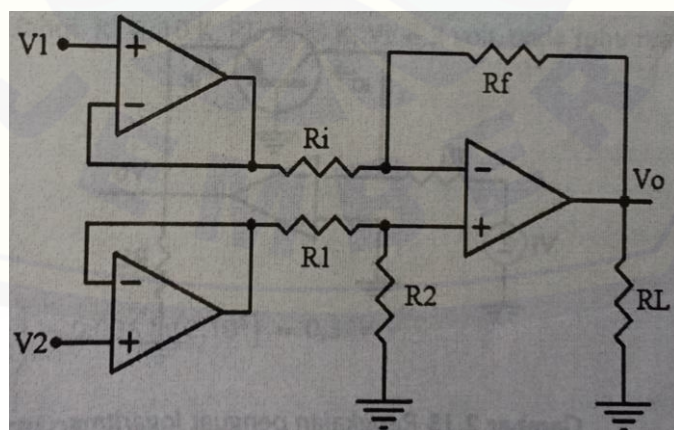
Gambar 2.8 Rangkaian penguat *diferensial*

(Sumber : Pujiono, 2012. Rangkaian Elektronika Analog. Yogyakarta : Graha Ilmu)

2.7 Penguat *Instrumentasi*

Penguat ini merupakan penguat serba guna dan bermanfaat yang terdiri atas tiga *op-amp* dan tujuh buah tahanan. Rangkaian ini tersusun atas rangkaian penguat *diferensial* dan penguat penyangga. Rumusan dan gambar dari penguat instrumentasi adalah sebagai berikut (Pujiono 2012) :

$$V_o = \left(\frac{R_f}{R_i} + 1\right) \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) - \left(\frac{R_f}{R_i} \cdot V_i\right) \dots \dots \dots (2.8)$$



Gambar 2.9 Penguat *instrumentasi*

(Sumber : Pujiono, 2012. Rangkaian Elektronika Analog. Yogyakarta : Graha Ilmu)

2.8 Integrator

Rangkaian *integrator* adalah rangkaian umpan balik negatif dimana komponen umpan baliknya adalah sebuah kapasitor. Tegangan (V_o) dan rangkaian merupakan integral dari tegangan input (V_i). Menurut hukum kirchoff maka nilai $I = i_C$ (Pujiono 2012):

$$i = \frac{V_i}{R_i} \text{ dan } i_c = C \cdot d \frac{(-V_c)}{dt} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$V_o = -V_c \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\frac{V_i}{R_i} = C \cdot \frac{d(-V_c)}{dt} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$dV_o = -\frac{1}{R_i \cdot C} V_i \cdot dt \dots\dots\dots (2.12)$$

Diintegalkan menjadi $\int dV_o = -\frac{1}{R_i \cdot C} \int V_i dt \dots\dots\dots (2.13)$

Sehingga $V_o = -\frac{1}{R_i \cdot C} \int V_i dt + K \dots\dots\dots (2.14)$

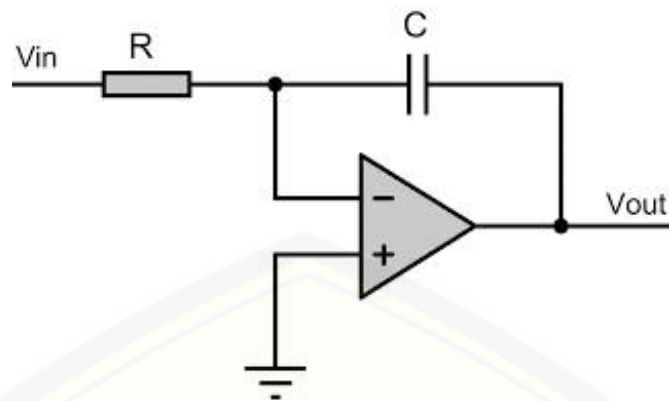
Dimana : V_i = Tegangan *input* (V_i)

R = Resistansi *feed back* (ohm)

C_i = Kapasitor *input* (F)

K = Konstanta atau kondisi awal tegangan kapasitor (V)

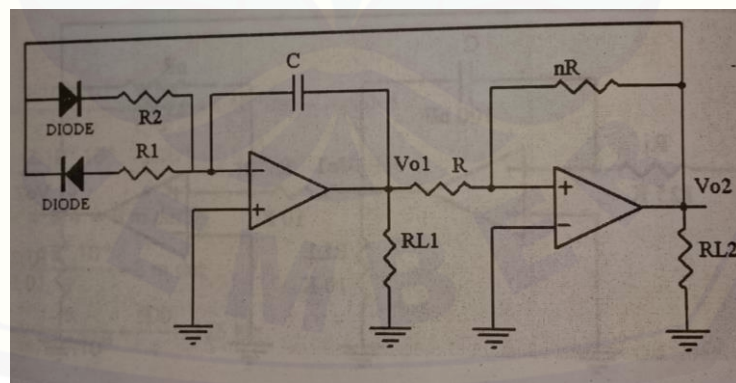
V_o = Tegangan *output* (V)

Gambar 2.10 Rangkaian *integrator*

(Sumber : Pujiono, 2012. Rangkaian Elektronika Analog. Yogyakarta : Graha Ilmu)

2.9 Pembangkit Gelombang Segitiga dengan *Duty Cycle* Tidak Sama dengan 50%

Untuk membuat rangkaian gelombang segitiga dengan *duty cycle* tidak sama dengan 50% yaitu dengan mengubah nilai waktu tinggi berbeda dengan cara membuat kemiringan (*gradient*) menjadi tidak sama yaitu membuat nilai Ri yang berbeda dengan diseri dengan dioda yang arahnya berbeda seperti pada gambar berikut (Pujiono 2012).



Gambar 2.11 Pembangkit gelombang segitiga dan gelombang persegi

(Sumber : Pujiono, 2012. Rangkaian Elektronika Analog. Yogyakarta : Graha Ilmu)

Mencari waktu rendah (*low time*) atau t_L . Waktu rendah *gradient*-nya positif atau naik sehingga dioda yang aktif adalah yang bawah dan tahanan *input*-nya adalah R_1 sehingga selang waktu rendah yaitu $t_L = t_L'$. Persamaannya adalah :

$$V_{UT} - V_{LT} = - \frac{V_i}{R_i \cdot C} \cdot t_L \text{ atau } \frac{+V_{sat}}{n} - \frac{-V_{sat}}{n} = \frac{V_{sat}}{R_i \cdot C} \cdot t_L \dots\dots\dots (2.15)$$

Sehingga :

$$t_L = \frac{2R_i \cdot C}{n} \dots\dots\dots (2.16)$$

Mencari waktu tinggi (*high time*). Waktu tinggi berarti *gradient*-nya negatif atau turun sehingga dioda yang aktif adalah yang atas dan tahanan *input*-nya adalah R_2 sehingga selang waktu tinggi (t_H). Persamaannya adalah (Pujiono 2012) :

$$V_{LT} - V_{UT} = - \frac{+V_{sat}}{R_i \cdot C} \cdot t_H \text{ atau } \frac{-V_{sat}}{n} - \frac{+V_{sat}}{n} = \frac{-V_{sat}}{R_i \cdot C} t_H \dots\dots\dots (2.17)$$

Dan

$$t_H = \frac{2R_2 \cdot C}{n} \dots\dots\dots (2.18)$$

Periode gelombang

$$T = t_L t_H = \frac{2 \cdot (R_1 + R_2) \cdot C}{n} \dots\dots\dots (2.19)$$

Frekuensi osilasinya

$$f_o = \frac{n}{2 \cdot (R_1 + R_2) \cdot C} \dots\dots\dots (2.20)$$

Duty cycle atau siklus kerja sama dengan

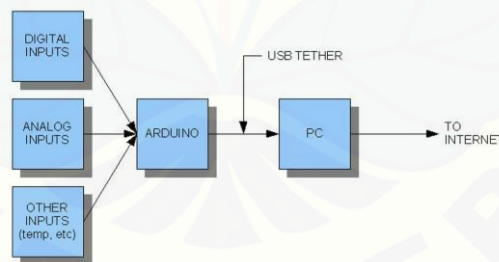
$$DC = \frac{t_H}{t_L + t_H} \times 100\% = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times 100\% \dots\dots\dots (2.21)$$

2.10 Mikrokontroler Arduino

Arduino adalah *platform* pembuatan *prototype* elektronik yang bersifat *open-source hardware* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino ditujukan bagi para

seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif.

Arduino pada awalnya dikembangkan di Ivrea, Italia. Nama Arduino adalah sebuah nama maskulin yang berarti teman yang kuat. *Platform* arduino terdiri dari arduino board, *shield*, bahasa pemrograman arduino, dan arduino *development environment*. *Arduino board* biasanya memiliki sebuah chip dasar mikrokontroler Atmel AVR ATmega8 berikut turunannya. Blok diagram *arduino board* yang sudah *disederhanakan* dapat dilihat pada Gambar 2.5. *Shield* adalah sebuah papan yang dapat dipasang diatas *arduino board* untuk menambah kemampuan dari *arduino board*. Bahasa pemrograman arduino adalah bahasa pemrograman yang umum digunakan untuk membuat perangkat lunak yang ditanamkan pada *arduino board*. Bahasa pemrograman arduino mirip dengan bahasa pemrograman C.



Gambar 2.12 Blok Diagram *Arduino Board*

(Sumber : <http://www.w1xbs.com/?p=651>)

Arduino Development Environment adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis dan meng-*compile* program untuk arduino. *Arduino Development Environment* juga digunakan untuk meng-*upload* program yang sudah di-*compile* ke memori program *arduino board*.

Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input analog*, sebuah 16 MHz *osilator kristal*, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah *header ICSP*, dan sebuah tombol *reset*. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui *USB* atau memberikan tegangan *DC* dari baterai atau adaptor *AC* ke *DC* sudah dapat membuatnya bekerja. Arduino Uno menggunakan ATmega16U2 yang diprogram sebagai *USB-to-serial converter* untuk komunikasi serial ke komputer melalui *port USB*. Tampak atas dari arduino uno dapat dilihat pada Gambar 2.13.

Adapun data teknis *board* Arduino UNO R3 adalah sebagai berikut:

- Mikrokontroler : ATmega328
- Tegangan Operasi : 5V
- Tegangan *Input (recommended)* : 7-12 V
- Tegangan *Input (limit)* : 6-20 V
- Pin digital *I/O* : 14 (6 diantaranya pin *PWM*)
- Pin *Analog input* : 6
- Arus *DC* per pin *I/O* : 40 mA
- Arus *DC* untuk pin 3.3 V : 150 mA
- *Flash Memory* : 32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk *bootloader*
- *SRAM* : 2 KB
- *EEPROM* : 1 KB
- Kecepatan Pewaktuan : 16 Mhz (MG Simanjuntak 2013).



Gambar 2.13 Arduino Uno

(Sumber : <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>)

2.11 Sensor LM35 (Sensor Suhu)

Sensor LM35 bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Tegangan ideal yang keluar dari LM35 mempunyai perbandingan 100°C setara dengan 1 volt. Sensor ini mempunyai pemanasan diri (*self heating*) kurang dari $0,1^{\circ}\text{C}$, dapat dioperasikan dengan menggunakan *power supply* tunggal dan dapat dihubungkan antar muka (*interface*) rangkaian *control* yang sangat mudah. IC LM 35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk *Integrated Circuit* (IC), dimana *output* tegangan keluaran sangat linear terhadap perubahan suhu.

Sensor ini berfungsi sebagai pengubah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ yang berarti bahwa kenaikan suhu 1°C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV (Shatomeia 2010).



Gambar 2.14 Sensor LM35

(Sumber : <http://blog.rastating.com/reading-the-room-temperature-with-an-lm35-sensor/>)

2.12 Sensor GSR

Sensor GSR terdiri dari 2 lembar aluminium foil yang terhubung kabel ke rangkaian. Sensor ini berfungsi untuk menangkap sinyal-sinyal listrik yang ada pada kulit tangan. Sensor ini berpedoman pada kemampuan konduktivitas kulit.

GSR untuk respon kulit galvanik, adalah metode pengukuran konduktansi listrik dari kulit. Emosi yang kuat dapat menyebabkan stimulus untuk sistem saraf simpatik anda, sehingga lebih banyak keringat yang dikeluarkan oleh kelenjar keringat. *Grove-GSR* memungkinkan anda untuk melihat emosi yang kuat seperti dengan sederhana melampirkan dua elektroda ke dua jari di satu sisi, sebuah gigi yang menarik untuk membuat emosi terkait proyek, seperti memantau kualitas tidur.

Spesifikasi :

1. Tegangan masukan: 5V / 3.3V.
2. Sensitivitas disesuaikan melalui potensiometer.
3. Pengukuran eksternal jari dipan (Wiki *Grove-GSR Sensor*).



Gambar 2.15 Sensor GSR

(Sumber : [http://www.seeedstudio.com/wiki/Grove - GSR Sensor](http://www.seeedstudio.com/wiki/Grove_-_GSR_Sensor))

Salah satu penelitian yang terkait dengan penggunaan GSR adalah Analisa Tingkat Emosi Manusia Berdasarkan Data GSR dengan Metode *Neural Network*. Dalam penelitian ini menggunakan data GSR yang kemudian dikuatkan dan di filter, kemudian data diolah pada mikrokontroler, data analog menjadi data digital oleh ADC, kemudian dikirimkan ke PC dan diolah dengan metode *neural network* sehingga didapatkan grafik untuk data GSR (Yohanes Andri Wijaksono 2011).

2.13 Pulse Sensor

Lebih lengkapnya disebut *pulse sensor amped* adalah sensor denyut jantung yang bersifat *plug-and-play* dan kompatibel dengan arduino. Pada dasarnya, sensor ini adalah kombinasi dari sensor optik detak jantung dengan penguatan (*amplification*) dan rangkaian *noise cancellation* (peredam noise) (Wiki *Pulse Sensor Amped*).



Gambar 2.16 *Pulse Sensor*

(Sumber : <https://www.sparkfun.com/products/11574>)

Salah satu penelitian yang telah dilakukan terkait penggunaan sensor *heart rate* ini adalah pemanfaatan sensor *heart rate* untuk pengambilan data denyut jantung untuk mengetahui *heart rate* pasca aktifitas.

Sensor ini untuk mendeteksi perubahan detak jantung yang kemudian dikuatkan dan menggunakan *band pass filter* untuk mendapatkan sinyal denyut jantung per menitnya. Yang kemudian dikirimkan ke rangkaian ADC untuk diubah menjadi data digital dan diolah dalam mikrokontroler. Setelah itu ditampilkan pada layar LCD dan dikirimkan secara paralel ke PC (Yohanes Andri Wijaksono 2011).

2.14 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Untuk menampilkan hasil parameter yang terbaca, sistem pada penampilan tersebut menggunakan tampilan berupa LCD. LCD yang digunakan dalam pembuatan sistem ini yaitu modul LCD dengan tampilan 2x16 (2 baris x 16 kolom) dengan konsumsi daya rendah.

Urutan pin (1), umumnya, dimulai dari sebelah kiri (terletak di pojok kiri atas) dan untuk LCD yang memiliki 16 pin, 2 pin terakhir (15 & 16) adalah anoda dan katoda untuk *back-lighting*. Berikut ini adalah contoh LCD (2×16) yang umum digunakan (Suwarto Edi, 2012).



Gambar 2.17 LCD 2x16

(Sumber : <http://www.basicx.com/Products/SLCD/2X16LCDoverview.html>)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jadwal Penelitian

Pembuatan pendeteksi stress pada manusia ini dilakukan setelah pelaksanaan seminar proposal yang pelaksanaan kegiatan penelitian dilakukan pada dua tempat yaitu di Laboratorium Dasar-Kampus Patrang dan indekos yang bertempat di Jl. Kalimantan VI No. 05, Kel. Tegaboto, Kec. Sumbersari, Jember.

3.2 Tahap Perencanaan

Dalam pembuatan pendeteksi stress pada manusia ini dibutuhkan langkah-langkah perancangan sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Tahap awal dari penelitian ini mencari literatur dari hasil penelitian sebelumnya. Diharapkan dengan literatur yang didapat bisa memberikan keyakinan bahwa penelitian ini dapat dilaksanakan dan memberikan arahan untuk mengurangi kesalahan dalam penelitian.

2. Pembelian bahan pembuatan

Tahap kedua adalah pembelian material pendukung dalam pembuatan pendeteksi stress. Pembelian ini meliputi alat dan komponen pendukung dalam pembuatan pendeteksi stress.

3. Perancangan alat

Tahap ketiga merupakan proses pengerjaan yaitu alat dan bahan yang telah dibeli digunakan untuk membangun sistem mekanik dan komponen untuk pembuatan rangkaian pendeteksi stress.

4. Pengerjaan alat baik mekanik dan rangkaian

Tahap keempat penggabungan dari mekanik dan rangkaian yang telah dibuat. Proses ini meliputi penempatan letak rangkaian sangat menentukan dalam proses pencarian data saat pendeteksi bekerja.

5. Pengujian alat

Tahap keempat adalah pengujian alat diharapkan dengan adanya tahap ini fungsi kerja baik mekanik dan rangkaian yang telah dibuat sudah masuk dan

sesuai dengan target yang diharapkan. Sehingga nantinya alat yang telah dibuat dapat bekerja secara maksimal.

6. Pengambilan data dan analisis

Mengambil data yang didapatkan pada saat pengujian, diharapkan pada tahap ini dapat ditemukan sebuah gagasan baru dalam mengurangi kesalahan pada tiap tahapan sebelumnya.

7. Pembahasan

Tahap ketujuh adalah pembahasan setelah dilakukan pengambilan data dan analisis pada alat pendeteksi stress.

8. Laporan

Tahap kedelapan atau tahap terakhir merupakan hasil dari semua tahapan yaitu membuat laporan alat pendeteksi stress.

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

A. *Software*

1. Bascom AVR
2. Proteus 7.

B. *Hardware*

a. Alat

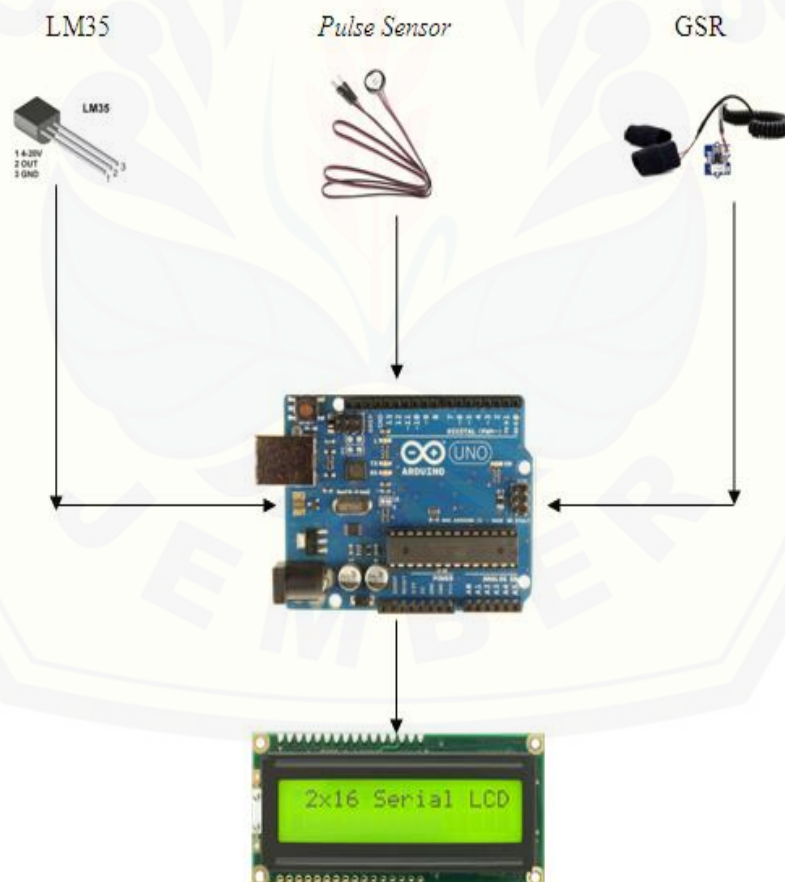
1. Komputer / laptop
2. *Usb downloader*
3. Tang potong
4. Tang kombinasi
5. Solder
6. Arduino
7. *LCD*
8. Bor PCB
9. AVOMeter
10. *Serial to usb*

b. Bahan

1. Sensor LM35
2. *Pulse Sensor*
3. Sensor GSR
4. Sekrup dan mur baut serta komponen-komponen lainnya

3.4 Blok Diagram

Dalam suatu perancangan dibutuhkan blok diagram alat yang akan dibuat, hal ini dimaksudkan agar suatu perancangan memiliki tahap-tahap yang skematis dalam pembangunannya. Maka dari itu penulis merancang blok diagram dari alat yang akan dibuat agar hasil yang diperoleh sesuai yang diharapkan. Berikut merupakan blok diagram alat yang akan dirancang :



Gambar 3.1 Blok diagram alat pendeteksi parameter stress manusia

Pada blok diagram menunjukkan bahwa proses dimulai dari pembacaan sensor LM35 yaitu sensor suhu yang membaca kondisi suhu tubuh pada manusia selanjutnya *pulse sensor* yaitu sensor yang membaca detak jantung manusia selanjutnya GSR yaitu sensor yang membaca konduktivitas kulit manusia. Kemudian data dari sensor dikirim menuju mikrokontroler (Arduino Uno) yang kemudian diproses di Arduino Uno. Hasil dari pemrosesan (*Fuzzy Logic*), digunakan untuk mengetahui kondisi seseorang apakah dalam keadaan rileks atau tenang atau cemas atau stress. Selain itu data sensor juga akan ditampilkan di LCD 2x16.

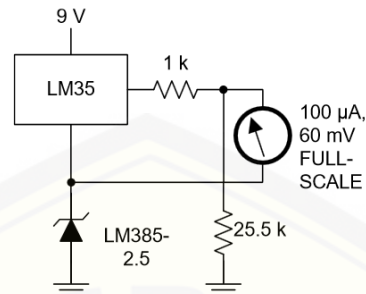
3.5 Prinsip Kerja Alat

Penggunaan alat dimulai dari pemasangan sensor suhu, sensor detak jantung, dan sensor GSR kemudian dilanjutkan pemasangan arduino ke baterai atau PC. Setelah terpasang semua, dilanjutkan penempatan sensor-sensor pada tubuh manusia. Sensor suhu ditempatkan di siku tangan kiri, sensor detak jantung ditempatkan di jari telunjuk tangan kiri, dan sensor GSR ditempatkan di jari telunjuk dan jari tengah tangan kanan. Setelah penempatan dipasang secara benar, maka akan muncul nilai dari sensor-sensor tersebut beserta kondisi yang dialami pada saat itu juga pada tampilan LCD.

Pengujian alat dilakukan sebanyak 20 orang dan setiap orang diukur sebanyak 10 kali, percobaan ini dilakukan selama 2 hari. Setelah selesai pengambilan data yang dibutuhkan maka masing-masing orang yang telah melakukan pengujian alat akan diberi kuisisioner tes DASS 42 sebagai pembanding alat dan diisi pada saat itu juga. Maka diperoleh data alat dan hasil kuisisioner tes DASS 42.

3.6 Rancangan Alat

3.6.1 Rangkaian Sensor LM35 (Sensor Suhu)



Gambar 3.2 Rangkaian sensor LM35

(Sumber : <http://nanda-lutfia.blogspot.co.id/2014/06/sensor-suhu-l-35.html>)

Tabel 3.1 Pengukuran tegangan sensor LM35 (Sensor Suhu)

No.	Suhu (°C)	Vin (mV)	A	Vout (mV)
1.	34,9	346,9	11x	3815,9
2.	35,1	347,2	11x	3819,2
3.	35,2	348,2	11x	3830,2
4.	35,4	349,2	11x	3841,2
5.	35,5	350,2	11x	3852,2
6.	35,6	350,7	11x	3857,7
7.	35,8	351,7	11x	3868,7
8.	35,9	352,9	11x	3881,9
9.	36,0	353,6	11x	3889,6
10.	36,1	355,4	11x	3909,4

Hitungan :

1. Untuk nilai A

$$A = \frac{R_F}{R_i} + 1$$

$$A = \frac{10 \text{ K}}{1 \text{ K}} + 1$$

$$A = 11x$$

2. Untuk nilai V_o

$$V_o = A \cdot V_i$$

$$V_o = 11 \cdot 346,9$$

$$V_o = 3815,9 \text{ mV}$$

Diketahui bahwa LM35 sensor suhu yang memiliki output yang linear sebesar $10\text{mV}/^\circ\text{C}$. Jadi tiap kenaikan 10 mV , maka suhu bertambah 1°C . Dengan tingkat akurasi $0,5^\circ\text{C}$. Memiliki range pengukuran antara -55 s/d 150°C . Lm35 memiliki range pengukuran 0mV - $10\text{mV}/^\circ\text{C}$. Jika dibuatkan kesetaraan antara voltage dengan suhu, maka terlihat sebagai berikut :

$$0\text{V} = 0^\circ\text{C}$$

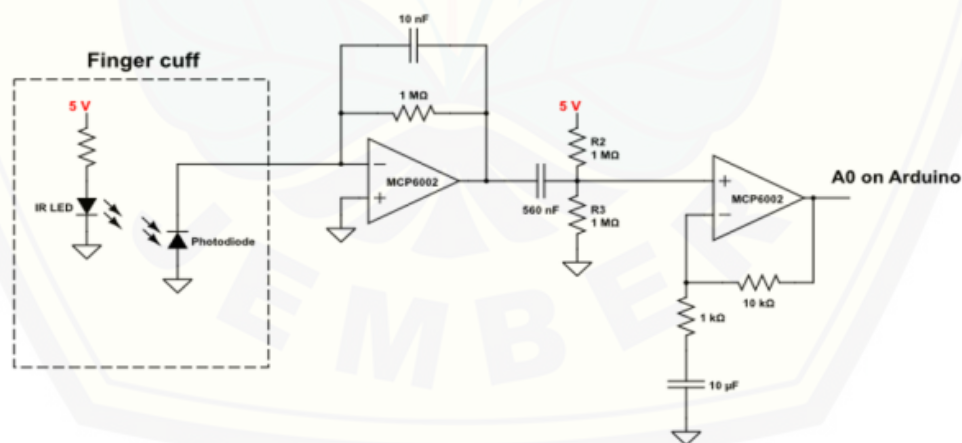
$$10\text{mV} = 1^\circ\text{C}$$

$$100\text{mV} = 10^\circ\text{C}$$

$$1000\text{mV} = 100^\circ\text{C}$$

$$1500\text{mV} = 150^\circ\text{C}$$

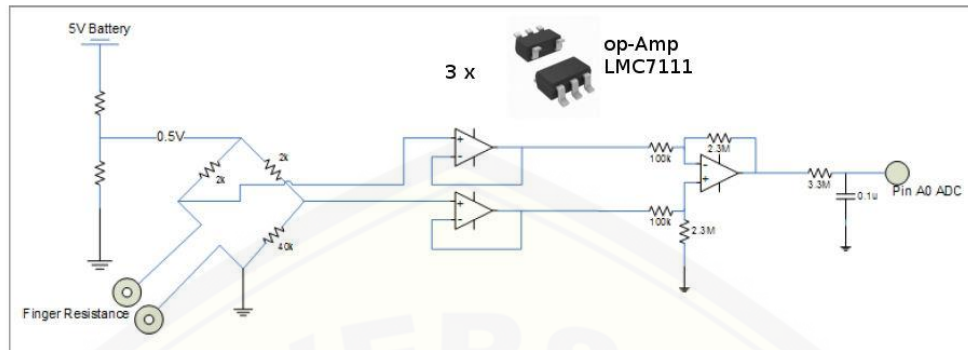
3.6.2 Rangkaian *Pulse Sensor* (Sensor Detak Jantung)



Gambar 3.3 Rangkaian penguat *pulse sensor*

(Sumber : <http://blog.atmel.com/2015/01/12/check-your-heart-rate-with-this-arduino-based-sensor/>)

3.6.3 Rangkaian GSR



Gambar 3.4 Rangkaian penguat sensor GSR

(Sumber : <http://datamodelprototype.wordpress.com/2013/11/06/galvanic-skin-response-sensor/>)

Tabel 3.2 Pengukuran tegangan sensor GSR

No.	GSR (S)	Vin (mV)	A	Vout (mV) Teori	Vout (mV) Ukur	E%
1.	3,72	0,0443	22x	0,974	1,020	4,8%
2.	3,76	0,0503	22x	1,106	1,088	1,6%
3.	4,09	0,0607	22x	1,335	1,203	9,8%
4.	4,11	0,0697	22x	1,553	1,484	3,1%
5.	4,51	0,0797	22x	1,753	1,694	3,3%
6.	6,24	0,103	22x	2,266	1,986	12,3%
7.	6,33	0,1244	22x	2,736	2,556	6,5%
8.	6,51	0,1368	22x	3,009	2,773	7,8%
9.	6,58	0,1446	22x	3,181	2,865	9,9%
10.	6,79	0,1573	22x	3,46	3,297	4,7%

Hitungan :

1. Untuk nilai A

$$A = \frac{mR}{R} (V_2 - V_1)$$

$$A = \frac{2,2 \text{ M}}{100 \text{ K}} (2 - 1)$$

$$A = 22 \cdot 1$$

$$A = 22x$$

2. Untuk nilai V_o

$$V_o = A (V_2 - V_1)$$

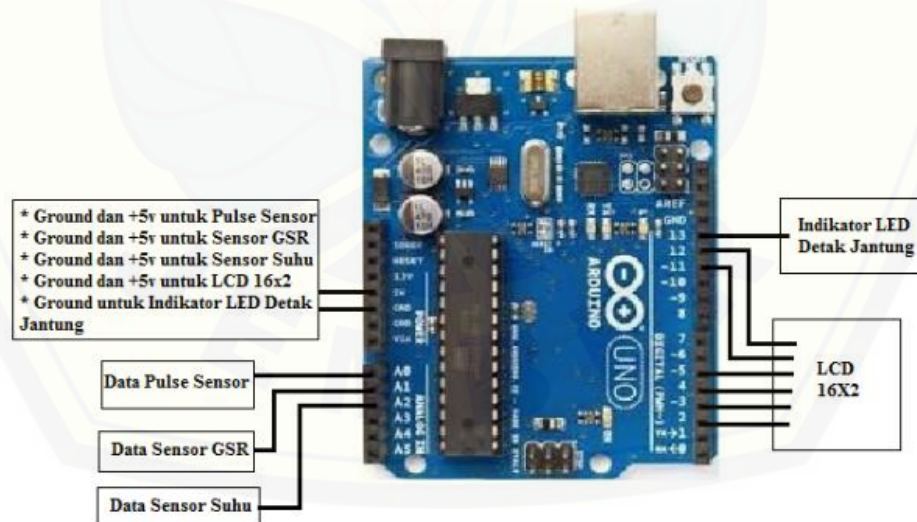
$$V_o = 22 \cdot V_{in}$$

$$V_o = 22 \cdot 0,0403$$

$$V_o = 0,947$$

GSR adalah metode mengukur konduksi listrik dari kulit yang memiliki tegangan input 5 V / sensitivitas 3.3 V, sensitivitas disesuaikan melalui potensiometer, pengukuran eksternal jari dipan. Dimana semakin besar nilai GSR maka semakin besar pula nilai tegangan yang dihasilkan yang dapat menyebabkan stress dan menimbulkan emosi. Emosi yang kuat dapat menyebabkan stimulus untuk sistem saraf simpatik, sehingga lebih banyak keringat yang dikeluarkan oleh kelenjar keringat. Grove - GSR memungkinkan untuk melihat emosi yang kuat seperti dengan sederhana melampirkan dua elektroda ke dua jari di satu sisi. Rata-rata error persen (E%) keseluruhan yaitu sebesar 6,38%.

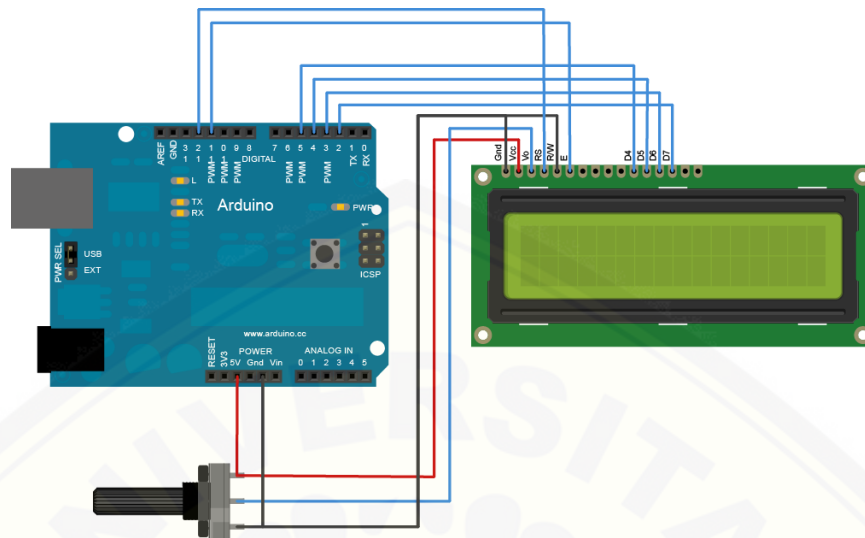
3.6.4 Rangkaian Mikrokontroler Arduino Uno



Gambar 3.5 Rangkaian mikrokontroler arduino uno

(Sumber : <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>)

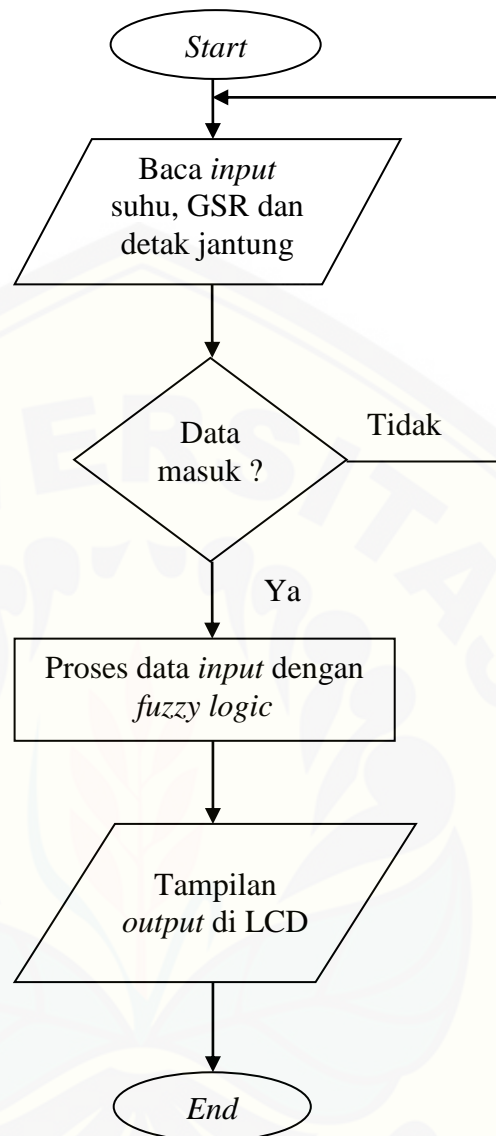
3.6.5 Rangkaian Monitor (LCD)



Gambar 3.6 Rangkaian LCD 2x16 ke arduino
(Sumber : www.boarduino.web.id)

3.7 Perancangan *Software*

Diagram alir program utama merupakan diagram yang menjelaskan mengenai program secara keseluruhan. Setelah data *ADC* dari sensor-sensor tersebut terkumpul, diperlukan pengolahan pada mikrokontroler, pengolahan menggunakan mikrokontroler ini menggunakan pemrograman (*software*). Pemrograman dilakukan dengan menggunakan bahasa c++.



Gambar 3.7 Diagram alir program utama

3.8 Racangan *Fuzzy Logic*

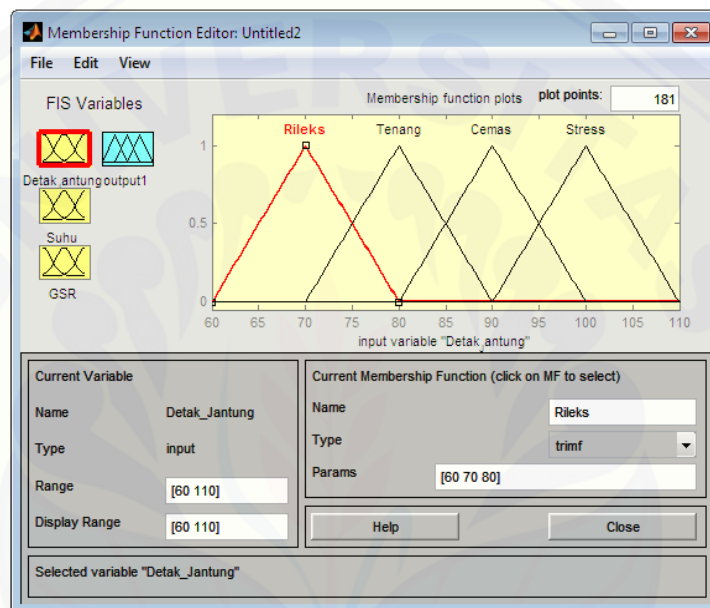
Permasalahan pada tugas akhir ini akan disederhanakan hanya menggunakan tiga *input* dan keluaran satu *output* yaitu:

1. Detak jantung dalam tubuh manusia
2. Suhu dalam tubuh manusia
3. GSR dalam tubuh manusia

3.8.1 Detak Jantung

Pada *input* detak jantung akan dibagi menjadi empat macam yaitu sebagai berikut:

- Detak jantung rileks (DR) (60 bpm – 80 bpm)
- Detak jantung tenang (DT) (70 bpm – 90 bpm)
- Detak jantung cemas (DC) (80 bpm – 100 bpm)
- Detak jantung stress (DS) (> 100 bpm)

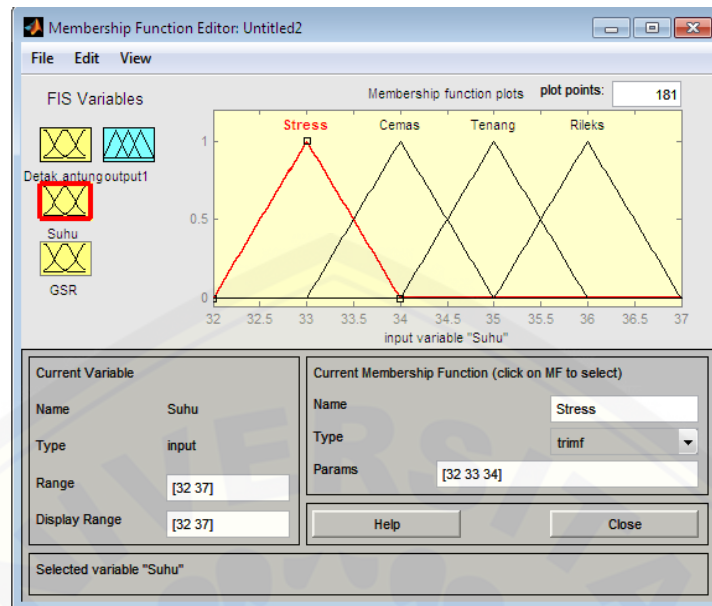


Gambar 3.8 *Input* detak jantung

3.8.2 Suhu

Pada *input* suhu akan dibagi menjadi empat macam yaitu sebagai berikut:

- Suhu rileks (SR) (35°C – 37°C)
- Suhu tenang (ST) (34°C – 36°C)
- Suhu cemas (SC) (33°C – 35°C)
- Suhu stress (SS) (< 33°C)

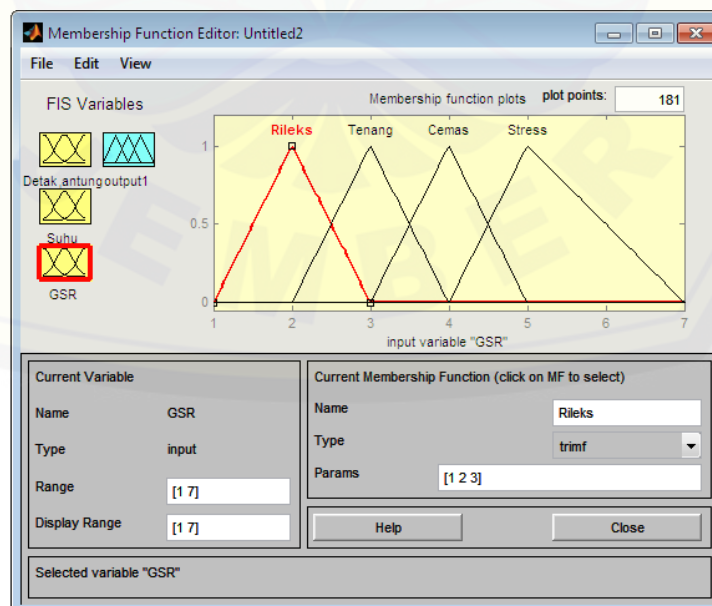


Gambar 3.9 Input suhu

3.8.3 GSR

Pada *input* GSR akan dibagi menjadi empat macam yaitu sebagai berikut:

- GSR rileks (GR) (< 2 siemens)
- GSR tenang (GT) ($2 - 4$ siemens)
- GSR cemas (GC) ($3 - 5$ siemens)
- GSR stress (GS) (> 6 siemens)

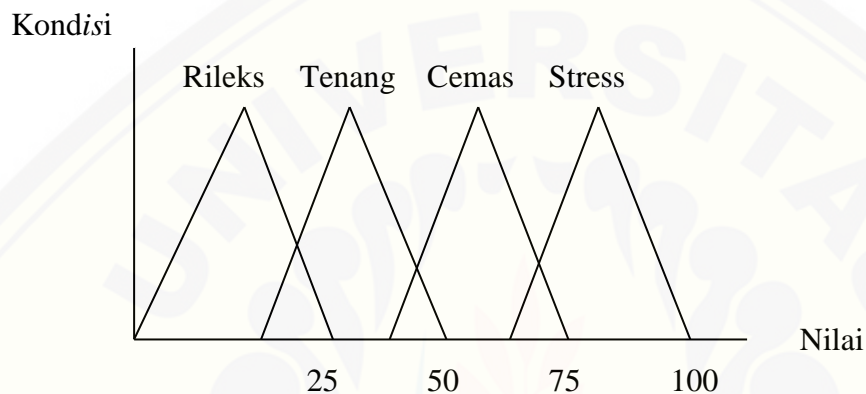


Gambar 3.10 Input GSR

3.9 Membership Function Output

Pada *output* akan dibagi menjadi empat macam yaitu sebagai berikut:

- a) Rileks (R) (0 – 25)
- b) Tenang (T) (25 – 50)
- c) Cemas (C) (50 – 75)
- d) Stress (S) (75 – 100)



3.10 Perhitungan Fuzzy

1. Perhitungan kondisi rileks

$$G = 4,92$$

$$D = 77$$

$$S = 36,69$$

$$K = 23,75\%$$

1. Untuk $G = 4,92$

Fuzzy Member (G, 4, 5, 6) GC

$$G = xz = 4,92$$

$$az = 4$$

$$bz = 5$$

$$cz = 6$$

$$\text{Result } G = (xz - az) / (bz - az)$$

$$= (4,92 - 4) / (5 - 4)$$

$$= 0,92 / 1$$

$$= 0,92$$

2. Untuk $D = 77$

Fuzzy Member ($D, 70, 80, 90$) DT

$$D = xz = 77$$

$$az = 70$$

$$bz = 80$$

$$cz = 90$$

$$\begin{aligned} \text{Result } D &= (xz - az) / (bz - az) \\ &= (77 - 70) / (80 - 70) \\ &= 7 / 10 \\ &= 0,7 \end{aligned}$$

3. Untuk $S = 36,69$

Fuzzy Member ($S, 36, 36,5, 50$) SR

$$S = xz = 36,69$$

$$az = 36$$

$$bz = 36,5$$

$$cz = 50$$

$$\begin{aligned} \text{Result } S &= (cz - xz) / (cz - bz) \\ &= (50 - 36,69) / (50 - 36,5) \\ &= 13,31 / 13,5 = 0,98 \end{aligned}$$

$$\text{Apred} = \min(0,92), \min(0,7), \min(0,98)$$

	G	D	S
Rileks			0,98
Tenang		0,7	
Cemas	0,92		
Stress			

$$\text{Apred ke 37} = 0,7$$

$$Z \text{ ke 20} = 31,25$$

$$\begin{aligned} Z \text{ ke 37 (tenang)} &= 32,5 - (\text{apred} * 12,5) \\ &= 32,5 - (0,7 * 12,5) \\ &= 32,5 - 8,75 \\ &= 23,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai COA (defuzifikasi)} &= (\text{apred} * z) / (\text{apred}) \\ &= (0,7 * 23,75) / (0,7) \\ &= 23,75 \end{aligned}$$

Jadi nilai COA (defuzifikasi) yaitu 23,75% merupakan kondisi rileks.

2. Perhitungan kondisi tenang

$$G = 3,42$$

$$D = 71$$

$$S = 35,66$$

$$K = 31,25\%$$

1. Untuk $G = 3,42$

Fuzzy Member (G, 2, 3, 4) GT

$$G = xz = 3,42$$

$$az = 2$$

$$bz = 3$$

$$cz = 4$$

$$\text{Result } G = (cz - xz) / (cz - bz)$$

$$= (4 - 3,42) / (4 - 3)$$

$$= 0,58 / 1$$

$$= 0,58$$

2. Untuk D = 71

Fuzzy Member (D, 70, 80 ,90) DT

$$D = xz = 71$$

$$az = 70$$

$$bz = 80$$

$$cz = 90$$

$$\begin{aligned} \text{Result D} &= (xz - az) / (bz - az) \\ &= (71 - 70) / (80 - 70) \\ &= 1 / 10 \\ &= 0,1 \end{aligned}$$

3. Untuk S = 35,66

Fuzzy Member (S, 35, 35,6, 36) ST

$$S = xz = 35,66$$

$$az = 35$$

$$bz = 35,6$$

$$cz = 36$$

$$\begin{aligned} \text{Result S} &= (xz - az) / (bz - az) \\ &= (36 - 35,66) / (36 - 35,6) \\ &= 0,34 / 0,4 \\ &= 0,85 \end{aligned}$$

$$\text{Apred} = \min (0,58), \min (0,1), \min (0,85)$$

	G	D	S
Rileks			
Tenang	0,58	0,1	0,85
Cemas			
Stress			

$$\text{Apred ke } 20 = 0,1$$

$$Z \text{ ke } 20 = 31,25$$

$$\begin{aligned} Z \text{ ke } 20 \text{ (tenang)} &= 32,5 - (\text{apred} * 12,5) \\ &= 32,5 - (0,1 * 12,5) \\ &= 32,5 - 1,25 \\ &= 31,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai COA (defuzifikasi)} &= (\text{apred} * z) / (\text{apred}) \\ &= (0,1 * 31,25) / (0,1) \\ &= 31,25 \end{aligned}$$

Jadi nilai COA (defuzifikasi) yaitu 31,25% merupakan kondisi tenang.

3. Perhitungan kondisi cemas

$$G = 7,55$$

$$D = 97$$

$$S = 35,66$$

$$K = 60\%$$

$$1. \text{ Untuk } G = 7,55$$

Fuzzy Member (G, 6, 6,5, 13) GS

$$G = xz = 7,55$$

$$az = 6$$

$$bz = 6,5$$

$$cz = 13$$

$$\begin{aligned} \text{Result } G &= (cz - xz) / (cz - bz) \\ &= (13 - 7,55) / (13 - 6,5) \\ &= 5,45 / 2 \\ &= 2,725 \end{aligned}$$

2. Untuk D = 97

Fuzzy Member (D, 90, 95, 100) DC

$$D = xz = 97$$

$$az = 90$$

$$bz = 95$$

$$cz = 100$$

$$\text{Result D} = (cz - xz) / (cz - bz)$$

$$= (100 - 97) / (100 - 95)$$

$$= 3 / 5$$

$$= 0,6$$

3. Untuk S = 35,66

Fuzzy Member (S, 35, 35,6, 36) ST

$$S = xz = 35,66$$

$$az = 35$$

$$bz = 35,6$$

$$cz = 36$$

$$\text{Result S} = (xz - az) / (bz - az)$$

$$= (36 - 35,66) / (36 - 35,6)$$

$$= 0,34 / 0,4$$

$$= 0,85$$

$$\text{Apred} = \min (2,725), \min (0,6), \min (0,85)$$

	G	D	S
Riles			
Tenang			0,85
Cemas		0,6	
Stress	2,725		

$$\text{Apred ke 58} = 0,6$$

$$\text{Z ke 58} = 60$$

$$\begin{aligned} \text{Z ke 20 (cemas)} &= 67,5 - (\text{apred} * 12,5) \\ &= 67,5 - (0,6 * 12,5) \\ &= 67,5 - 7,5 \\ &= 60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai COA (defuzifikasi)} &= (\text{apred} * z) / (\text{apred}) \\ &= (0,6 * 60) / (0,6) \\ &= 60 \end{aligned}$$

Jadi nilai COA (defuzifikasi) yaitu 60% merupakan kondisi cemas.

3.11 Rule Based

Dari beberapa data *input* yang didapat, maka dibuat suatu aturan atau *rule-rule* yang akan menghasilkan keputusan dari *fuzzy controller*. Keputusan ini nantinya yang akan berperan sebagai *output*. Dasarnya *rule-rule* ini adalah sebuah *rule if-and-then* yang mudah dimengerti karena hanya merupakan kata-kata. Terdapat 4^3 (64) *rule* yang menghasilkan *output*, yaitu:

1. *If GSR is rileks and Detak is rileks and Suhu is rileks then HASIL is rileks*
2. *If GSR is rileks and Detak is rileks and Suhu is tenang then HASIL is rileks*
3. *If GSR is rileks and Detak is rileks and Suhu is cemas then HASIL is tenang*
4. *If GSR is rileks and Detak is rileks and Suhu is stress then HASIL is cemas*
5. *If GSR is rileks and Detak is tenang and Suhu is rileks then HASIL is rileks*
6. *If GSR is rileks and Detak is tenang and Suhu is tenang then HASIL is tenang*
7. *If GSR is rileks and Detak is tenang and Suhu is cemas then HASIL is tenang*
8. *If GSR is rileks and Detak is tenang and Suhu is stress then HASIL is cemas*
9. *If GSR is rileks and Detak is cemas and Suhu is rileks then HASIL is tenang*
10. *If GSR is rileks and Detak is cemas and Suhu is tenang then HASIL is tenang*
11. *If GSR is rileks and Detak is cemas and Suhu is cemas then HASIL is cemas*
12. *If GSR is rileks and Detak is cemas and Suhu is stress then HASIL is cemas*
13. *If GSR is rileks and Detak is stress and Suhu is rileks then HASIL is tenang*
14. *If GSR is rileks and Detak is stress and Suhu is tenang then HASIL is tenang*

15. *If GSR is rileks and Detak is stress and Suhu is cemas then HASIL is cemas*
16. *If GSR is rileks and Detak is stress and Suhu is stress then HASIL is cemas*
17. *If GSR is tenang and Detak is rileks and Suhu is rileks then HASIL is rileks*
18. *If GSR is tenang and Detak is rileks and Suhu is tenang then HASIL is tenang*
19. *If GSR is tenang and Detak is rileks and Suhu is cemas then HASIL is tenang*
20. *If GSR is tenang and Detak is rileks and Suhu is stress then HASIL is tenang*
21. *If GSR is tenang and Detak is tenang and Suhu is rileks then HASIL is tenang*
22. *If GSR is tenang and Detak is tenang and Suhu is tenang then HASIL is tenang*
23. *If GSR is tenang and Detak is tenang and Suhu is cemas then HASIL is tenang*
24. *If GSR is tenang and Detak is tenang and Suhu is stress then HASIL is cemas*
25. *If GSR is tenang and Detak is cemas and Suhu is rileks then HASIL is cemas*
26. *If GSR is tenang and Detak is cemas and Suhu is tenang then HASIL is tenang*
27. *If GSR is tenang and Detak is cemas and Suhu is cemas then HASIL is cemas*
28. *If GSR is tenang and Detak is cemas and Suhu is stress then HASIL is cemas*
29. *If GSR is tenang and Detak is stress and Suhu is rileks then HASIL is tenang*
30. *If GSR is tenang and Detak is stress and Suhu is tenang then HASIL is cemas*
31. *If GSR is tenang and Detak is stress and Suhu is cemas then HASIL is cemas*
32. *If GSR is tenang and Detak is stress and Suhu is stress then HASIL is cemas*
33. *If GSR is cemas and Detak is rileks and Suhu is rileks then HASIL is tenang*
34. *If GSR is cemas and Detak is rileks and Suhu is tenang then HASIL is tenang*
35. *If GSR is cemas and Detak is rileks and Suhu is cemas then HASIL is cemas*
36. *If GSR is cemas and Detak is rileks and Suhu is stress then HASIL is cemas*
37. *If GSR is cemas and Detak is tenang and Suhu is rileks then HASIL is tenang*
38. *If GSR is cemas and Detak is tenang and Suhu is tenang then HASIL is tenang*
39. *If GSR is cemas and Detak is tenang and Suhu is cemas then HASIL is cemas*
40. *If GSR is cemas and Detak is tenang and Suhu is stress then HASIL is cemas*
41. *If GSR is cemas and Detak is cemas and Suhu is rileks then HASIL is cemas*

42. *If GSR is cemas and Detak is cemas and Suhu is tenang then HASIL is cemas*
43. *If GSR is cemas and Detak is cemas and Suhu is cemas then HASIL is cemas*
44. *If GSR is cemas and Detak is cemas and Suhu is stress then HASIL is cemas*
45. *If GSR is cemas and Detak is stress and Suhu is rileks then HASIL is cemas*
46. *If GSR is cemas and Detak is stress and Suhu is tenang then HASIL is cemas*
47. *If GSR is cemas and Detak is stress and Suhu is cemas then HASIL is cemas*
48. *If GSR is cemas and Detak is stress and Suhu is stress then HASIL is stress*
49. *If GSR is stress and Detak is rileks and Suhu is rileks then HASIL is tenang*
50. *If GSR is stress and Detak is rileks and Suhu is tenang then HASIL is tenang*
51. *If GSR is stress and Detak is rileks and Suhu is cemas then HASIL is cemas*
52. *If GSR is stress and Detak is rileks and Suhu is stress then HASIL is cemas*
53. *If GSR is stress and Detak is tenang and Suhu is rileks then HASIL is tenang*
54. *If GSR is stress and Detak is tenang and Suhu is tenang then HASIL is cemas*
55. *If GSR is stress and Detak is tenang and Suhu is cemas then HASIL is cemas*
56. *If GSR is stress and Detak is tenang and Suhu is stress then HASIL is cemas*
57. *If GSR is stress and Detak is cemas and Suhu is rileks then HASIL is cemas*
58. *If GSR is stress and Detak is cemas and Suhu is tenang then HASIL is cemas*
59. *If GSR is stress and Detak is cemas and Suhu is cemas then HASIL is cemas*
60. *If GSR is stress and Detak is cemas and Suhu is stress then HASIL is stress*
61. *If GSR is stress and Detak is stress and Suhu is rileks then HASIL is cemas*
62. *If GSR is stress and Detak is stress and Suhu is tenang then HASIL is cemas*
63. *If GSR is stress and Detak is stress and Suhu is cemas then HASIL is stress*
64. *If GSR is stress and Detak is stress and Suhu is stress then HASIL is stress*

Tabel 3.3 Kumpulan *Rule*

Kondisi	Parameter			Nilai
	<i>GSR</i> (G)	HR (D)	H&T (S)	
<i>Rilexed</i> / Rileks	< 2	60 – 80	35 – 37	0 – 25
<i>Calm</i> / Tenang	2 – 4	70 – 90	34 – 36	25 – 50
<i>Tense</i> / Cemas	3 – 5	80 – 100	33 – 35	50 – 75
<i>Streesed</i> / Stress	>6	>100	< 33	75 – 100

Tabel 3.3 menunjukkan hubungan antara *GSR*, detak jantung, dan suhu yang akan menghasilkan *output* sesuai kondisi manusia. Disini *GSR*, detak jantung, dan suhu dibagi menjadi empat kondisi rileks, tenang, cemas, dan stress. Dari empat kondisi *input* tersebut maka didapatkan 64 kondisi *output*.