

**IMPLEMENTASI KONTROL LOGIKA FUZZY PADA ALAT
PENGERING TEMBAKAU BERBASIS MIKROKONTROLER**

AT89S8252

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Disusun Oleh:

SYAHRUL IMAN
NIM. 0410632039 - 63

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
MALANG**

2007

**IMPLEMENTASI KONTROL LOGIKA FUZZY PADA ALAT
PENGERING TEMBAKAU BERBASIS MIKROKONTROLER**

AT89S8252

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

SYAHRUL IMAN
NIM. 0410632039 - 63

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

R. Arief Setiawan, ST. MT.
NIP. 132 231 713

Fitriana Suhartati, ST. MT.
NIP. 132 206 527

**IMPLEMENTASI KONTROL LOGIKA FUZZY PADA ALAT
PENGERING TEMBAKAU BERBASIS MIKROKONTROLER**

AT89S8252

Disusun oleh:

**SYAHRUL IMAN
NIM. 0410632039-63**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 26 Januari 2007

DOSEN PENGUJI

Dipl. Ing. Ir. M. Rusli
NIP. 130 653 473

Ir. Erny Yudaningtyas, MT.
NIP. 131 879 035

Ir. Purwanto, MT.
NIP. 131 574 847

Ir. Bambang Siswojo
NIP. 131 759 588

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ir. Purwanto, MT.
NIP. 131 574 847

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat dan rahmat-Nya sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Karena hanya dengan pertolongan-Nya semata penulis mampu melewati segala kendala yang ada selama penyusunan skripsi ini.

Skripsi dengan judul ” **IMPLEMENTASI KONTROL LOGIKA FUZZY PADA ALAT PENERANG TEMBAKAU BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S8252**” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik, di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini, tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dorongan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak dan Ibu tercinta yang selalu memberikan segala perhatian dan doa tulusnya.
2. Ir. Purwanto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro yang telah mengarahkan dan menentukan dosen pembimbing sehingga tercapai kesuksesan ini.
3. Ir. Hery Pornomo selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
4. Bapak R. Arief Setiawan, ST. MT. dan ibu Fitriana Suhartati, ST. MT., selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, petunjuk, maupun saran yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu dosen beserta staf dan karyawan Jurusan Teknik Elektro, baik secara langsung ataupun tidak langsung telah membantu menyelesaikan skripsi ini.
6. Rekan-rekan di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya angkatan 2003 dan 2004 alih jenjang, terima kasih atas kebersamaannya selama ini.
7. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kebahagiaan bagi penulis bila ada saran dan kritik yang membangun dari para pembaca yang dapat membantu dalam penyempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Malang, Januari 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN	viii
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah.....	2
1.3.Batasan Masalah	2
1.4.Tujuan	3
1.5.Sistematika Penulisan	3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Teori Pengeringan.....	4
2.1.1. Proses Pengeringan Tembakau Dalam Oven	4
2.2. <i>Curing</i> Tembakau <i>Virginia</i>	5
2.3. Kontrol Logika Fuzzy	7
2.3.1. Tinjauan tentang logika fuzzy.....	7
2.3.2. Teori Himpunan <i>Fuzzy</i> (<i>Fuzzy Set Theori</i>).....	7
2.3.3. Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i>	8
2.3.4. Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i> (<i>Fuzzy Membership Funtion</i>)	8
2.3.5. Metode Perancangan Logika <i>Fuzzy</i>	10
2.3.5. Pengendali Logika <i>Fuzzy</i>	11
2.3.6. Struktur Data Logika <i>Fuzzy</i>	12
2.4. Tinjauan Umum Mikrokontroler AT89S8252.	15
2.4.1. Fitur Mikrokontroler Standar AT89S8252.	15
2.4.2. Peta memori mikrokontroler AT89S8252	16
2.4.3. Susunan Pin Mikrokontroler AT89S8252	18
2.5. Sensor Suhu.....	22
2.6. Sensor Kelembaban.....	23



2.7. Pengkondisi Sinyal.....	24
2.7.1. Penguat Diferensial.....	24
2.7.2. Penguat Tak Membalik.....	24
2.8. <i>Driver</i> Pemanas.....	25
2.8.1. <i>Triac</i>	25
2.8.2. <i>Opto Triac</i>	25
2.8.3. <i>Optotriac</i> MOC3021	26
2.9. LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>).	26
2.10. Konverter Analog ke Digital (ADC (<i>Analog to Digital Converter</i>)).....	28
2.11. Konverter Digital ke Analog (DAC (<i>Digital to Analog Converter</i>)).....	30
BAB III : METODOLOGI.....	32
3.1. Studi Literatur	32
3.2. Perencanaan Perealisasian Perangkat Keras.	32
3.3. Perancangan <i>Knowledge Base</i> Pengendali Logika Fuzzy.	33
3.4. Perancangan Perangkat Lunak.....	33
3.5. Pengujian dan Analisa Sistem.....	33
3.6. Pengambilan Kesimpulan dan Saran.	33
BAB IV : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT.....	34
4.1. Urutan Pengaturan Suhu dan Kelembaban Ruang Oven	34
4.2. Diagram Blok Sistem	34
4.2.1. Cara Kerja Alat	35
4.3. Perancangan <i>Hardware</i>	36
4.3.1. Rangkaian Sensor Suhu	36
4.3.2. Rangkaian Sensor Kelembaban	37
4.3.3. Rangkaian Pengkondisi Sinyal	38
4.3.3.1. Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Suhu	39
4.3.3.2. Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor kelembaban	40
4.3.4 ADC 0809	41
4.3.4.1. Konfigurasi Penyamat Pada IC ADC 0809	42
4.3.5. Mikrokontroler.....	44
4.3.6. DAC 0808	45
4.3.7. Driver Kipas DC	45
4.3.8. <i>Driver</i> Pemanas.....	47

4.3.8.1. <i>Pulse Position Modulation</i>	48
4.3.8.2. Rangkaian Optotriac dan Triac	48
4.3.9. Unit Peraga (LCD).....	49
4.3.10. Rangkaian RTC (<i>Real Time Clock</i>)	50
4.4. Perancangan Kontroler	51
4.4.1. Fuzzyfikasi.....	52
4.4.2. Kaidah Atur Kontrol Logika <i>Fuzzy</i>	53
4.4.3. Defuzzyfikasi.....	53
4.5. Perencanaan Perangkat Lunak.....	54
BAB V : PENGUJIAN ALAT.....	57
5.1. Tujuan	57
5.2. Pengujian Perangkat Keras	57
5.2.1. Pengujian Rangkaian Sensor Suhu dan Pengkondisi Sinyal	57
5.2.2. Pengujian Rangkaian Sensor Kelembaban dan Pengkondisi Sinyal	58
5.2.3. Pengujian Rangkaian RTC.....	60
5.2.4. Pengujian Rangkaian ADC 0809	61
5.2.5. Pengujian Rangkaian DAC 0808.....	62
5.2.6. Pengujian <i>Driver</i> Kipas DC.....	63
5.2.7. Pengujian Rangkaian Triac dan Opto Triac.....	64
5.3. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.....	66
BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN.....	70
6.1. Kesimpulan	70
6.2. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Cara Mengatur Suhu dan Kelembaban Ruang Oven Tembakau Pada Proses Curing	5
Gambar 2.2. S-function.....	9
Gambar 2.3. π -function	10
Gambar 2.4. T-function	10
Gambar 2.5. Struktur Kontrol Logika <i>Fuzzy</i> Untuk Pengendalian Sistem.....	11
Gambar 2.6. Struktur kontroler logika <i>fuzzy</i> dasar	12
Gambar 2.7. Logika Pengambilan Keputusan Max-Min.....	14
Gambar 2.8. Peta Memori RAM Internal (128 ‘bawah’)	16
Gambar 2.9. Lokasi <i>Bit-Addresable</i> Pada Internal RAM	17
Gambar 2.10. Memori Internal (RAM) dan SFR (<i>Special Funtion Register</i>).....	18
Gambar 2.11. Susunan Pin Mikrokontroler AT89S8252	21
Gambar 2.12. Diagram Blok Mikrokontroler AT89S8252.....	22
Gambar 2.13. Rangkaian Sensor Suhu LM35	23
Gambar 2.14. Sensor kelembaban 808H5V5.....	23
Gambar 2.15. Penguat Diferensial Dasar.....	24
Gambar 2.16. Rangkaian Op-Amp Penguat Tak Membalik.....	24
Gambar 2.17. Simbol Triac.....	25
Gambar 2.18. Skematik Optocoupler MOC3021	26
Gambar 2.19. Diagram Blok Penggunaan LCD	27
Gambar 2.20. Rangkaian Dasar ADC dengan sistem SAR	30
Gambar 2.21. Diagram Blok DAC dengan Sistem R-2R	30
Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem.....	34
Gambar 4.2 Rangkaian Sensor Suhu LM35	37
Gambar 4.3 Rangkaian Sensor Kelembaban 808H5V5 dan <i>buffer</i>	38
Gambar 4.4. Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Suhu	40
Gambar 4.5. Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Kelembaban	41
Gambar 4.6. Rangkaian ADC & Pembangkit Pulsa Clock.....	42
Gambar 4.7. Rangkaian Pembangkit Pulsa Clock	43
Gambar 4.8 Mikrokontroler AT89S8252 dengan rangkaian pendukungnya	45
Gambar 4.9. Rangkaian DAC 0808 dengan Rangkaian Pendukungnya.....	45



Gambar 4.10.. Rangkaian Driver Kipas DC	46
Gambar 4.11. Rangkaian <i>Pulse Position Modulation</i>	47
Gambar 4.12. Bentuk Gelombang Output Rangkaian <i>Pulse Position Modulation</i>	48
Gambar 4.13. Rangkaian <i>Driver</i> Pemanas	48
Gambar 4.14. Rangkaian Penampil (LCD).....	50
Gambar 4.15. Rangkaian RTC DS12887A.....	51
Gambar 4.16. Fuzzyfikasi Suhu dan Kelembaban.....	52
Gambar 4.17. Fuzzyfikasi Kipas, Pemanas	54
Gambar 4.18. Diagram Sub Alir Sistem Fuzzy Logic Control.....	55
Gambar 4.19 Diagram Alir Perangkat lunak Sistem	56
Gambar 5.1. Pengujian Sensor Suhu dan Pengkondisi Sinyal.....	58
Gambar 5.2. Pengujian Sensor Kelembaban dan Pengkondisi Sinyal.....	59
Gambar 5.5. Blok Pengujian RTC.....	61
Gambar 5.6. Hasil Pengujian RTC.....	61
Gambar 5.7. Blok Rangkaian Pengujian ADC 0809	62
Gambar 5.8. Rangkaian Pengujian DAC 0808	63
Gambar 5.9. Rangkaian Pengujian Driver Kipas DC 12 V	64
Gambar 5.10. Diagram Blok Pengujian <i>Triac</i> dan <i>Optotriac</i>	65

DAFTAR TABEL

Table 2.1. Fungsi-fungsi khusus pada Port 1 AT89S8252	19
Table 2.2. Fungsi-fungsi khusus pada port 3	20
Tabel 2.3. Fungsi Pin-Pin LCD M1632.....	28
Table 2.4. Keadaan bilangan <i>biner</i> 4-bit yang berbeda	31
Tabel 5.1. Hasil Pengujian Sensor Suhu dan Pengkondisi Sinyal	58
Tabel 5.2. Hasil Pengujian Sensor Kelembaban dan Pengkondisi Sinyal.....	60
Tabel 5.3. Hasil Pengujian Rangkaian ADC 0809	62
Tabel 5.4. Hasil Pengujian Rangkaian DAC 0808	63
Tabel 5.5. Hasil Pengujian Driver Kipas DC.....	64
Tabel 5.6. Hasil Pengujain Tegangan Pemanas	66
Tabel 5.7. Hasil Pengujian Sistem Secara Keleseluruhan Terhadap Suhu	67
Tabel 5.8. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan Terhadap Kelembaban	68



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : RANGKAIAN HASIL PERANCANGAN

Lampiran 2 : DATA SHEET KOMPONEN



RINGKASAN

SYAHRUL IMAN, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Januari 2007, **IMPLEMENTASI KONTROL LOGIKA FUZZY PADA ALAT PENGERING TEMBAKAU BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S8252**, Dosen Pembimbing : R. Arief Setiawan, ST. MT. dan Fitriana Suhartati, ST. MT.

Untuk mengoven daun tembakau *virginia* menjadi kerosok *virginia fc* (*flue-cured*) diperlukan sumber suhu dan kelembaban udara yang sesuai dengan fase-fase pengolahan, supaya dapat menghasilkan mutu kerosok fc yang bagus, seperti yang diinginkan konsumen. Tujuan dilakukan proses pengeringan secara bertahap (fase-fase pengolahan) yaitu supaya terjadi perubahan bahan kimia pembentukan mutu tembakau sebelum kering sempurna, seperti yang diinginkan. Kerosok yang baik berwarna kuning terang dan berkadar gula tinggi. Makin lama waktu pengeringan suhu makin ditingkatkan ($38 - 70^{\circ}\text{C}$) dan kelembaban makin diturunkan (90% - 22%). Untuk mendapatkan proses pengeringan seperti yang diinginkan di atas maka pada skripsi ini penulis mencoba merancang sebuah prototipe yang dapat mengendalikan suhu dan kelembaban udara, ruang pengeringan sesuai dengan fase-fase yang dibutuhkan, adapun kontroler yang digunakan pada alat ini yaitu kontrol logika fuzzy yang dapat mengendalikan suhu dan kelembaban seperti yang diinginkan di atas. Kontrol logika fuzzy pada alat ini mempunyai 2 masukan yaitu error suhu dan error kelembaban (RH) dan menggerakkan dua aktuator, yang nantinya akan menghasilkan suhu dan kelembaban seperti yang diinginkan. Data masukan kemudian diolah menggunakan kontrol logika fuzzy di dalam mikrokontroler AT89S8252 dan hasilnya dikeluarkan ke DAC 0808. Hasil keluaran dari sistem yaitu suhu dan kelembaban yang akan ditampilkan pada displai LCD.

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan dan kemajuan teknologi sangatlah pesat, demikian pula dengan perkembangan teknologi di bidang kontrol. Hingga saat ini semakin banyak bermunculan sistem yang beroperasi secara otomatis, di mana akan membawa manfaat dan kemudahan dalam kehidupan manusia. Pekerjaan yang dulunya harus dilakukan oleh manusia atau secara manual, sekarang dapat dikerjakan secara otomatis tanpa banyak campur tangan manusia.

Begitupun dengan proses pengeringan daun tembakau juga memerlukan proses yang otomatisasi supaya pengerjaannya lebih efisien.

Adapun jenis tembakau yang dibahas pada skripsi ini yaitu tembakau *virginia*, karena tembakau ini sudah umum diusahakan oleh petani tembakau di Indonesia, di samping itu tembakau *virginia* juga merupakan bahan utama dalam pembuatan rokok putih (*sigaret*) dan bahan campuran rokok kretek, sebelum menjadi irisan tipis – tipis, terlebih dahulu tembakau harus melalui proses pengeringan.

Selain masalah pengeringan, masalah lain pada oven tembakau *virginia* adalah memonitor suhu dan kelembaban dalam ruang ovennya. Sampai saat ini, monitor suhu yang paling banyak digunakan adalah dengan analog, di mana besaran suhu ditunjukkan oleh meter *movement*.

Masa penuaian tembakau berkisar antara 2-5 bulan setelah bibitnya ditanam, tergantung pada jenis tembakaunya. Daun tembakau saat dituai berwarna hijau dan tidak mempunyai karakter, warna dan rasa sebelum melewati proses *curing* atau pengeringan.

Itulah mengapa proses *curing* sangatlah penting dalam pengeringan tembakau, adapun proses *curing* itu sendiri terdapat empat macam, yaitu:

1. *Air-curing*, yang dilakukan dengan menggantung daun tembakau di tempat terbuka, tetapi proses ini menghasilkan daun tembakau yang rendah kadar gulanya. (Tirtosastro dkk, 1999).

2. *Flue-curing*, digunakan terutama untuk tembakau *sigaret*, dengan menggunakan panas buatan yang disalurkan melalui pipa besi atau *flue*, dan menghasilkan daun tembakau dengan kadar gula tinggi. (Tirtosastro dkk, 1999).
3. *Fire-curing*, yang sama dengan *flue-curing*, tetapi dengan api terbuka sebagai sumber panas buaatannya, dan menghasilkan daun tembakau berwarna coklat tua dan aroma asap. (Tirtosastro dkk, 1999).
4. *Sun-curing*, proses ini dilakukan di bawah sinar matahari, dengan menghasilkan tembakau kunyah yang manis dan kadar gula yang tinggi. (Tirtosastro dkk, 1999).

Karena pada penulisan skripsi ini hanya membahas tembakau *virginia* maka proses *curing* yang dibahas adalah *flue-curing*. Setelah melewati proses *flue-curing*, kemudian tembakau yang sudah kering itu di-*grade* dan disimpan untuk diumurkan sesuai kebutuhan.

Untuk mengatasi masalah di atas, maka pada skripsi ini penulis mencoba untuk merancang alat yang diberi judul “**Implementasi Kontrol Logika Fuzzy Pada Alat Pengering Tembakau Berbasis Mikrokontroler AT89S8252**”, di mana suhu ruang dapat dikondisikan dengan melalui program secara digital.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini, guna menyesuaikan dengan perancangan dan pembuatan alat, maka rumusan masalah dapat ditekankan:

- a. Bagaimana merancang suatu sistem kontrol yang dapat mengendalikan suhu dan kelembaban ruang pengering tembakau untuk proses pengeringan tembakau *virginia*.
- b. Bagaimana pengaruh kinerja sistem pengendalian yang dibuat, terhadap beban daun tembakau yang dikeringkan.

1.3. Batasan Masalah

Perencanaan dan pembuatan alat pada penulisan skripsi ini dibatasi permasalahannya pada:

1. Ruang pengeringan yang digunakan untuk proses pengeringan merupakan sebuah prototipe yang dimodifikasi seperti bentuk ruang pengeringan yang biasa digunakan.

2. Sensor suhu yang digunakan adalah tipe LM35
3. Sensor kelembaban, menggunakan tipe 808H5V5
4. Mikrokontroler AT89S8252 sebagai *single chip*.
5. Tidak membahas catu daya yang digunakan pada alat ini.
6. Tembakau yang dibahas hanya jenis tembakau *virginia*.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penulisan skripsi ini adalah merancang sistem pengendalian suhu dan kelembaban ruang pengeringan tembakau *virginia* berbasis kontroler logika *fuzzy*, sebagai salah satu alternatif pengendalian suhu dan kelembaban ruang pengeringan tembakau *virginia*.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam penyelesaian skripsi ini maka penulis menyusun sistematika penulisan yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan dibahas latar belakang, tujuan, batasan masalah dan sistematika pembahasan.

BAB II TEORI PENUNJANG

Dalam bab ini dibahas beberapa teori dasar yang diperlukan dalam perancangan perangkat keras alat pengering tembakau ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.

Pada bab ini akan dibahas mengenai susunan penulisan skripsi ini.

BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Berisi tentang pembuatan blok sistem interface alat pengering tembakau *virginia*.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISA

Bab ini berisi tentang pengujian dan analisa dari peralatan pengering tembakau *virginia*.

BAB VI PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini akan dibahas teori penunjang atau tinjauan pustaka untuk peralatan yang akan dirancang, yaitu sebagai berikut:

2.1. Teori Pengeringan.

Pengeringan merupakan pemindahan sejumlah air dari satuan bahan melalui penguapan. Pengambilan air bahan secara mekanis tidak termasuk dalam proses pengeringan. Kandungan air suatu material dapat ditunjukkan dengan dua cara yaitu basis basah dan basis kering. Prosentase berat air basis basah merupakan perbandingan antara kandungan material air dengan material basah dikalikan seratus, sedangkan dalam basis kering, kadar air merupakan perbandingan antara berat air yang terkandung dalam padatan dengan berat kering dari material dalam bentuk persamaan dapat ditulis: (G. G. said Taib dan Wiraatmadja S. 1988)

$$X_{\text{basis basah}} = \left[\frac{\text{kg air}}{\text{kg padatan basah}} \right] \times 100 \quad (2.1)$$

$$X_{\text{basisbasah}} = \left[\frac{\text{kg air}}{\text{kg padatan kering}} \right] \times 100 \quad (2.2)$$

2.1.1. Proses Pengeringan Tembakau Dalam Oven.

Proses pengeringan diperoleh dengan cara menguapkan air yang terkandung dalam daun. Cara ini dilakukan untuk menurunkan kelembaban nisbi udara dengan mengalirkan udara panas di sekeliling bahan, sehingga tekanan uap air bahan lebih besar daripada tekanan uap air dari bahan ke udara.

Peristiwa yang terjadi selama proses pengeringan meliputi dua tahap proses, yaitu:

1. Proses perpindahan panas, yaitu proses menguapkan air dari dalam bahan atau proses perubahan bentuk cair ke bentuk gas.
2. Proses perpindahan massa yaitu proses perpindahan massa uap air dari permukaan bahan ke udara.

Proses pengeringan pada bahan dimana udara panas dialirkan dapat dianggap sebagai suatu proses adiabatik. Hal ini berarti bahwa panas yang dibutuhkan untuk

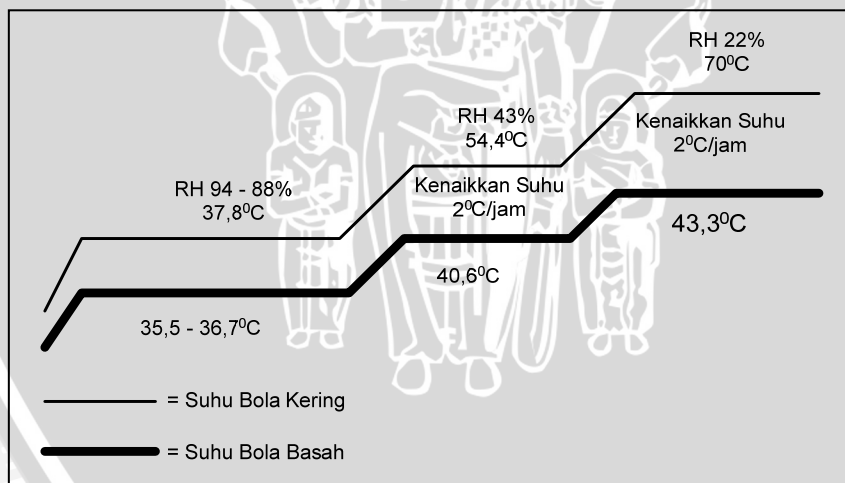
menguapkan air dari bahan hanya diberikan oleh udara pengering tanpa adanya tambahan energi di luar.

2.2. Curing Tembakau Virginia.

Pengolahan daun tembakau menjadi krosok (tembakau kering) *virginia* dapat dikategorikan sebagai proses *curing* yaitu suatu proses yang memberikan perlakuan terhadap daun tembakau yang masih segar sehingga terjadi transformasi sampai pada keadaan tertentu dan akhirnya daun tembakau dapat dimanfaatkan oleh industri tembakau. *Curing* dapat diartikan sebagai dua tahap yaitu:

- Mengatur suhu dan kelembaban ruang oven yang sesuai, sehingga di dalam daun terjadi perubahan kimia dan biokimia seperti yang diinginkan.
- Mempertahankan potensi mutu yang terbentuk di dalam daun karena perubahan kimia dan biokimia seperti yang disebutkan di atas dengan cara menaikkan suhu secara bertahap sehingga reaksi tersebut berhenti.

Uraian di atas menunjukkan bahwa pengolahan daun tembakau mempunyai peranan yang cukup besar terhadap mutu tembakau yang dihasilkan. Proses *curing* (*curing process*) dibagi dalam beberapa fase, dengan setiap tipe mendapat perlakuan yang berbeda.



Gambar 2.1. Cara Mengatur Suhu dan Kelembaban Ruang Oven Tembakau Pada Proses *Curing*
 Sumber: Tirtosastro dkk. 1999.

Berdasarkan gambar 2.1. maka dapat dijelaskan fase-fase proses *curing* tersebut, yaitu terbagi atas:

1. Fase penguningan daun (*yellowing stage*).

Pada fase ini kelembaban dipertahankan agar tetap tinggi (70% – 90%) sehingga pengurangan kandungan air daun terjadi secara terbatas. Suhu 38⁰C dengan kenaikan 2⁰C setiap jamnya. Suhu 38⁰C dipertahankan terus sampai terjadi perubahan warna hijau menjadi kuning rata dan layu. Karakteristik warna kuning dan kelayuan tersebut menjadi kriteria selesainya fase penguningan yang kurang lebih membutuhkan waktu 24. (Tirtosastro dkk, 1999)

2. Fase pengikatan warna (*Fixing Color*).

Setelah fase penguningan selesai, suhu udara dalam oven tembakau dinaikkan dari 38⁰C menjadi 54⁰C dengan kenaikan yang sama setiap jamnya dan kelembaban ruang diturunkan menjadi 40% - 60% dengan cara mengatur bukaan ventilasi atas dan bawah secara bertahap (dimulai dari 25% - 50% -100%). Pembukaan ventilasi dilakukan secara bertahap sesuai kebutuhan untuk menghasilkan kelembaban seperti yang diinginkan. Fase ini selesai, ditandai dengan, apabila 80% - 90% lamina daun telah kering dan warna daun, kuning dan keabuan – abuan dengan ujung daun yang melengkung, dan proses ini membutuhkan waktu kurang lebih 36 jam, (Tirtosastro dkk, 1999).

3. Fase pengeringan (*stem drying*).

Pada fase pengeringan, suhu udara dinaikkan dari 54⁰C sampai 60⁰C - 65⁰C dan ventilasi dibuka secara bertahap sampai terbuka penuh agar kelembaban udara serendah mungkin, dengan kenaikan suhu yang sama pula. Jika hanya tinggal bagian ibu tulang daun yang belum kering, ventilasi dapat ditutup dan suhu dapat dinaikkan sampai 70⁰C. Fase pengeringan ini dinyatakan berakhir jika lamina dan bagian ibu tulang (gagang) daun tembakau telah kering. Kandungan air pada saat selesai pengeringan 2% – 5%, ditandai dengan gagang yang mudah dipatahkan. Selanjutnya sistem pemanas dihentikan, pintu dan ventilasi dibuka agar krosok (tembakau kering) segera menyerap uap air sehingga menjadi lemas. Jika cuaca kering, kelembaban udara pada malam hari hanya 40% – 60% pelepasan dapat dipercepat dengan cara menyiram lantai oven dengan air. (Tirtosastro dkk, 1999).

2.3. Kontrol Logika Fuzzy

2.3.1. Tinjauan tentang logika fuzzy

Pada pertengahan tahun 1960-an, profesor Lotfi Zadeh dari Universitas California di *Barkeley* menemukan bahwa benar atau salah dari logika boolean tidak memperhitungkan beragam kondisi yang nyata. Untuk menghitung gradasi yang tidak terbatas jumlahnya antara benar dan salah, Zadeh mengembangkan ide penggolongan himpunan yang ia namakan *fuzzy set* (himpunan *fuzzy*). Tidak seperti logika boolean, logika *fuzzy* memiliki banyak nilai, tidak seperti elemen yang dikategorikan 100% ini atau itu, atau sebuah dalil yang menyatakan, semua benar atau seluruhnya salah, *fuzzy* membaginya dalam fungsi keanggotaan dan derajat kebenaran yaitu sesuatu yang dapat menjadi sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama.

Sistem logika *fuzzy* adalah sistem yang didasarkan atas pengetahuan (*knowledge base*) atau sistem yang didasarkan atas kaidah-kaidah ataupun aturan-aturan (*rule base*). Inti dari sistem *fuzzy* adalah basis pengetahuan yang terdiri atas aturan-aturan yang ditulis sebagai kumpulan pernyataan-pernyataan antesenden-konseku “Jika-Maka”. Sistem logika *fuzzy* dipilih berdasarkan pertimbangan seperti:

- Pada kenyataannya sistem riil terlalu kompleks untuk dideskripsikan dengan pasti atau presisi, untuk itu maka pendekatan-pendekatan digunakan untuk memperoleh model yang bisa diterima dan dapat ditangani.
- Diperlukan teori yang dapat digunakan untuk merumuskan pengetahuan manusia ke dalam cara yang sistematis dan meletakkannya pada sebuah sistem yang dapat dikombinasikan dengan informasi yang ada seperti model matematis ataupun hasil-hasil pengukuran.
- Logika *fuzzy* berdasarkan atas bahasa alamiah yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga mudah dimengerti dan dipahami.

2.3.2. Teori Himpunan Fuzzy (*Fuzzy Set Theori*)

Sebuah himpunan *fuzzy* pada semesta pembicaraan (*universe of discourse*) X dinyatakan dengan fungsi keanggotaan (*membership function*) μ_A , yang harganya berada dalam interval $[0,1]$ secara sistematis dinyatakan dengan:

$$A = \{[x, \mu_A(x)] \mid x \in X\} \quad (2.3)$$

Keterangan:

$\mu_A(x)$: Derajat keanggotaan (*degree of membership*) atau fungsi keanggotaan (*membership funtion*).

X : Semesta pembicaraan (*universe of discourse*)

Jika pendukung himpunan *fuzzy* hanya sebuah titik tunggal, maka $A = \mu_A/x$, disebut sebuah *fuzzy* tunggal (*singleton fuzzy*).

Himpunan *fuzzy* yang dinyatakan dengan gabungan *fuzzy* tunggal dinyatakan dengan: (Mohammad Jamsidi, Nader Vadiee, Timothy J Ross, 1995 : 17)

$$A = \mu_1 / x_1 + \mu_2 / x_2 + \dots + \mu_n / x_n \quad (2.4)$$

$$A = \sum \mu_A(x) / x \quad (2.5)$$

Bila X bersifat kontinyu dan terbatas:

$$A = \int_x \mu_A(x) / x \quad (2.6)$$

2.3.3. Operasi Himpunan Fuzzy

Operasi-operasi dasar himpunan *fuzzy* meliputi: (Mohammad Jamsidi, Nader Vadiee, Timothy J Ross, 1995 : 18).

1. Gabungan (*Union*)

Gabungan himpunan *fuzzy* A dan himpunan *fuzzy* B atau $A \cup B$ didefinisikan dengan: $\mu_{A \cup B}(x) = \text{Max}[\mu_A(x), \mu_B(x)] = \mu_A(x) \vee \mu_B(x)$ (2.7)

2. Irisan/Perpotongan (*Intersection*).

Irisan himpunan *fuzzy* A dan himpunan *fuzzy* B atau $A \cap B$ didefinisikan dengan: $\mu_{A \cap B}(x) = \text{Min}[\mu_A(x), \mu_B(x)] = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x)$ (2.8)

3. Komplemen (*Negation*)

Komplemen himpunan *fuzzy* $A = \bar{A}$ didefinisikan dengan :

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (2.9)$$

2.3.4. Fungsi Keanggotaan Fuzzy (*Fuzzy Membership Funtion*)

Pada dasarnya untuk menyatakan tingkat keanggotaan dari tiap pendukung dalam himpunan *fuzzy*, digunakan fungsi keanggotaan (*membership funtion*). Fungsi keanggotaan ini mengkarakteristikkan tiap pendukung dalam himpunan *fuzzy* sedemikian rupa sehingga tiap penyokong mempunyai nilai keanggotaan dalam interval $[0,1]$.

Ada beberapa fungsi keanggotaan dalam logika *fuzzy*. Adapun yang sering digunakan adalah bentuk fungsi-S, fungsi- π , fungsi-T (triangular), fungsi-Tr (trapezoidal).

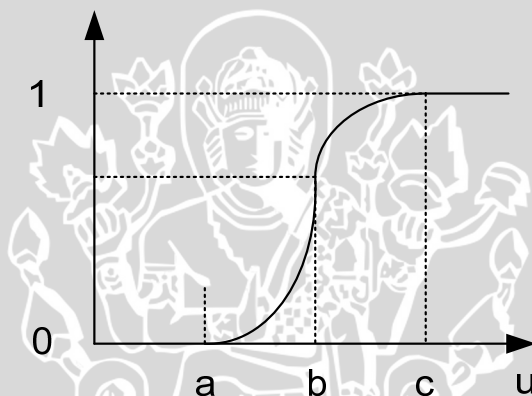
a. S-function.

Definisi S-function adalah sebagai berikut:

$$S(u, a, b, c) = \begin{cases} 0 & u < a \\ 2\left(\frac{u-a}{c-a}\right) & a \leq u \leq b \\ 1-2\left(\frac{u-a}{c-a}\right) & b \leq u \leq c \\ 1 & u > c \end{cases} \quad (2.10)$$

Bentuk Diagramatik S-function ditunjukkan pada gambar 2.2:

Derajat Keanggotaan



Gambar 2.2. S-function
Sumber : Jun Yan, 1994:29

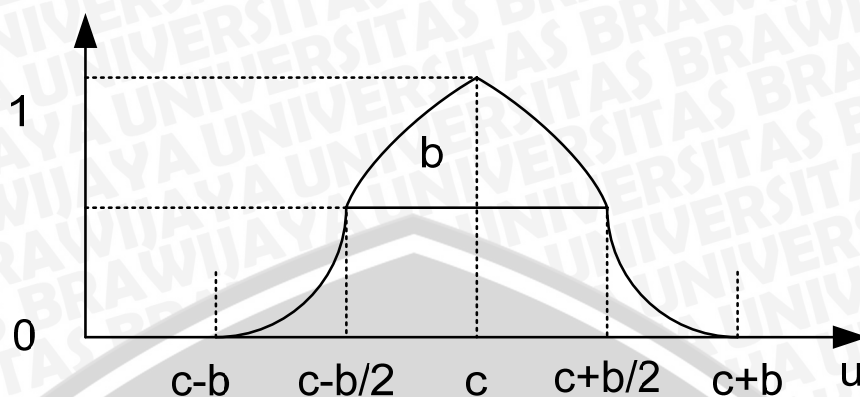
b. π -Function.

Definisi π -function adalah sebagai berikut:

$$\pi(u, b, c) = \begin{cases} S\left(u; c-b, c-\frac{b}{c}, c\right) & u \leq c \\ 1-S\left(u; c, c+\frac{b}{2}, c+b\right) & u \geq c \end{cases} \quad (2.11)$$

Bentuk diagramatik π -function ditunjukkan pada gambar 2.3.

Derajat Keanggotaan



Gambar 2.3. π -function
 Sumber : Jun Yan, 1994:29

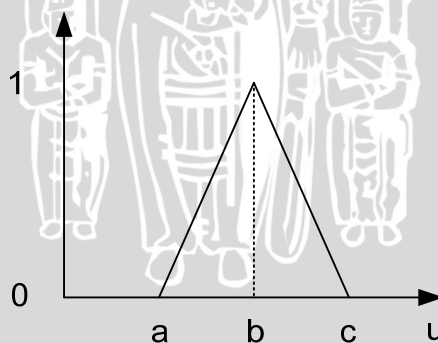
c. Triangular-function.

Triangular-function didefinisikan sebagai berikut:

$$T(u; a, b, c) = \begin{cases} 0 & u < a \\ \frac{u-a}{b-a} & a \leq u \leq b \\ \frac{c-u}{c-b} & b \leq u \leq c \\ 0 & u > c \end{cases} \quad (2.12)$$

Bentuk diagramatik Triangular-function ditunjukkan pada gambar 2.4.

Derajat Keanggotaan



Gambar 2.4. T-function
 Sumber : Jun Yan, 1994:30

2.3.5. Metode Perancangan Kontrol Logika Fuzzy

Metode perancangan kontrol klasik seperti *Nyquist*, *Bode*, dan *Root Locus* umumnya didasarkan atas acuan asumsi bahwa proses yang dikontrol adalah linier dan stasioner (Ogata, 1997). Namun kenyataannya proses yang dikontrol yang ada saat ini merupakan sistem yang kompleks, non-linier dan mudah dipengaruhi faktor-



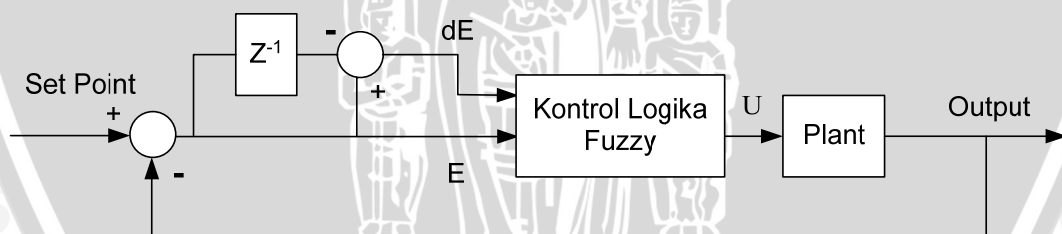
faktor gangguan sekelilingnya. Proses-proses tersebut pada kenyataannya bisa dikendalikan secara manual dengan hasil yang cukup baik. Operator kendali tersebut biasanya adalah tenaga terampil yang mengandalkan pengalaman praktis tanpa dilatar belakangi teori-teori pengendalian yang rumit. hal ini disebabkan operator tersebut mengendalikan proses dengan dasar logika yang juga non-linier dan kompleks, yang dibangun oleh pengalaman dalam waktu yang panjang, sehingga pengendalian yang dilakukan sepenuhnya bersifat intuitif.

Oleh karena itu, perancangan sistem kontrol *automatic* untuk keperluan proses tersebut menggunakan metode yang memadai, dalam hal ini menggunakan teori logika *fuzzy* sebagai basis kontrol pada perancangan kontroler.

Perancangan pengendali logika *fuzzy* bertujuan untuk memperoleh suatu sistem kontrol yang dapat beroperasi layaknya seorang ahli, sehingga dikenal dengan sistem kontrol cerdas.

2.3.5. Pengendali Logika Fuzzy

Perancangan pengendali logika *fuzzy* menggabungkan aspek pendefinisian himpunan *fuzzy* dan aspek logika *fuzzy* untuk memperoleh suatu sistem kontrol yang dapat beroperasi layaknya seorang operator ahli, sehingga dikenal dengan sistem pengaturan cerdas.

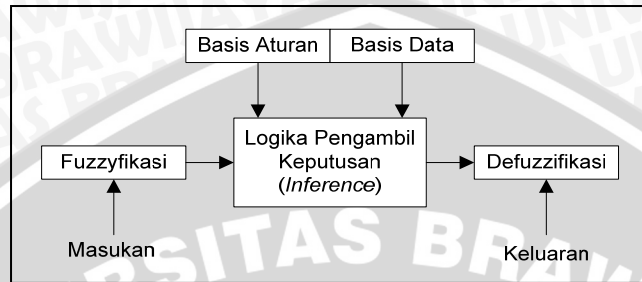


Gambar 2.5. Struktur Kontrol Logika Fuzzy Untuk Pengendalian Sistem.
Sumber : Son kuswadi, 2000:39.

Pada gambar 2.5 di atas, pengendali logika *fuzzy* digunakan pada sistem kontrol loop tertutup. Sinyal *error* (E) dan perubahan error (dE) merupakan sinyal masukan bagi pengendali. Sedangkan sinyal U , merupakan sinyal keluaran pengendali sekaligus sebagai penggerak *plant*.

2.3.6. Struktur Data Logika Fuzzy

Adapun konfigurasi dasar pengendali logika *fuzzy* dapat dilihat pada gambar 2.6 yang terdiri dari empat komponen dasar yaitu *fuzzifikasi*, basis pengetahuan, logika pengambilan keputusan dan *defuzzifikasi*.



Gambar 2.6. Struktur kontroler logika *fuzzy* dasar
 Sumber : Jun, Yan, 1914 : 47

Jun Yun menentukan variabel masukan kontroler *fuzzy* yang akan diseleksi sebagai kesalahan (error, E) dan perubahan kesalahan (delta error, ΔE). Sinyal E didapatkan dari pengurangan keluaran sistem terhadap set point, sedangkan sinyal ΔE didapatkan dari pengurangan sinyal error saat ini dengan sinyal tersebut error sebelumnya. Keluaran merupakan variasi perintah yang disusun sebagai berikut:

- ✓ Jika keluaran sama dengan nilai yang diinginkan dan perubahan kesalahan sama dengan nol, maka keluaran yang sebelumnya dipertahankan.
- ✓ Jika keluaran tidak sesuai dengan yang diinginkan maka aksi kontrol tergantung pada nilai error dan perubahan error.

a. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan (*knowledge base*) dalam pengendali logika *fuzzy* adalah bagian yang berisi data dan basis aturan. Basis pengetahuan harus disiapkan terlebih dahulu sebelum proses yang lain dimulai, sehingga pada saat melakukan proses *inference* basis pengetahuan yang telah tersedia dapat langsung digunakan. Basis data mendefinisikan fungsi keanggotaan himpunan-himpunan *fuzzy* yang terdiri dari variabel-variabel masukan dan keluaran pengendali logika *fuzzy*.

Basis aturan adalah bagian yang menggambarkan dinamika suatu sistem terhadap masukan yang dikarakteristikan oleh sekumpulan variabel-variabel

linguistik dan berbasis pengetahuan seorang operator ahli. Pernyataan tersebut umumnya dinyatakan oleh suatu pernyataan bersyarat.

Dalam pengendali logika *fuzzy*, aturan pengendali *fuzzy* berbentuk aturan “IF-THEN” atau “JIKA-MAKA”, untuk sebuah sistem SISO (Single Input Single Output), Aturan dasar *fuzzy* dalam bentuk umum adalah : (Son kuswadi, 2000: 34).

Rule i : If x is PB THEN y is NB

Dimana x adalah variabel input, y adalah variabel output. PB adalah salah satu himpunan *fuzzy* yang didefinisikan untuk x dalam semesta pembicaraan X. NB adalah salah satu himpunan *fuzzy* yang didefinisikan untuk y dalam semesta pembicaraan.

b. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses pengubahan dari besaran bukan *fuzzy* (*crisp*) ke besaran *fuzzy* sehingga didapatkan derajat fungsi keanggotaan. Operasi *fuzzifikasi* melibatkan transformasi sebuah himpunan non-*fuzzy* ke dalam himpunan *fuzzy*.

proses *fuzzifikasi* diekspresikan sebagai berikut:

$$X = \text{Fuzzifier}(x) \quad (2.13)$$

keterangan:

X : Himpunan *fuzzy* yang disertai deajat keanggotaan

x : Masukan *crisp* (*non-fuzzy*)

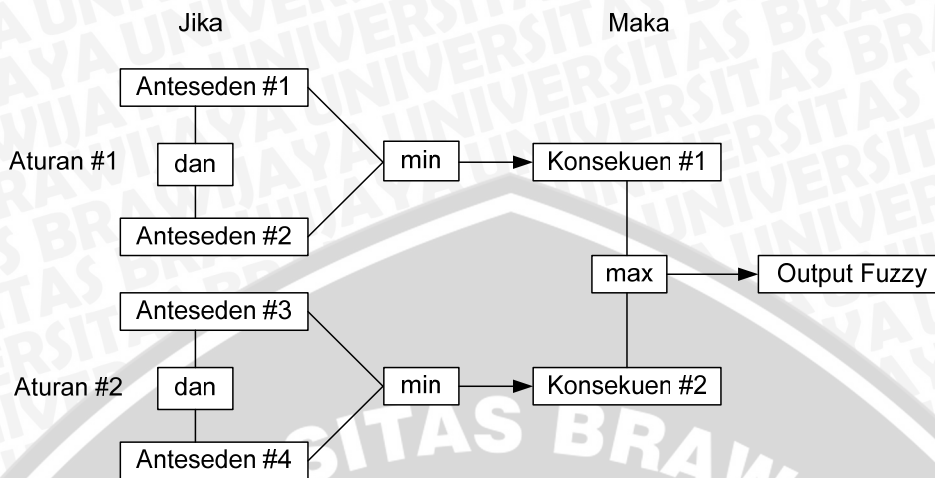
Fuzzifier : Operator *fuzzifikasi*

c. Logika Pengambilan Keputusan (*Inference*)

Inference adalah proses untuk mendapatkan aksi keluaran dari suatu kondisi masukan dengan mengikuti aturan-aturan (*rule*) yang telah ditetapkan. Keputusan yang dihasilkan dari proses ini masih dalam bentuk *fuzzy*, yaitu berupa derajat keanggotaan keluaran.

Salah satu metode *inference fuzzy* yang dapat dipergunakan pada kontrol logika *fuzzy* adalah metode MAX-MIN. Konsep dari metode ini adalah mencari nilai minimum pada setiap aturan (*rule*), kemudian dicari nilai maksimum dari kumpulan *rule-rule* yang berhubungan dengan satu kejadian output. Nilai minimum dari setiap *rule* merupakan derajat kefuzzi-an *rule* tersebut, sedangkan

nilai minimum dari himpunan *rule* yang berkorelasi menggambarkan kejadian yang paling dapat “dipercaya” karena mempunyai derajat kefuzzian paling tinggi.



Gambar 2.7. Logika Pengambilan Keputusan Max-Min
Sumber : Motorola, 1995:2

d. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan proses pemetaan himpunan *fuzzy* menjadi harga keluaran *crisp* (*non-fuzzy*). Output dalam bentuk *crisp* ini digunakan untuk aksi kendali.

Defuzzifikasi diekspresikan sebagai berikut:

$$z_0 = \text{defuzzifier}(z) \tag{2.14}$$

keterangan: z_0 : Aksi kendali *crisp*

z : Aksi kendali *fuzzy*

Defuzzifier : Operator defuzzifikasi

Metode *defuzzifikasi* yang digunakan pada tugas akhir ini adalah *Center Of Gravity* (COG). Pada metode ini, masing-masing fungsi keanggotaan keluaran *fuzzy*, di atas nilai yang ditunjukkan oleh keluaran *fuzzy*-nya dipotong. Fungsi keanggotaan hasil pemotongan tersebut, kemudian dikombinasikan dan keseluruhan pusat grafitasinya dihitung. Untuk fungsi keanggotaan keluaran *fuzzy* segitiga dan trapesium, persamaan *defuzzifikasi* COG dinyatakan sebagai berikut:

$$Z^* = \frac{\int \mu_c(z).zdz}{\int \mu_c(z).dz} \tag{2.15}$$

sedangkan untuk fungsi keanggotaan keluaran *fuzzy* singleton, persamaan defuzzifikasi COG dinyatakan sebagai berikut:



$$Z^* = \frac{\sum_i \mu_{ci}(z) \cdot z_i}{\sum_i \mu_{ci}(z)} \quad (2.16)$$

dimana : Z^* = output crisp
 $\mu_{ci}(z)$ = output *fuzzy*
 Z_i = posisi singleton pada sumbu z

2.4. Tinjauan Umum Mikrokontroler AT89S8252.

Mikrokontroler *Atmel* AT89S8252 merupakan perkembangan dari mikrokontroler standar MCS-51, oleh karena itu hal-hal yang terdapat pada penjelasan mikrokontroler MCS-51 juga berlaku untuk mikrokontroler *atmel* AT89S8252.

Mikrokontroler dalam keluarga MCS-51 dari intel Corp. telah banyak dipakai orang. Hal ini karena mikrokontroler tersebut telah dikenalkan sejak lama, selain itu juga harga jualnya yang murah dan telah tersedianya beberapa perangkat lunak pendukung mikrokontroler ini (*compiler, linker, simulator*).

2.4.1. Fitur Mikrokontroler Standar AT89S8252.

Mikrokontroler AT89S8252 memiliki beberapa fitur yang boleh dibilang lengkap pada saat ini. Selain tersedianya port parallel, mikrokontroler ini juga telah dilengkapi dengan port serial. Adapun fitur-fitur yang terdapat dalam mikrokontroler AT89S8252 adalah sebagai berikut:

- a. Prosesor berukuran 8 bit.
- b. Rangkaian osilator internal.
- c. 8K byte *Downloadable Flash Memori*
- d. 2K byte *EEPROM*
- e. 3 Level program *memori lock* 256 byte *RAM internal*
- f. 3 buah *Timer/Counter* 16 bit
- g. *SPI serial interface*
- h. *Programmable Watchdog Timer*
- i. *Dual Data Pointer*
- j. Frekuensi kerja 0 sampai 24 MHz
- k. Tegangan operasi 2,7 Volt sampai 6 Volt

2.4.2. Peta memori mikrokontroler AT89S8252

Mikrokontroler AT89S8252 memiliki dua jenis memori yaitu:

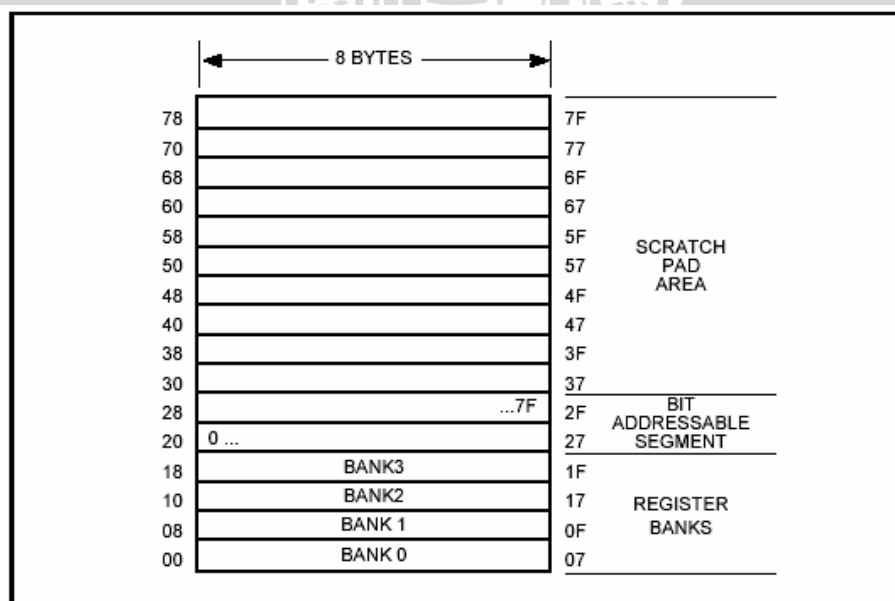
a. Memori internal (*on-chip memory*).

Memori internal yang terpasang pada mikrokontroler AT89S8252 terbagi menjadi ROM/EPROM dan RAM. ROM/EPROM berukuran 8 Kbyte digunakan untuk menyimpan program. Pada mikrokontroler AT89S8252 juga dilengkapi dengan data memori yang berupa EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memori*), EEPROM yang terdapat pada mikrokontroler ini ukurannya adalah sebesar 2 Kbyte dan dipakai untuk menyimpan data.

EEPROM *on-chip* ini diakses dengan mengeset bit EEMEN pada register WMCON pada alamat 96H. Instruksi movx digunakan untuk mengakses EEPROM internal ini. Sementara RAM berkapasitas 256 byte, digunakan untuk menyimpan data sementara.

b. Memori Luar.

Apabila diperlukan kapasitas memori yang lebih besar, maka memori luar dapat ditambahkan pada mikrokontroler AT89S8252. Memori luar tersebut dapat berupa EPROM, sampai kapasitas 64 Kbyte untuk menyimpan program dan RAM sampai kapasitas 64 Kbyte juga dapat ditambahkan. Namun jika menggunakan memori luar maka port 0 dan port 2 terpaksa digunakan untuk menghubungkan memori luar, sehingga tidak dapat dipakai sebagai port parallel biasa.



Gambar 2.8. Peta Memori RAM Internal (128 'bawah')

Sumber: MCS-51 Data Sheet, 1997

Pada gambar 2.8. terlihat bahwa RAM internal 128 byte terbagi menjadi beberapa bagian. Pada alamat 00H sampai 07H disebut Bank 0. Pada lokasi ini terdapat 8 buah lokasi memori dengan alamat masing – masing sebagai berikut:

- 00H = R0
- 01H = R1
- 02H = R2
- 03H = R3
- 04H = R4
- 05H = R5
- 06H = R6
- 07H = R7

Namun yang perlu diingat bahwa R0 tidak mesti sama dengan 00H. Hal ini tergantung pada Bank memori berapa yang sedang aktif. Jika Bank 0 yang sedang aktif, maka R0 = 00H. Jika Bank 1 yang sedang aktif maka R0 = 08H, demikian seterusnya. Pemilihan Bank yang aktif diatur oleh PSW (*Program Status Word*) yang terdapat pada *Special Function Register (SFR)*.

Memori pada alamat 20H sampai 2FH bersifat *bit-addressable*. Hal ini berarti bahwa perubahan dapat dilakukan per bit, tidak perlu per byte (8 bit). Fitur ini sangat berguna untuk meng-on/off-kan suatu bit. Pada lokasi 20H sampai 2FH, ini terdapat total 128 bit. Bit 0 pada lokasi 20H memiliki alamat 0, sedangkan bit 7 pada lokasi 2FH memiliki alamat 7FH. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 2.9. berikut ini.

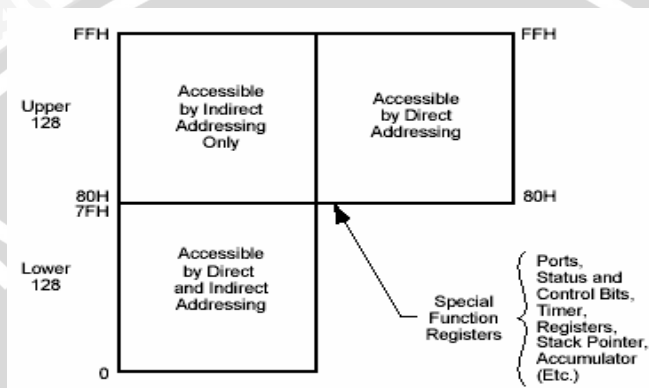
2FH	8	9	A	B	C	D	E	F
2EH	0	1	2	3	4	5	6	9
21H	78	79	7A	7B	7C	7D	7E	7F
20H	0	1	2	3	4	5	6	9

Gambar 2.9. Lokasi *Bit-Addressable* Pada Internal RAM
 Sumber: MCS-51 Data Sheet, 1997

Lokasi 30H sampai 7FH sering disebut ‘*scratch pad*’ artinya dapat difungsikan sebagai papan corat – coret. Lokasi ini dapat dipakai untuk keperluan apa saja termasuk untuk alokasi *stack pointer*.



Setelah RAM 128 byte pertama, di atasnya diletakkan alamat untuk SFR (*Special Function Register*) yaitu suatu register yang mengontrol alat-alat tertentu. Suatu alat pada mikrokontroler akan memiliki SFR-nya masing-masing. Sebagai contoh serial port memiliki SFR yaitu SBUF (serial Buffer) dan SCON (Serial Control). Timer/Counter memiliki SFR yaitu TCON (Timer Control) dan TMOD (Timer Mode). Jika digambarkan letak dari SFR adalah seperti pada gambar 2.10. Yang perlu diingat bahwa RAM 128 byte ‘atas’ sama dengan alamat SFR yaitu 80H sampai FFH.



Gambar 2.10. Memori Internal (RAM) dan SFR (*Special Function Register*).
 Sumber: MCS-51 Data Sheet, 1997

Apabila diperhatikan secara mendetail bahwa alamat RAM 128 ‘atas’ dan SFR memiliki alamat yang sama, maka akan timbul pertanyaan bagaimana cara meng-akses SFR atau mengakses RAM 128 byte ‘atas’. Jawabannya adalah sebagai berikut.

Semua pengalamatan langsung (Direct Addressing) pada alamat 00H sampai 7FH adalah mengacu kepada internal RAM (128 ‘bawah). Pengalamatan langsung pada alamat 80H sampai FFH mengacu kepada SFR. Alamat 80H sampai FFH pada RAM 128 ‘atas’ tidak dapat dihubungi menggunakan pengalamatan langsung. Jadi untuk menghubungi alamat 128 byte ‘atas’ harus menggunakan pengalamatan tak langsung (Indirect Addressing).

2.4.3. Susunan Pin Mikrokontroler AT89S8252

Mikrokontroler AT89S8252 memiliki pin berjumlah 40 buah. Umumnya kemasan mikrokontroler ini adalah berbentuk DIP (Dual In Line Packaged) namun ada juga yang kemasannya berbentuk PLCC 44 pin.

Masing-masing pin pada mikrokontroler ini memiliki fungsi sebagai berikut:

a. Port 1

Port 1 merupakan port I/O 8 bit, dua arah (bi-directional) yang telah dilengkapi dengan pull-up internal. Port ini dapat mendayai atau menerima 4 masukan TTL (transistor-transistor logic). Jika suatu logic 1 dituliskan pada port ini, maka port akan dibuat tinggi oleh pull-up internal dan dapat digunakan sebagai port masukan, port ini akan dibuat rendah (externally pulled low) dan port ini akan mendayai karena adanya pill-up internal.

Pada port 1 ini juga terdapat fungsi-fungsi khusus yang tidak terdapat pada mikrokontroler MCS-51 yaitu seperti yang tercantum pada tabel 2.1. berikut:

Table 2.1. Fungsi-fungsi khusus pada Port 1 AT89S8252

Port pin	Fungsi Khusus
P1.0	T2 (masukan luar untuk Timer/Counter 2)
P1.1	T2EX (Timer /Counter 2 capture/reload trigger dan control arah)
P1.2	-
P1.3	-
P1.4	SS (Slave port select input)
P1.5	MOSI (Master data output, Slave data input untuk kanal SPI)
P1.6	MISO (Master data input, Slave data output untuk kanal SPI)
P1.7	SCK (Master clock output, Slave clock input untuk kanal SPI)

b. Reset (RST)

Masukan untuk RESET. Suatu logika tinggi selama dua siklus pada pin RESET akan menyebabkan terjadinya proses reset.

c. Port 3

Port 3 merupakan port 8 bit dua arah dengan pull-up internal. Keluaran dari port 3 ini dapat mendayai atau menerima masukan sebanyak empat masukan TTL. Saat logika 1 dituliskan pada port ini akan dibuat tinggi oleh pull-up internalnya dan port ini dapat dipakai sebagai masukan. Selain sebagai port paralel biasa, port 3 juga memiliki fungsi khusus. Fungsi khusus pada port 3 ini diperlihatkan pada tabel 2.2. berikut:

Table 2.2. Fungsi-fungsi khusus pada port 3

Port	Fungsi Khusus
P3.0	RXD (masukan port serial (UART))
P3.1	TXD (keluaran port serial (UART))
P3.2	INT0 (masukan interupsi luar 0)
P3.3	INT1 (masukan interupsi luar 1)
P3.4	T0 (masukan luar Timer/Counter 0)
P3.5	T1 (masukan luar Timer/Counter 1)
P3.6	WR (pulsa penulisan data memori luar)
P3.7	RD (pulsa pembacaan memori luar)

d. XTAL 1

Masukan untuk penguat inverting osilator dan masukan rangkaian clock internal.

e. XTAL 2

Keluaran dari penguat inverting osilator.

f. GND

Ground sistem

g. Port 2

Port 2 merupakan port parallel 8 bit yang bersifat dua arah dan memiliki pull-up internal. Penyangga pada port ini mampu menangani empat masukan TTL. Jika logika 1 dituliskan pada port ini, maka port akan dibuat tinggi oleh pull-up internalnya. Port 2 memiliki byte tinggi dari alamat selama pengaksesan dari program memori luar dan selama penulisan ke data memori luar yang menggunakan alamat 16 bit seperti `movx @dptr`.

h. PSEN

Program store enable adalah pulsa pengaktif untuk membaca program memori luar. Saat mikrokontroler melaksanakan instruksi dari program memori luar, PSEN akan diaktifkan dua kali tiap siklus mesin, kecuali pada saat mengakses data memori luar.

i. ALE

Address Latch Enable merupakan suatu pulsa keluaran untuk mengaitkan (*latch*) byte bawah dari alamat selama mengakses memori luar.

j. EA

External Access Enable. EA harus dihubungkan dengan ground jika ingin mengakses dari program memori luar dengan alamat 0000H sampai FFFFH.

EA harus dihubungkan dengan Vcc jika menggunakan program memori internal.

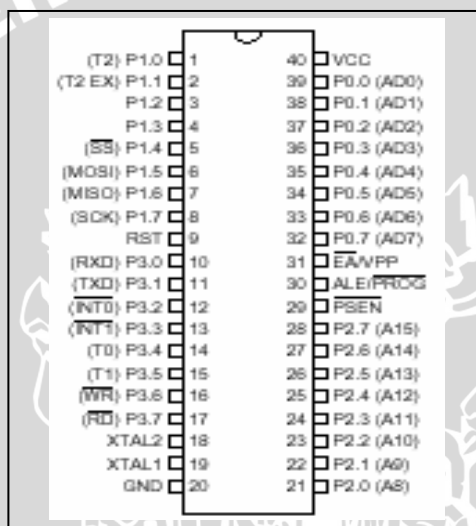
k. Port 0

Port 0 merupakan port 8 bit yang bersifat *open drain* dua arah sebagai port keluaran, tiap pin dapat menerima 8 bit masukan TTL. Saat logika 1 dituliskan pada port, pin port 0 dapat digunakan sebagai masukan dengan impedansi tinggi.

l. Pin Vcc

Dihubungkan dengan tegangan kerja +5 Volt.

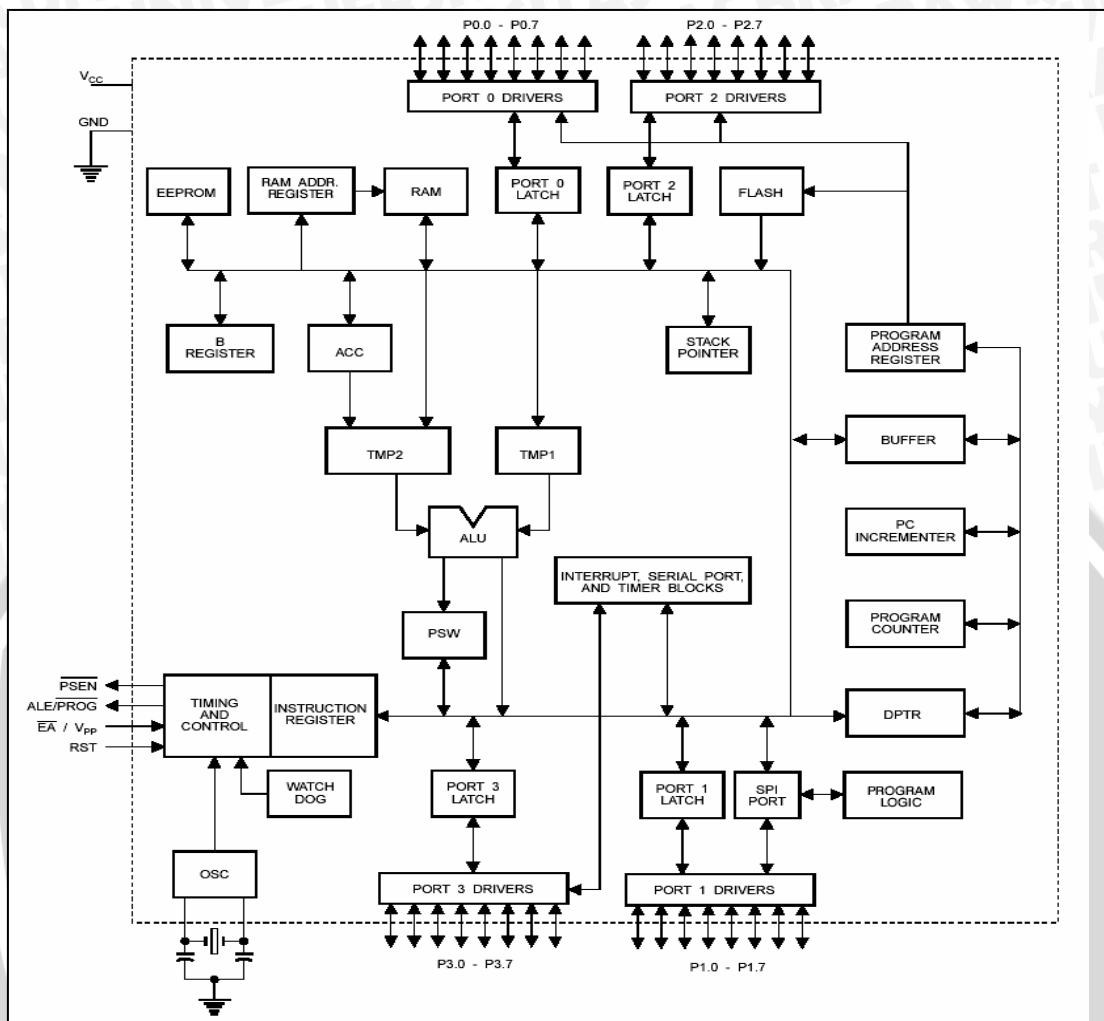
Gambar 2.11. berikut ini akan menunjukkan tata letak dari masing-masing pin pada mikrokontroler AT89S8252.



Gambar 2.11. Susunan Pin Mikrokontroler AT89S8252
 Sumber: MCS-51 Data Sheet, 1997

Terlihat bahwa mikrokontroler *Atmel* AT89S8252 memiliki banyak fitur yang menguntungkan. Dipakainya *Downloadable flash memori* memungkinkan mikrokontroler ini bekerja sendiri tanpa diperlukan *chip* yang lainnya. Sementara *Flash* memorinya mampu diprogram hingga seribu kali. Hal lain yang menguntungkan adalah sistem pemrograman menjadi lebih sederhana dan tidak memerlukan rangkaian yang rumit. *Timer/Counter* juga bertambah satu dari standar 2 buah pada MCS-51. Selain itu frekuensi kerja yang lebar dan rancangan statik sangat membantu untuk proses *debugging*. Untuk gambar diagram blok mikrokontroler *Atmel* AT89S8252 sama seperti mikrokontroler MCS-51, Tata letak pin-pinnya masih mengacu pada mikrokontroler MCS-51

sehingga mikrokontroler *atmel* AT89S8252 dapat menggantikan mikrokontroler MCS-51.



Gambar 2.12. Diagram Blok Mikrokontroler AT89S8252
 Sumber : MCS-51 Data Sheet, 1997

2.5.Sensor Suhu

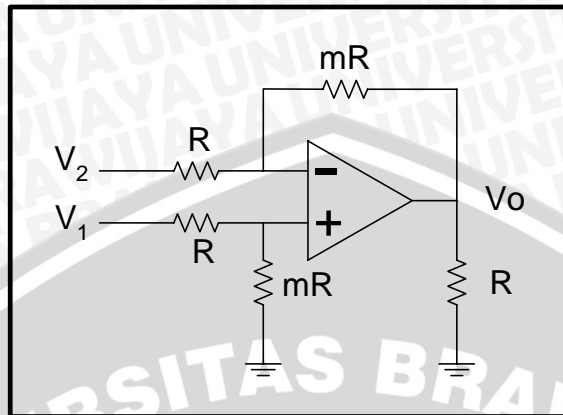
Sensor suhu berfungsi sebagai transduser yang mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor suhu harus mempunyai kepekaan terhadap perubahan suhu yang akan diukur.

Sensor suhu yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah LM35 produksi nasional semikonduktor. IC ini mempunyai ketelitian dan ketepatan yang tinggi serta mempunyai jangkauan yang memadai untuk pengontrolan yang umum. IC LM35 memiliki impedansi keluaran rendah dan keluaran linier, dengan sensitivitas $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$, artinya keluaran mengalami perubahan 10 mV untuk setiap kenaikan suhu 1°C . Jangkauan operasi suhu IC LM35 adalah -55°C sampai dengan

2.7. Pengkondisi Sinyal

2.7.1. Penguat Diferensial

Penguat Diferensial ditunjukkan dalam Gambar 2.15



Gambar 2.15. Penguat Diferensial Dasar
Sumber : Coughlin [1994 : 162]

Dengan menggunakan teori superposisi, V_1 dihubungkan singkat terhadap ground maka pada keluaran penguat V_2 akan mengalami penguatan sebesar $-m$, sehingga tegangan keluaran akibat V_2 adalah $-mV_2$. jika V_2 dihubungkan singkat terhadap ground maka pada keluaran penguat V_1 mengalami penguatan sebesar m , sehingga tegangan keluaran akibat V_1 adalah mV_1 . dengan demikian secara keseluruhan didapatkan:

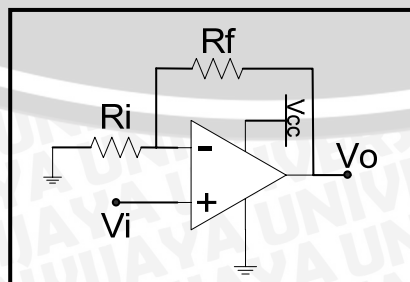
$$V_{out} = mV_1 - mV_2$$

$$V_{out} = m(V_1 - V_2)$$

$$A = \frac{mR}{R}$$

2.7.2. Penguat Tak Membalik

Penguat Tak Membalik adalah penguat yang sinyal inputnya diberikan ke masukan *non inverting* (terminal positif). Tegangan keluaran diumpan balikkan ke masukan *inverting*.



Gambar 2.16. Rangkaian Op-Amp Penguat Tak Membalik
Sumber : Coughlin [1994 : 162]

Besarnya penguatan untuk penguat tak membalik adalah sebagai berikut:

$$A = 1 + \frac{R_f}{R_i} \quad (2.17)$$

Penguat tak membalik menghasilkan sinyal keluaran sefasa dengan sinyal masukan.

2.8. Driver Pemanas.

Untuk menghubungkan rangkaian mikrokontroler dengan pemanas (*heater*) sekaligus mengisolasinya dari sumber AC maka dibutuhkan rangkaian penggerak. Perancangan rangkaian *driver* ini menggunakan *triac* dan sebuah *optocoupler*.

2.8.1. Triac.

Triac adalah komponen 3 elektroda dari keluarga *thyristor*. *Triac* merupakan 2 buah SCR yang dihubungkan paralel berkebalikan dengan terminal *gate* bersama. Berbeda dengan SCR yang hanya melibatkan tegangan dengan polaritas positif saja, *triac* dapat dipicu dengan tegangan polaritas positif dan negatif serta dapat dihidupkan dengan menggunakan tegangan bolak-balik yang ada pada *gate*. *Triac* banyak digunakan pada rangkaian pengendali dan pensaklaran.

Triac akan menghantar jika pada terminal *gate* diberi pemicuan yang berupa arus dengan tegangan positif dan negatif. *Triac* akan tetap on bila arus *thermis* yang mengalir pada *triac* lebih besar dari arus penahanan ($I_T > I_H$).



Gambar 2.17. Simbol Triac
Sumber: Malvino, 1987: 271

2.8.2. Opto Triac

Optotriac adalah komponen yang berfungsi untuk menghubungkan suatu rangkaian ke rangkaian lain tanpa melakukan kontak fisik secara langsung.

Optotriac disebut juga *optoisolator* karena sering digunakan untuk mengisolasi hubungan dua buah rangkaian secara aman. *Optotriac* terdiri dari sebuah dioda cahaya (LED) dan sebuah pendeteksi cahaya secara tersusun dalam sebuah rangkaian terintegrasi (IC) tertutup sehingga menghalangi masuknya cahaya dari luar. Kedua bagian rangkaian mempunyai catudaya dan pentanahan sendiri.

LED dapat mempengaruhi detektor, namun tidak sebaliknya. Jadi sinyal melewati *optotriac* hanya dalam satu arah. Kelebihan *optotriac* adalah:

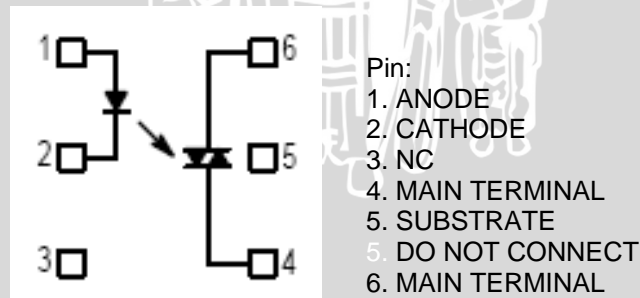
- ✓ Ketepatan operasi tinggi
- ✓ Ukuran kecil dan tidak ada bagian yang bergerak.
- ✓ Tidak sensitif terhadap getaran dan guncangan.
- ✓ Tidak mempunyai bagian yang bergerak yang dapat saling melekat.

Alat ini tidak didesain sebagai suatu saklar beban AC, melainkan sebagai pengendali untuk memicu.

2.8.3. *Optotriac* MOC3021

Optotriac MOC3021 mempunyai dioda LED *gallium arsenida* dan sebuah *phototriac*. Saat cahaya menimpa *phototriac* maka *phototriac* akan berkonduksi. MOC3021 didesain untuk pemakaian *triac* sebagai antarmuka sistem logika ke jaringan 240 VAC. *Phototriac* dipakai sebagai pengendali *triac*, oleh karena itu, *phototriac* dalam *optotriac* ini dinamakan *triac driver*.

LED GaAs mempunyai tegangan jatuh 1,5V nominal pada 10 mA dan suatu tegangan *breakdown* balik lebih besar dari 3V. Arus maksimal yang dapat dilewatkan melalui LED adalah 60 mA. MOC mempunyai tegangan penghalang minimum sebesar 400 Vdc pada kedua arah dengan kurang dari 3 V tegangan jatuhnya. Sekali terpicu dalam keadaan on (menghantar), *phototriac* akan tetap demikian sampai arusnya turun di bawah arus penahanan sebesar 100 μ A, pada saat di mana *phototriac* akan kembali ke keadaan off.



Gambar 2.18. Skematik Optocoupler MOC3021
Sumber: Data Sheet Motorola, 1995

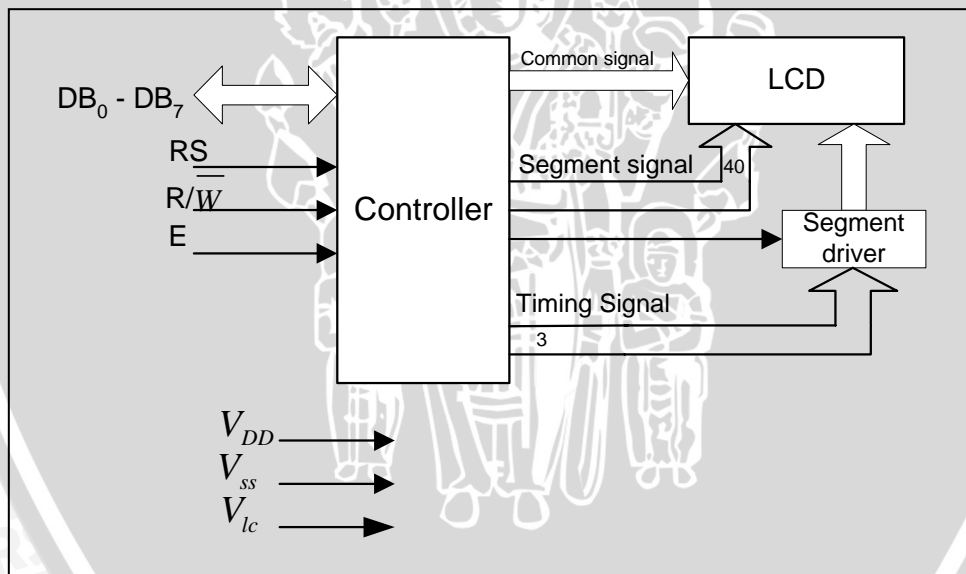
2.9. LCD (*Liquid Crystal Display*).

Modul peraga yang digunakan dalam aplikasi ini adalah LCD modul M1632. modul LCD ini membutuhkan daya yang kecil dan dilengkapi dengan panel LCD dengan tingkat kontras yang cukup tinggi serta pengendali LCD CMOS yang

terpasang dalam modul tersebut. Pengendali mempunyai pembangkit karakter ROM/RAM dan display data RAM. Semua fungsi display diatur oleh instruksi – instruksi, sehingga modul LCD ini dapat dengan mudah dihubungkan dengan unit mikrokontroler. LCD tipe ini tersusun sebanyak dua baris dengan 16 karakter.

Masukan yang diperlukan untuk mengendalikan modul berupa bus data yang masih termultipleks dengan bus alamat serta 3 bit sinyal kontrol. Sementara LCD modul M1632 mempunyai spesifikasi perangkat keras sebagai berikut:

1. 16 karakter dan 2 baris tampilan yang terdiri dari 5x7 dot matrik ditambah kursor.
2. Pembangkit karakter ROM untuk 192 jenis karakter.
3. Pembangkit karakter RAM untuk 8 jenis karakter.
4. 80x8 display data RAM (maksimum 8 karakter).
5. Osilator internal.
6. Catu daya +5V.
7. Secara otomatis akan reset saat catu daya dinyalakan.



Gambar 2.19. Diagram Blok Penggunaan LCD
Sumber: Modul LCD M1632

LCD M1632 mempunyai 16 pin atau penyemat yang mempunyai fungsi seperti ditunjukkan dalam tabel 2.3.

Tabel 2.3. Fungsi Pin-Pin LCD M1632.

No.	Nama Penyemat	Fungsi
1.	Vss	Terminal ground
2.	Vcc	Tegangan catu daya +5V
3.	Vee	Driver LCD
4.	RS	Sinyal pemilih register 0 : Instruksi register (tulisi) 1 : Data register (tulisi dan baca)
5.	R/W	Sinyal seleksi tulis atau baca 0 : Tulis (write) 1 : Baca (Read)
6.	E	Sinyal operasi awal, sinyal ini mengaktifkan data tulis dan baca
7.	DB0 – DB7	Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan
8.	V+ BL	Bacl light supply (4 – 4,2 V : 50 – 200 mA)
9.	V- BL	Bacl light supply (0V : Ground)

2.10. Konverter Analog ke Digital (ADC (*Analog to Digital Converter*))

Untuk dapat mengukur atau mengolah suatu variabel fisik yang umumnya bersifat analog dengan piranti digital, variabel tersebut harus dirubah dahulu menjadi variabel digital yang nilainya proporsional dengan nilai variabel yang akan diukur atau diolah tersebut. Konversi ini dilakukan oleh konverter analog ke digital (*Analog to Digital Converter/ADC*).

Pengkonversian sinyal analog ke dalam bentuk sinyal digital tergantung pada kecepatan dan ketelitian konversi yang dibutuhkan. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan komponen ADC adalah:

□ Resolusi

Resolusi merupakan spesifikasi terpenting untuk konverter A/D, yaitu jumlah langkah dari sinyal skala penuh yang dapat dibagi, juga ukuran dari langkah-langkah. Ukuran ini dalam istilah digital biasanya dinyatakan dalam jumlah bit. Penambahan nilai analog terkecil akan menyelesaikan ke sebuah pengubah kode konversi sebesar 1 LSB. Nomor untuk kode digital sesuai dengan persamaan 2^n seperti contoh untuk 8-bit keluaran, peta pengkonversian sinyal analog ke dalam kode digital sebanyak 2^8 atau setara dengan 256.

Sebuah konverter analog ke digital umumnya memerlukan konverter digital ke analog disebut DAC. Resolusi DAC mengacu pada jumlah bit dalam

keluaran *biner* ADC. Resolusi sebuah ADC ditunjukkan oleh persamaan berikut:

$$\text{Resolusi} = \frac{1}{2^n - 1} \times 100\% \quad (2.18)$$

data keluaran ADC dalam desimal ditunjukkan oleh persamaan:

$$\text{Data} = \frac{V_{in}}{V_{ref}} \times (2^n - 1) \quad (2.19)$$

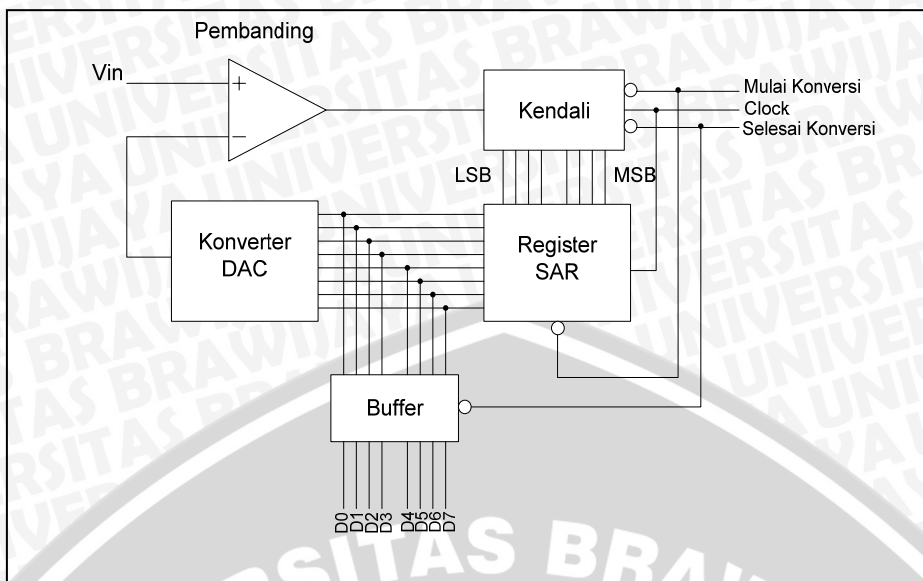
Dimana: V_{in} = tegangan masukan
 V_{ref} = tegangan referensi ADC
 n = lebar data digital ADC

□ Akurasi

Derajat kesesuaian suatu pengukuran, suatu penunjukkan atau suatu konversi dengan nilai yang benar. Dengan kata lain “kesalahan” atau “rentang kesalahan” diantara harga yang dihasilkan atau ditunjukkan dan yang benar. Dalam ADC biasanya tentang kesalahan nonlinieritas, perhitungan skala penuh, skala nol dan lain-lain.

□ Waktu konversi

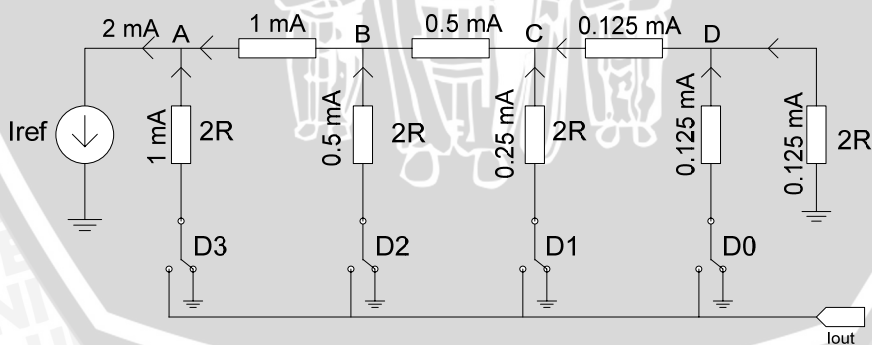
Spesifikasi lain untuk ADC adalah waktu konversi (*conversion time*). Waktu konversi suatu ADC adalah waktu yang diperlukan ADC untuk menghasilkan kode *biner* yang tepat untuk tegangan masukan yang diberikan. Sebuah konverter disebut berkecepatan tinggi jika memiliki suatu waktu konversi yang pendek. Pada alat ini digunakan ADC tipe 0809 satu saluran. Gambar 2.20. menunjukkan rangkain dasar ADC yang menggunakan metode “*successive Approximation*”. Dari gambar tersebut terlihat bahwa rangkaian konverter ini dibagi dalam tiga bagian pokok, yaitu komparator, *successive approximation register* (SAR) dan konverter digital ke analog (DAC).



Gambar 2.20. Rangkaian Dasar ADC dengan sistem SAR
 Sumber : Malvino, 1987 : 344

2.11. Konverter Digital ke Analog (DAC (*Digital to Analog Converter*))

Dalam proses komunikasi mikrokontroler dengan perangkat analog melalui port I/O yang paling penting dalam sistem digital adalah konversi Digital ke Analog (D/A) dan Analog ke Digital. Pada dasarnya konversi D/A adalah proses pengambilan harga yang dinyatakan dalam kode digital (misalnya seperti *biner* atau BCD) dan mengubahnya menjadi tegangan atau arus yang sebanding dengan nilai digitalnya. Tegangan atau arus ini merupakan besaran analog, karena untuk satu rentang tertentu dapat memiliki satu setiap harga yang berbeda.



Gambar 2.21. Diagram Blok DAC dengan Sistem R-2R
 Sumber : Malvino, 1987: 340

Input-input digital A, B, C, dan D biasanya diperoleh dari *Output register* suatu sistem digital, $2^4 = 16$, keadaan bilangan *biner* 4-bit yang berbeda ditunjukkan dalam tabel 2.4. di bawah ini. Untuk setiap bilangan input, tegangan output

konverter DAC memiliki nilai yang berbeda. Dalam kasus ini, tegangan output analognya (V_{out}) sama dengan besarnya bilangan biner dalam volt. Nilai ini dua kali bilangan *biner* atau beberapa faktor perbandingan yang lain. Ide yang sama dapat dipakai apabila output DAC merupakan arus (I_{out}).

Table 2.4. Keadaan bilangan *biner* 4-bit yang berbeda

D	C	B	A	Hexa
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	A
1	0	1	1	B
1	1	0	0	C
1	1	0	1	D
1	1	1	0	E
1	1	1	1	F

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada permasalahan yang bersifat aplikatif, yaitu implementasi kontroler logika *fuzzy* pada pengendalian suhu ruang dan kelembaban ruang oven daun tembakau *virginia* pada alat pengering tembakau dengan menggunakan mikrokontroler AT89S8252.

Untuk merealisasikan tujuan yang diajukan dalam tugas akhir ini, maka langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.1. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan bertujuan untuk mengkaji hal – hal yang berhubungan dengan teori – teori yang mendukung dalam perencanaan dan perealisasi alat yaitu:

1. Kajian pustaka yang berhubungan dengan teori logika *fuzzy*, kontrol logika *fuzzy* dari literatur yang berkaitan.
2. Mempelajari sistem aplikasi kontrol logika *fuzzy* yang dikembangkan untuk mikrokontroler AT89S8252.
3. Mempelajari dan memahami teori sistem mikrokontroler AT89S8252 serta perangkat minimumnya.
4. Perangkat lunak yang mengendalikan semua sistem alat pengering tembakau.
5. Mempelajari konstruksi alat pengering tembakau dengan pemanas kawat *nikelin*.

3.2. Perencanaan Perealisasi Perangkat Keras.

Perencanaan dan perealisasi perangkat keras dimulai dengan pembuatan diagram blok keseluruhan sistem, kemudian setiap bagian diagram blok tersebut dianalisa, diperhitungkan dan dilakukan perencanaan berdasarkan fungsinya masing-masing dengan mengacu pada spesifikasi keseluruhan yang telah ditentukan.

Diagram blok sistem meliputi rangkaian minimum sistem mikrokontroler AT89S8252, rangkaian sensor suhu, rangkaian pengkondisi sinyal, rangkaian optotriac dan triac, LCD (*Liquid Crystal Display*), tombol on/off.

3.3. Perancangan *Knowledge Base* Pengendali Logika Fuzzy.

Basis pengetahuan (*knowledge*) berisi basis data dan basis aturan. Basis data mendefinisikan fungsi keanggotaan himpunan-himpunan *fuzzy* variabel-variabel masukan dan keluaran pengendali logika *fuzzy*. Dalam tugas akhir ini error, sedangkan variabel keluaran adalah sinyal kontrol yang akan mempengaruhi besarnya daya pemanas yang akan digunakan dalam proses pengeringan tembakau. Basis aturan mendefinisikan aturan-aturan (*rules*) yang digunakan pada pengendali logika *fuzzy*.

3.4. Perancangan Perangkat Lunak.

Pemrograman dilakukan dengan bahasa assembler dimulai dengan pembuatan flowchart yang kemudian diterjemahkan dalam bahasa assembler.

3.5. Pengujian dan Analisa Sistem.

Untuk memastikan bahwa sistem ini berjalan dengan baik maka perlu dilakukan pengujian sistem, meliputi pengujian perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*) yang dilakukan dengan baik secara per blok rangkaian maupun keseluruhan sistem. Pengujian ini dibantu menggunakan instrumen ukur multimeter.

Analisa sistem dilakukan dengan melihat respon sistem yang dibuat apakah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dengan menggunakan multimeter analog.

3.6. Pengambilan Kesimpulan dan Saran.

Kesimpulan diambil berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian sistem secara keseluruhan, sedangkan saran diberikan untuk pengembangan tugas akhir ini.

BAB IV PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

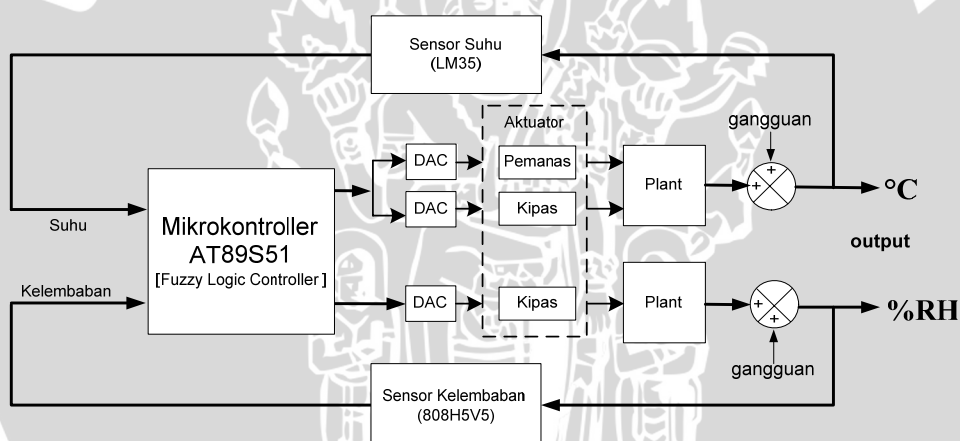
4.1 Urutan Pengaturan Suhu dan Kelembaban Ruang Oven

Alat yang dirancang pada penulisan skripsi ini direncanakan, untuk mampu menjaga suhu dan kelembaban dalam ruang pengeringan tembakau *virginia* yaitu:

Pada saat awal suhu dikondisikan pada 38°C dengan kelembaban $\pm 90\%$, proses ini berlangsung selama 24 jam setelah itu setting suhu dinaikan 2°C setiap jamnya sampai mencapai suhu 54°C dengan kelembaban $\pm 43\%$ kemudian suhu 54°C ini dipertahankan selama ± 36 jam, proses selanjutnya menaikkan lagi setting suhu 2°C per 1 jam sampai mencapai suhu 70°C dengan kelembaban $\pm 22\%$ dan suhu 70°C ini di pertahankan selama 18 jam, setelah itu proses selesai.

4.2. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem ditunjukkan dalam gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram Blok Sistem
Sumber : Perancangan

Pada diagram blok di atas terlihat bahwa hasil pengukuran sensor suhu dan kelembaban yang dipasang pada ruang pengeringan berfungsi sebagai masukan pada sistem kontrol. Kemudian keluaran dari sensor suhu dan kelembaban akan diolah dalam mikrokontroler yang didalamnya terdapat kontrol logika *fuzzy*. Keluaran dari mikrokontroler berupa tegangan digital akan mengatur kecepatan putaran kipas dan daya pemanas.

4.2.1. Cara Kerja Alat

Pengaturan putaran kipas dan daya pemanas sebagai pengendali suhu dan kelembaban pada prototipe ruang pengering tembakau *virginia* ini menggunakan kontrol logika *fuzzy*. Berdasarkan diagram blok sistem di atas, maka cara kerja alat adalah sebagai berikut:

- Sensor suhu dan sensor kelembaban, sensor suhu yang digunakan di sini adalah LM35 dan sensor kelembaban adalah 808H5V5 yang berfungsi sebagai pendeteksi perubahan suhu dan kelembaban ruang pengeringan. Perubahan suhu dan kelembaban tersebut akan menghasilkan perubahan tegangan pada output masing-masing sensor.
- Pengkondisi sinyal, pada rangkaian ini dirancang dengan menggunakan IC 741 sebanyak tiga buah, dua buah diantaranya digunakan sebagai *buffer* dengan tujuan supaya tegangan output dari pengkondisi sinyal tidak mempengaruhi tegangan input, sedangkan satu buah lagi digunakan sebagai penguat *differensial* (pengkondisi sinyal).
- ADC (*Analog to Digital Converter*), sesuai dengan namanya maka fungsi dari ADC di sini adalah sebagai pengubah sinyal analog menjadi sinyal digital. Komponen ADC yang digunakan pada perancangan alat ini yaitu ADC 0809 yang mampu mengubah sinyal analog menjadi 8 bit digital.
- Mikrokontroler, pada alat ini mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler AT89S8252 keluaran ATMEL, yang memiliki memori internal cukup besar yaitu 8 Kbyte. Mikrokontroler ini berfungsi sebagai *single chip* yang akan mengolah logika *fuzzy* sebagai kontroler pada sistem ini.
- DAC (*Digital to Analog Converter*), memiliki fungsi sebagai pengubah sinyal digital, dari output kontrol logika *fuzzy* menjadi sinyal analog, yang mana sinyal tersebut berfungsi sebagai penggerak pada *driver* kipas dan pemanas.
- *Driver*, berfungsi sebagai penggerak kipas dan pemanas.
- Kipas DC, merupakan alat yang digunakan, sebagai pengendali kelembaban pada ruang pengeringan sesuai dengan sinyal yang dikeluarkan oleh kontrol logika *fuzzy*.
- Pemanas (*heater*), yaitu alat yang digunakan untuk mengendalikan suhu dalam ruang pengeringan.

- RTC (*Real Time Clock*), merupakan komponen yang dapat menghasilkan jam, di mana pada perancangan ini digunakan untuk menandai kapan setpoint harus diubah.

4.3. Perancangan *Hardware*

Dari diagram blok di atas dapat dilihat, bahwa sistem ini memiliki bagian – bagian sebagai berikut :

1. Rangkaian sensor suhu
2. Rangkaian sensor kelembaban
3. Rangkaian pengkondisi sinyal
4. ADC
5. Mikrokontroler
6. DAC
7. Rangkaian driver
8. RTC

4.3.1. Rangkaian Sensor Suhu

Untuk suhu ruang pengeringan tembakau *Virginia* ini, diinginkan yaitu mulai dari 38°C sampai 70°C seperti yang terlihat pada gambar 2.1. Oleh karena itu sensor yang digunakan harus memiliki daerah operasi yang mencakup suhu tersebut. Salah satu sensor suhu yang mudah digunakan adalah sensor suhu tipe IC LM35 yang dapat digunakan untuk sistem ini.

Gambar rangkaian sensor suhu yang telah dirancang, dapat dilihat pada Gambar 4.2. Tegangan operasi yang umum digunakan untuk sensor LM35 adalah 4 hingga 20 volt. Keluaran dari LM35 linier terhadap skala Celcius yaitu sebesar 10mV/°C , karena tegangan keluaran sensor ini masih kecil maka perlu dikuatkan lagi.

Untuk menghitung tegangan output dari sensor ini, pada saat membaca suhu adalah:

$$V_{\text{out}} = \text{Temp} \times 10\text{mV}/^{\circ}\text{C}. \text{ (Sumber: National Semiconductor, 1995)}$$

Dimana:

$$V_{\text{out}} = \text{Tegangan keluaran dari sensor LM 35 (Volt)}$$

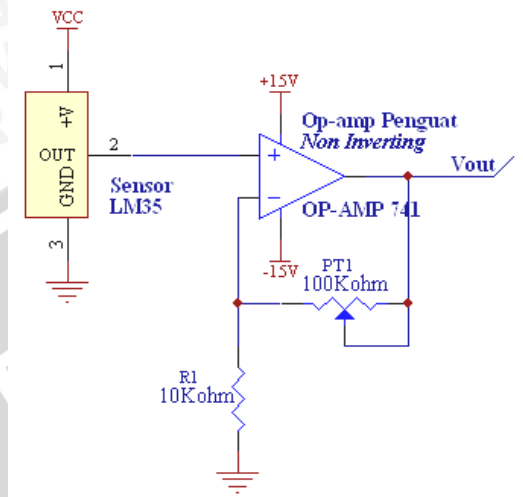
$$\text{Temp} = \text{Besarnya Suhu yang terbaca } (^{\circ}\text{C})$$

Misalnya suhu 90°C maka tegangan keluaran dari sensor LM 35 adalah:

$$V_{out} = 90^{\circ}\text{C} \times 10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$$

$$V_{out} = 900\text{mV}$$

$$V_{out} = 0.9 \text{ V}$$



Gambar 4.2 Rangkaian Sensor Suhu LM35
Sumber : Perancangan

Rangkaian Op-Amp diatas merupakan rangkaian penguat tak membalik. Tegangan keluarannya mempunyai polaritas yang sama dengan masukannya. Persamaan untuk tegangan keluarannya (V_o) adalah [Robert F. Cuoghlin & Frederick F. Driscoll, 1983 : 46]

$$V_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) E$$

dimana E = tegangan masukan yang berasal dari sensor suhu
 R_f = resistor variabel
 R_1 = resistor 10k Ω

Dari persamaan di atas, didapatkan persamaan untuk gain tegangannya yaitu : [Robert F. Cuoghlin & Frederick F. Driscoll, 1983 : 46]

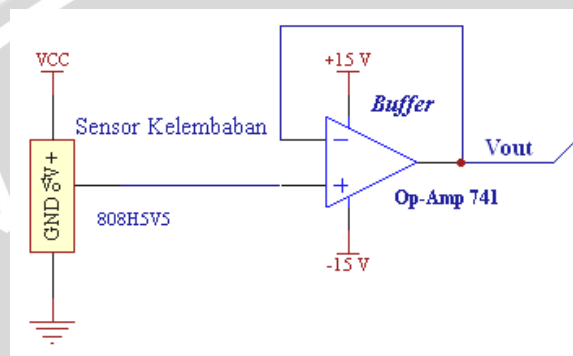
$$A = \frac{V_o}{E} = 1 + \frac{R_f}{R_1}$$

Dari gambar 4.2, nilai R_f dapat diatur untuk mendapatkan besar penguatan yang sesuai dengan yang diinginkan.

4.3.2. Rangkaian Sensor Kelembaban

Dalam perancangan ini, nilai kelembaban yang diinginkan antara 90% RH sampai 22% RH. Sehingga sensor kelembaban yang akan digunakan harus memiliki daerah operasi yang mencakupi nilai tersebut. Sensor 808H5V5 memiliki daerah operasi pada 0%-100% RH dengan suhu operasi antara -40°C - 85°C . (Sumber: Sencera Co., Ltd).

Berikut ini adalah rangkaian sensor kelembaban, tipe 808H5V5 dan rangkaian *buffer*, seperti yang tampak pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Rangkaian Sensor Kelembaban 808H5V5 dan *buffer*
Sumber : Perancangan

Karena tegangan keluaran sensor kelembaban 808H5V5 ini sudah presisi maka tidak perlu diberi rangkaian lagi pada outputnya, untuk rangkaian *buffer* seperti yang terlihat pada gambar 4.3 di atas, yakni hanya berfungsi sebagai penyangga tegangan output sensor dengan tujuan supaya, ketika dihubungkan dengan rangkaian pengkondisi sinyal, maka diharapkan tidak akan mempengaruhi tegangan output rangkaian pengkondisi sinyal tersebut.

Untuk menghitung tegangan output dari sensor ini pada saat membaca kelembaban adalah:

$$V_{out} = (0,0157 \times V_{in} - 0,0475) \times RH + (-0,6536 \times V_{in} + 4,068).$$

(Sumber: Sencera Co., Ltd.)

Dimana:

V_{out} = Tegangan keluaran dari sensor 808H5V5 (Volt)

RH = Besar kelembaban yang terbaca (%)

4.3.3. Rangkaian Pengkondisi Sinyal

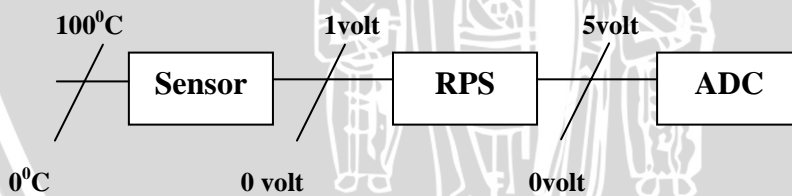
Rangkaian pengkondisi sinyal memiliki fungsi sebagai pembanding antara tegangan referensi dengan tegangan output dari sensor, yang mana diharapkan

tegangan keluaran dari rangkaian sensor dapat dikondisikan sesuai dengan range yang dirancang pada ADC0809, pada rancangan alat ini, rangkaian ADC0809 menggunakan range input (tegangan referensi) yaitu antara 0 – 5 Volt.

Pada perancangan alat ini, rangkaian pengkondisi sinyalnya menggunakan rangkaian penguat selisih tegangan (penguat *differensial*), di mana penguat ini merupakan penguat yang cukup presisi untuk menguatkan sinyal-sinyal kecil, dan juga rangkaian pengkondisi sinyal ini, nantinya akan menghubungkan antara sensor dengan ADC. Rangkaian pengkondisi sinyal yang dirancang pada skripsi ini merupakan gabungan dari rangkaian *voltage follower (buffer)*, yang mana rangkaian *buffer* di sini berfungsi hanya sebagai penyangga tegangan output, supaya tegangan output rangkaian pengkondisi sinyal tidak mempengaruhi tegangan pada inputnya, di mana tegangan keluaran dari masing-masing rangkaian *buffer* langsung dihubungkan pada masing-masing masukan (input) dari rangkaian penguat *differensial*.

4.3.3.1. Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Suhu

Perancangan yang diinginkan pada rangkaian pengkondisi sinyal sensor suhu adalah, dengan range tegangan masukan antara 0.00 volt – 1 volt yang berasal dari rangkaian sensor suhu LM35, rangkaian pengkondisi sinyal (RPS) akan menghasilkan tegangan keluaran sebesar 0 – 5 Volt. Rangkaian pengkondisi sinyal ini menggunakan IC op-amp 741 yang dirancang menjadi rangkaian penguat *differensial* atau rangkaian pembanding, berikut ini adalah perancangannya:



Dari ilustrasi di atas maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$V_{OUT} = V_{IN} \cdot A + B \rightarrow 5 = 1A + B \dots\dots\dots a$$

$$0 = 0A + B \dots\dots\dots b$$

$$5 = 1 A$$

$$A = 5 , B = 0$$

Karena pengkondisi sinyal ini rangkaiannya adalah penguat *differensial* maka $V_0 = 0V$

Untuk mendapatkan nilai R_f dan R_i adalah sebagai berikut:

$$V_{out} = \frac{R_f}{R_i} (V_{in} - V_{ref}) \text{ (Robert F. Cuoghlin \& Frederick F. Driscoll, 1983)}$$

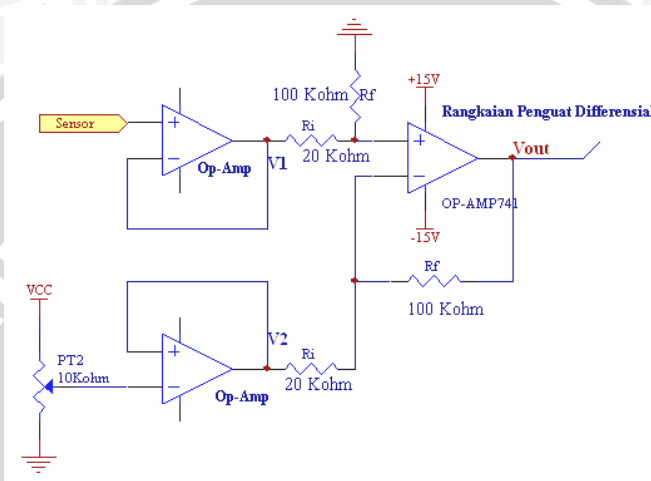
$$m = \frac{R_f}{R_i} \quad \text{Dimana } R_i = 20 \text{ K}\Omega \text{ maka}$$

$$5 = \frac{R_f}{20 \text{ K}\Omega}$$

$$R_f = 100 \text{ K}\Omega$$

Dimana: V_{out} = Tegangan keluaran RPS (volt)

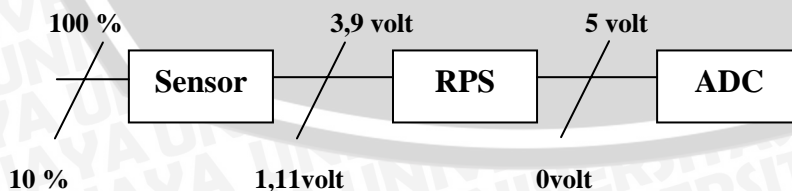
V_{in} = Tegangan masukan RPS = Teg. keluaran sensor (volt) = V_1



Gambar 4.4. Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Suhu
Sumber : Perancangan

4.3.3.2. Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor kelembaban

Perencanaan yang diinginkan pada rangkaian pengkondisi sinyal sensor suhu adalah, dengan range tegangan masukan antara 1.48 volt – 3.59 volt yang berasal dari rangkaian sensor kelembaban 808H5V5, rangkaian pengkondisi sinyal (RPS) akan menghasilkan tegangan keluaran sebesar 0 – 5 Volt. Rangkaian pengkondisi sinyal ini menggunakan IC op-amp 741 yang dirancang menjadi rangkaian penguat *differensial* atau rangkaian pembanding.



Dari ilustrasi di atas maka didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$V_{OUT} = V_{IN} \cdot A + B \rightarrow 5 = 3,9 A + B \dots\dots\dots a$$

$$0 = 1,11 A + B \dots\dots\dots b$$

$$5 = 2,79 A$$

$$A = 1,79 \quad , \quad B = -1.989$$

Karena rangkaian pengkondisi sinyal ini merupakan penguat *differential* maka $V_0 = 1,11V$. Untuk mendapatkan nilai R_f dan R_i adalah sebagai berikut:

$$V_{out} = \frac{R_f}{R_i} (V_{in} - V_{ref}) \quad (\text{Robert F. Cuoghlin \& Frederick F. Driscoll, 1983})$$

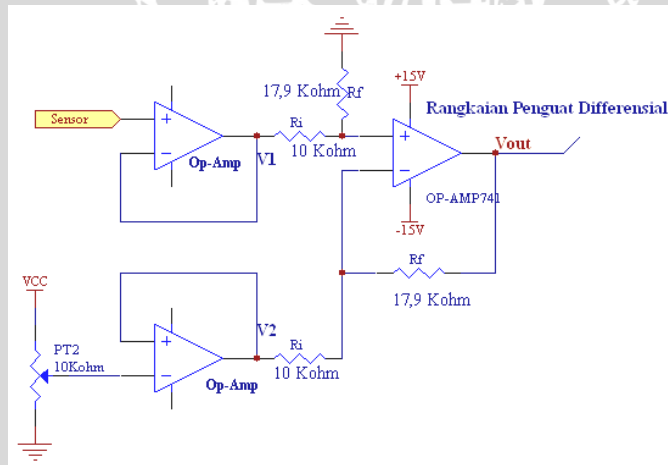
$$m = \frac{R_f}{R_i} \quad \text{Dimana } R_i = 10K\Omega \text{ maka}$$

$$1,79 = \frac{R_f}{10K\Omega}$$

$$R_f = 17,9K\Omega$$

Dimana: V_{out} = Tegangan keluaran RPS (volt)

V_{in} = Tegangan masukan RPS = Tegangan keluaran sensor (volt)
 $= V_1$

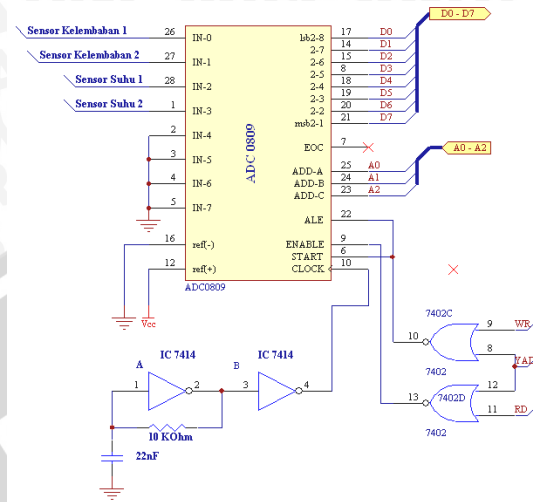


Gambar 4.5. Rangkaian Pengkondisi Sinyal Sensor Kelembaban
 Sumber : Perancangan

4.3.4 ADC 0809

ADC0809 merupakan komponen yang digunakan untuk mengkonversi sinyal analog dari sensor suhu dan kelembaban menjadi data digital. Lebar data keluaran ADC 0809 adalah 8-bit yang akan digunakan sebagai masukan untuk mikrokontroler AT89S8252 yang membutuhkan masukan berupa sinyal digital yang juga lebar

datanya 8-bit. Waktu konversi ADC 0809 adalah 100µs yang sangat cepat untuk pengkonversian tegangan dengan perubahan lambat. (Sumber: National Semiconductor, 1999).



Gambar 4.6. Rangkaian ADC & Pembangkit Pulsa Clock
Sumber : Perencanaan

4.3.4.1. Konfigurasi Penyemat Pada IC ADC 0809

ADC0809 merupakan pengubah analog ke digital dengan masukan-masukan analog yaitu $V_{in (+)}$ dan $V_{in (-)}$ dan mempunyai 8 bit keluaran yaitu DB0 sampai DB7.

Dalam perancangan ini ADC mengkonversi antara 0 volt sampai dengan 5 volt, sehingga penyemat 12 diberikan tegangan sebesar:

$$V_{out} = V_{ref} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \dots + \frac{1}{256} \right) \quad (\text{Sumber: National Semiconductor, 1999}).$$

$$5V = V_{ref}(0,996)$$

$$V_{ref} = \frac{5}{0,996} = 5,0196 \text{ Volt} \cong 5 \text{ Volt}$$

(Sumber: National Semiconductor, 1999).

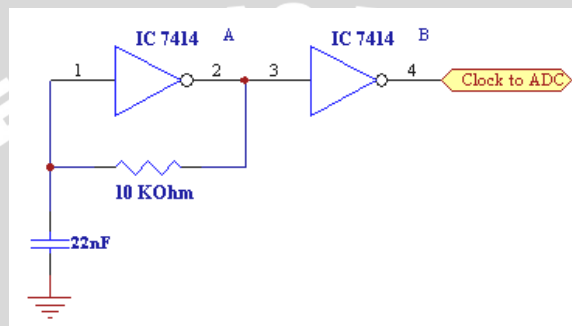
Sesuai dengan karakteristik ADC0809, tegangan maksimal akan sama dengan 5 volt. Sedangkan tegangan catu 5 volt, keluaran biner ADC akan berada pada range antara 00H (0000 0000B) yaitu pada saat tegangan 0 Volt sampai FFH (1111 1111B) pada saat tegangan input mencapai 5 volt. Apabila tegangan maksimalnya 5 volt, maka kenaikan tegangan setiap step adalah:

$$\text{Besarnya tegangan setiap step} = \frac{V_{ref}}{2^n - 1} = \frac{5V}{2^8 - 1} = 0,196 \text{ Volt}$$

Resolusi ADC adalah perubahan terkecil yang terjadi pada keluaran analog sebagai suatu hasil dari perubahan masukan digital.

Dengan n adalah jumlah bit keluaran biner IC ADC. Untuk $V_{maksimal} = 5$ volt dan $n = 8$ -bit, besar tegangan tiap step adalah $5/255 = 19,6$ mV, artinya keluaran biner.

ADC 0809 mengubah sinyal masukan analog menggunakan metode pendekatan beruntun. Untuk menjalankan proses konversi diperlukan sebuah masukan clock. Masukan clock diambil dari rangkaian pembangkit clock, yang terdiri dari resistor, kapasitor dan inverter, (Agvianto Eko putra: Teknik Antar Muka Komputer, 2002). Adapun rangkaiannya adalah seperti pada gambar 4.7.



Gambar 4.7. Rangkaian Pembangkit Pulsa Clock
Sumber : Perancangan

Perhitungan dari rangkaian clock di atas adalah

$$f = \frac{1}{1,2.R.C}$$

$$f = \frac{1}{(1,2 \times 1000 \times 2,2 \times 10^{-9})}$$

$$f = 378,78 \text{ KHz}$$

Frekuensi tersebut dianggap mampu membuat ADC bekerja secara normal.

Hubungan pin-pin ADC0809 dengan komponen lain ditunjukkan dalam Gambar 4.6. Jalur data 8-bit ADC0809 dihubungkan dengan bus data dari *hardware* mikrokontroler. Jalur alamat 3-bit, ADD-A, ADD-B, ADD-C dikendalikan oleh mikrokontroler masing – masing melalui jalur alamat A0, A1, A2. Sinyal *Enable* dihubungkan dengan keluaran dua rangkaian pengendali ADC. Sinyal EOC dihubungkan ke start ADC dan ALE. Tegangan referensi ADC adalah 0 V untuk V_{ref} (-) dan 5 V untuk V_{ref} (+). Karena tegangan kerja rangkaian adalah 5 V, maka tegangan referensi ini dihubungkan dengan catu daya 5 Volt yang mencatu rangkaian.

Masukan ALE dihubungkan dengan masukan Start sehingga pensinyalan menjadi lebih sederhana.

4.3.5. Mikrokontroler

Pada perancangan alat ini menggunakan mikrokontroler AT89S8252 sebagai pusat pengolah data dan pengendali peralatan lainnya Mikrokontroler AT89S8252 juga memerlukan rangkaian-rangkaian tambahan untuk dapat bekerja. Gambar 4.8. menunjukkan rangkaian-rangkaian tambahan yang diperlukan tersebut. Untuk menggunakan osilator internal digunakan sebuah kristal antara pin XTAL1 dan XTAL2 dan dua buah kapasitor yang dihubungkan dengan *ground*. Frekuensi kristal yang digunakan adalah 12 MHz dan kapasitor yang digunakan adalah 30 pF. Pemilihan frekuensi kristal sebesar 12 MHz dilakukan agar waktu eksekusi tiap siklus mikrokontroler adalah 1 μ S.

Rangkaian *power on reset* diperlukan mikrokontroler agar pada saat mikrokontroler diaktifkan *program counter* di-*reset* sehingga perintah program yang dieksekusi dimulai dari alamat 0. Jika pin RST diberi logika *high* selama dua siklus mesin, maka mikrokontroler akan di-*reset*. Mikrokontroler AT89S8252 menggunakan 12 siklus osilator per siklus mesin. Dengan demikian untuk me-*reset* mikrokontroler diperlukan 12 \times 2 siklus osilator. Satu siklus osilator memerlukan waktu 1/12 detik atau 0,0833 detik, sehingga untuk me-*reset* mikrokontroler diperlukan logika *high* pada pin RST selama 2,17 \times 10⁻⁶ detik. Logika *high* pada pin RST didapat dengan tegangan minimal 0,7 V_{CC} atau 3,5 V. Rangkaian *power on reset* yang dibentuk dengan rangkaian RC dalam Gambar 4.8. Jika dianggap terdapat energi awal yang tersimpan dalam kapasitor, maka respons rangkaian adalah: [William H. Hayt, Jr, 1988:132]

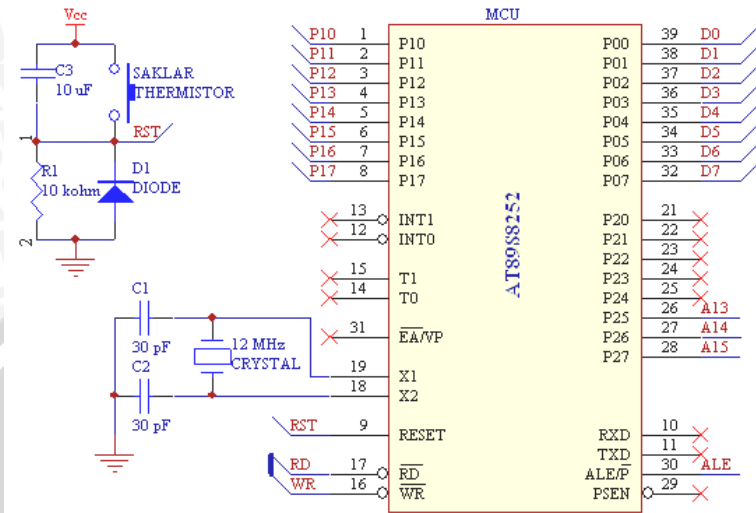
$$v(t) = v(0)e^{-t/RC} = V_0e^{-t/RC}$$

Persamaan ini dapat diturunkan, sehingga menjadi berikut ini

$$t = R.C.\ln\frac{V_0}{v(t)}$$

Dengan V_0 sama dengan V_{CC} sebesar 5 V dan $v(t)$ sama dengan 0,7 V_{CC} atau 3,5 V, ditentukan C sebesar 10 μ F dan t sebesar 0,03 detik Nilai t lebih besar daripada 2,17 \times 10⁻⁶ detik sehingga rangkaian tersebut dapat digunakan untuk me-*reset*

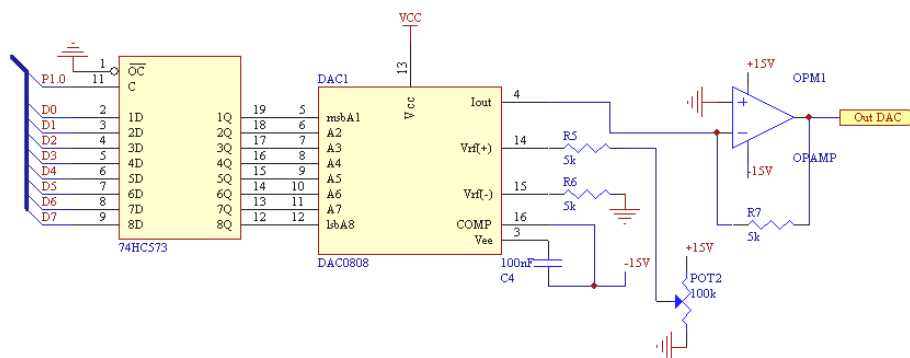
mikrokontroler. Dengan menggunakan persamaan $t = R.C.\ln \frac{V_0}{v(t)}$ didapatkan nilai R sebesar $8,411 \times 10^3$, sehingga dipilih resistor dengan resistansi 10 k Ω .



Gambar 4.8 Mikrokontroler AT89S8252 dengan rangkaian pendukungnya
Sumber : Perancangan

4.3.6. DAC 0808

Untuk rangkaian DAC menggunakan IC DAC0808 sebagai bagian yang berfungsi untuk mengkonversi data digital dari kontrol logika fuzzy menjadi sinyal analog. Hubungan pin-pin DAC0808 dengan komponen lain ditunjukkan dalam Gambar 4.9. karena DAC0808 tidak memiliki *chip select* maka pada jalur datanya dihubungkan dengan IC *latch* 74ALS573 sebagai *chip select*-nya. Pin Vee dan COMP dihubungkan dengan tegangan DC sebesar -15 volt. Pin $V_{rf}(+)$ dihubungkan dengan rangkaian pembagi tegangan yang dapat diatur besar tegangannya menggunakan resistor variabel sedangkan pin $V_{rf}(-)$ di *ground*. Pin I_{out} dihubungkan dengan rangkaian kipas DC atau pemanas.



Gambar 4.9. Rangkaian DAC 0808 dengan Rangkaian Pendukungnya
Sumber : Perancangan

4.3.7. Driver Kipas DC

Rangkaian *driver* kipas DC diperlukan untuk menggerakkan kipas DC sesuai dengan yang diinginkan oleh kontroler. Rangkaian *driver* kipas DC ini terdiri dari Op-Amp, dan 1 buah transistor NPN jenis TIP3055 dan satu buah IC regulator LM7812 yang berfungsi sebagai pembatas tegangan yang masuk ke transistor. Rangkaian *driver* kipas DC ini, pada bagian input menggunakan, Op-Amp tipe 741 yang dikombinasikan dengan satu buah IC regulator LM7812 yang akan membatasi tegangan yang masuk ke transistor agar supaya tegangannya tidak melebihi dari 12Volt dan transistor TIP3055 yang disusun dengan konfigurasi pengikut-emiter akan menggandakan arus keluaran beta (h_{FE}) kali. Karena output dari kontrol logika *fuzzy* masih kecil maka pada rangkaian Op-Amp ini diatur dengan penguatan 2.9787 kali. Selanjutnya output dari Op-Amp akan masuk pada input IC regulator LM7812 untuk selanjutnya masuk ke transistor yang dirangkai dengan konfigurasi pengikut-emiter yang berfungsi sebagai penggerak kipas.

Tegangan maksimal dari keluaran DAC adalah 5 Volt (hasil pengukuran = 4,7Volt). Saat keluaran maksimal (V_{maks}), berdasarkan *data sheet*-nya bahwa kipas DC ini bekerja maksimal pada tegangan 12V DC, 1A.

Maka pada perancangan ini diperlukan sebuah rangkaian op-amp penguat *non-inverting*, dengan penguatan sebesar $14/4,7 = 2,9787$ kali.

Apabila ditetapkan nilai $R_i = 10K\Omega$ maka R_f dapat diketahui,

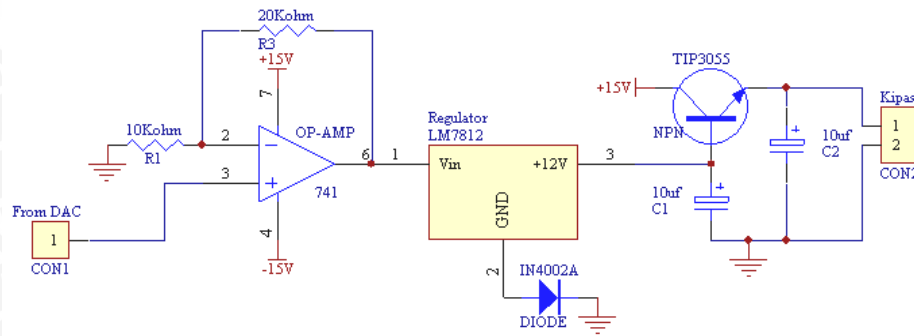
$$A_v = \frac{R_f}{R_i} + 1 \quad : \text{(Robert F. Cuoghlin \& Frederick F. Driscoll, 1983)}$$

$$A_v - 1 = \frac{R_f}{R_i}$$

$$2,9787 - 1 = \frac{R_f}{10K\Omega}$$

$$1,9787 = \frac{R_f}{10K\Omega}$$

$$R_f = 19,787 K\Omega \cong 20K\Omega$$

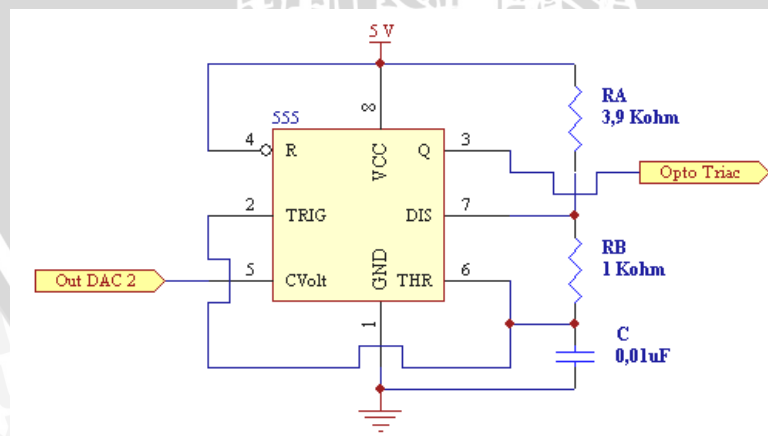


Gambar 4.10. Rangkaian Driver Kipas DC
Sumber: Perancangan

4.3.8. Driver Pemanas

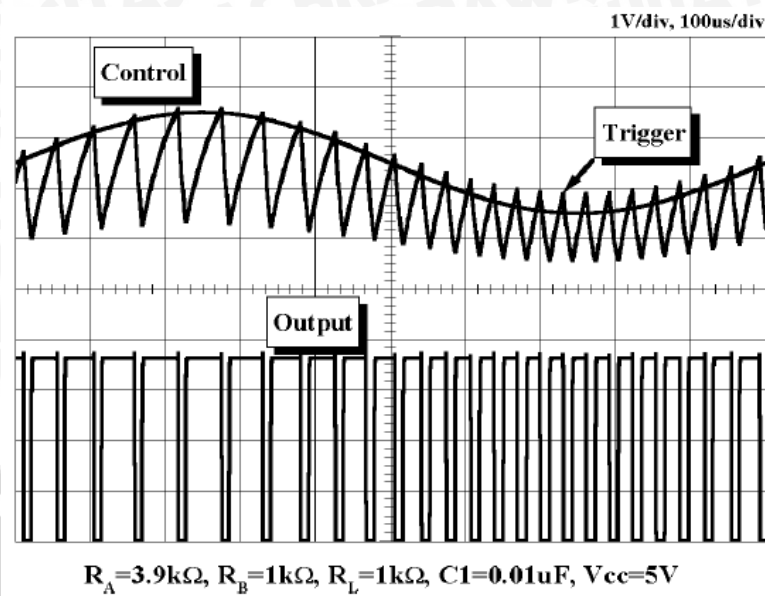
4.3.8.1. Pulse Position Modulation

Rangkaian *pulse position modulation* ini berfungsi sebagai penghasil pulsa, yang mana pulsa tersebut akan men-switch rangkaian *opto triac* untuk menggerakkan pemanas. Adapun cara pengaturan daya pemanas dengan rangkaian *pulse position modulation* ini adalah dengan mengatur *duty cycle* pulsa yang dihasilkan. Untuk cara mengatur *duty cycle* pulsa tersebut adalah dengan mengubah tegangan input pada pin 5-nya. Dimana tegangan input maksimumnya adalah sebesar 5 volt dan tegangan input minimumnya sebesar 0 volt. Apabila tegangan input rangkaian *pulse position modulation* ini semakin tinggi maka daya yang dihasilkan oleh pemanas akan semakin tinggi pula, dan daya pemanas akan maksimal jika tegangan input rangkaian *pulse position modulation* mencapai 5 volt.



Gambar 4.11. Rangkaian *Pulse Position Modulation*
Sumber : Perancangan

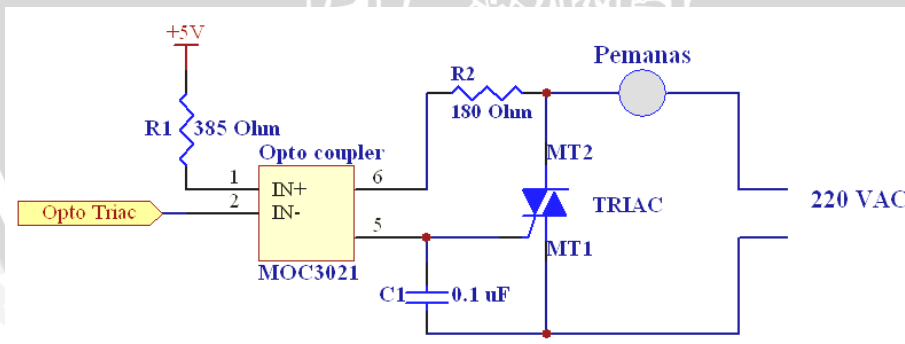
Adapun didapatkannya nilai RA, RB dan C dari rangkaian di atas yaitu berdasarkan keterangan dari data sheet yaitu Fairchild Semiconductor Corporation 2002



Gambar 4.12. Bentuk Gelombang Output Rangkaian *Pulse Position Modulation*
 Sumber: Fairchild Semiconductor Corporation 2002

4.3.8.2. Rangkaian Optotriac dan Triac

Untuk mengendalikan daya pemanas digunakan rangkaian *opto coupler* yang tersusun dari *triac* Q4008LTH sebagai *driver*-nya. Sedangkan rangkaian penghubung antara *triac* dengan mikrokontroler digunakan *optotriac* MOC3021 yang berfungsi sebagai peng-isolasi antara rangkaian mikrokontroler dengan beban AC (pemanas). Rangkaian *opto triac* dan *opto coupler* ini dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13. Rangkaian *Driver* Pemanas
 Sumber: Perancangan

Saat keluaran *pulsa position modulation* low maka akan ada arus yang mengalir ke MOC3021, kemudian kaki *gate* dari *triac* mendapat *supply* arus yang mengakibatkan *triac on* sehingga ada tegangan yang masuk ke beban.

Dari karakteristik elektrik *optotriac* diketahui bahwa pada saat arus majunya 10 mA maka besar tegangan maju pada LED adalah 1,15 V. Dengan menggunakan tegangan catu (V_{cc}) = 5 V, maka besar R1 adalah:

$$\begin{aligned}
 V_{CC} &= V_{R1} + V_F \\
 5 &= V_{R1} + 1,15 \\
 V_{R1} &= 3,85V \\
 R1 &= \frac{V_{R1}}{I_R} = \frac{3,85}{10 \cdot 10^{-3}} = 385\Omega
 \end{aligned}$$

Karena tegangan jaringan yang digunakan adalah 220 V AC dan arus *gate* maksimal (I_{GTM}) adalah 1,2 A maka nilai R6 adalah: (Sumber: Littelfuse, Inc., 2004).

$$R2 = \frac{V_{jaringan}}{I_{GTM}} = \frac{220}{1,2} = 183,3\Omega$$

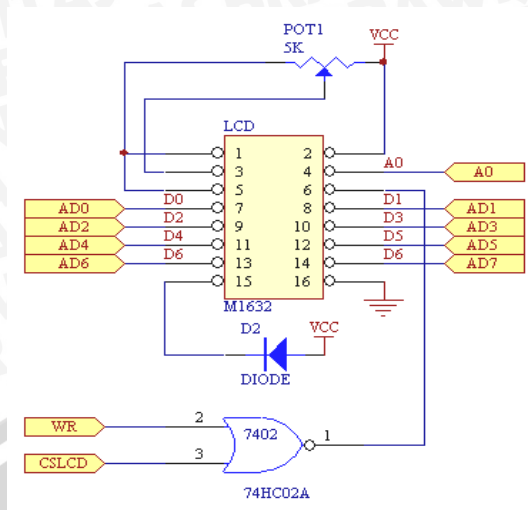
Terminal 1 (MT1) dan Terminal 2 (MT2) merupakan saklar aliran arus beban yang mengalir dari sumber tegangan AC. Jika tidak ada arus penyulutan (*trigger*) pada *gate triac* maka MT1 dan MT2 tidak terhubung, kedua terminal ini akan tetap terhubung selama arus beban yang mengalir lebih besar dari arus maksimum (*holding Current*) sesuai dengan karakteristik masing-masing *triac*.

4.3.9. Unit Peraga (LCD)

Dalam perancangan sistem ini menggunakan sebuah layar penampil yang berupa *Liquid Crystal Display* (LCD).

Piranti yang digunakan untuk mendukung pengoperasian sistem agar dapat dioperasikan secara interaktif adalah penampil kristal cair. Tipe penampil kristal cair yang digunakan adalah TM1632 yang mempunyai 2 baris tampilan dan masing-masing terdiri atas 16 karakter tiap barisnya. Penampil kristal cair tipe TM1632 ini dilengkapi pula dengan *back light* berwarna hijau. Rangkaian penampil kristal cair ditunjukkan dalam gambar 4.14.

Pada penulisan skripsi ini alamat rangkaian penampil kristal cair adalah 8000H-8001H. Penyemat Vee dihubungkan pada potensiometer 5 K Ω , yang berfungsi untuk mengatur kecerahan *back light*. Penyemat R/W dihubungkan pada *ground* sehingga mode penampil kristal cair adalah baca. Penyemat RS dihubungkan pada A₀, karena penampil kristal cair hanya mempunyai mode pilihan *register* yaitu bila diberi logika rendah menggunakan *register* perintah dan bila diberi logika tinggi akan menggunakan *register* data.



Gambar 4.14. Rangkaian Penampil (LCD)
 Sumber : Perancangan

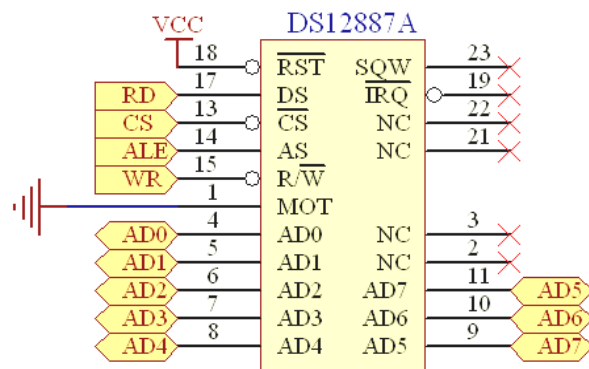
4.3.10. Rangkaian RTC (*Real Time Clock*)

RTC DS12887A ini mempunyai RAM internal sebesar 128 *byte* yang terdiri atas 14 *byte* untuk pewaktuan dan 114 *byte* untuk data yang bisa diprogram oleh pemakai. Hubungan penyemat untuk RTC DS12887A, antara lain:

- AS dihubungkan dengan ALE mikrokontroler yang berfungsi untuk memisahkan saluran data dan saluran alamat yang termultipleks pada saluran AD0-AD7.
- R/W dihubungkan dengan penyemat R/W mikrokontroler yang berfungsi sebagai kontrol untuk penulisan data pada RAM internal.
- DS dihubungkan dengan penyemat R/D mikrokontroler yang berfungsi sebagai kontrol untuk pembacaan data pada RAM internal.
- MOT dihubungkan ke ground untuk mendapatkan sistem pewaktuan bus intel.

Operasi pembacaan dan penulisan pada RAM internal RTC DS12887A ini sama dengan operasi baca tulis pada RAM. Alamat rangkaian RTC pada sistem ini adalah 6000H-600DH. Rangkaian RTC ditunjukkan pada gambar 4.15.





Gambar 4.15. Rangkaian RTC DS12887A
Sumber : Perancangan

4.4. Perancangan Kontroler

Diagram blok sistem kendali alat pengering tembakau *Virginia* yang dirancang, menggambarkan secara umum bagaimana bentuk sistem pengendalian yang akan berlaku pada sistem ini, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.

Sinyal *error* akan menjadi masukan kontroler. Sinyal masukan *error* akan dipetakan pada fungsi keanggotaan yang merupakan proses fuzzifikasi. Kuantisasi data yang diperlukan berupa suhu dan kelembaban digunakan sebagai masukan untuk kontroler *fuzzy* selanjutnya dipetakan pada *membership function* tiap-tiap kontroler (tahap fuzzifikasi).

Dibuat suatu kaidah atur (*rule evaluation*) Proses ini berfungsi untuk mencari nilai output dari *fuzzy* input. Prosesnya adalah sebagai berikut: setelah proses fuzzifikasi, *fuzzy* input yang telah diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam sebuah kaidah atur yang telah dibuat untuk dijadikan sebuah *fuzzy*.

Melakukan proses defuzzifikasi. Proses ini berfungsi untuk merubah *output fuzzy* menjadi *output crisp*. Dari hasil inilah yang menentukan besarnya kelembaban pemanas atau pendingin yang dipakai

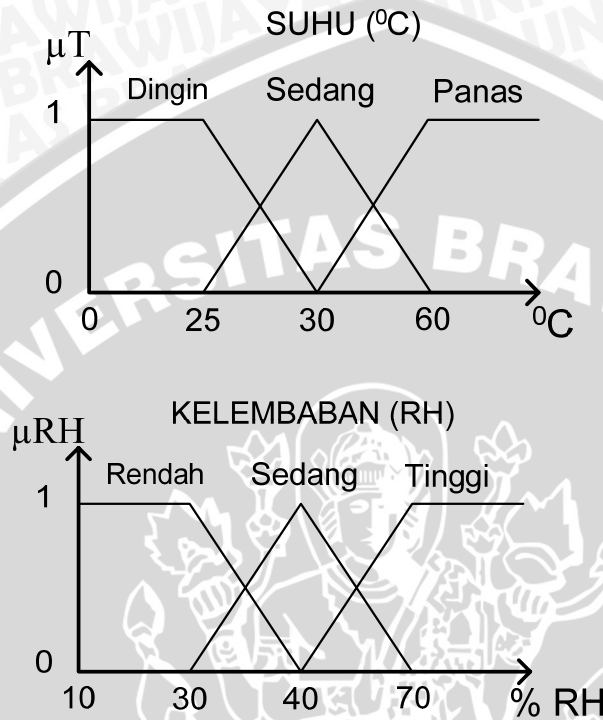
Keluaran dari sistem akan diumpun balikkan untuk kemudian akan dibandingkan dengan sinyal masukan untuk mendapatkan perubahan temperatur dan kelembaban yang hilang, yaitu dengan menghitung error yang dihasilkan dari selisih antara kondisi keluaran dengan kondisi masukan

$$error = \text{sinyal keluaran} - \text{sinyal masukan}$$

4.4.1. Fuzzyfikasi

Inisialisasi merupakan bagian awal program yang berisi pendeklarasian semua variabel yang akan digunakan.

Pada proses fuzzyfikasi, suhu dan kelembaban masing-masing dibagi menjadi 3 fungsi anggota seperti yang tampak pada gambar 4.16.



Gambar 4.16. Fuzzyfikasi Suhu dan Kelembaban
Sumber : Perencanaan

Langkah pertama yang dilakukan adalah penentuan batas-batas tiap anggota himpunan untuk suhu, seperti berikut ini :

- $0^{\circ}\text{C} \geq \text{suhu} \leq 30^{\circ}\text{C}$ masuk dalam himpunan Dingin
- $25^{\circ}\text{C} \geq \text{suhu} \leq 60^{\circ}\text{C}$ masuk dalam himpunan Sedang
- $\text{suhu} \geq 30^{\circ}\text{C}$ masuk dalam himpunan Panas

Sedangkan batas-batas anggota himpunan untuk kelembaban adalah :

- $10\% \text{RH} \geq \text{kelembaban} \leq 40\% \text{RH}$ masuk dalam himpunan Rendah
- $30\% \text{RH} \geq \text{kelembaban} \leq 70\% \text{RH}$ masuk dalam himpunan Sedang
- $\text{Kelembaban} \geq 40\% \text{RH}$ masuk dalam himpunan Tinggi

Setiap kali terdapat masukan dari suhu dan kelembaban, akan diperiksa terletak pada himpunan manakah masukan tersebut derajat keanggotaannya (μ). Diagram alir

jalannya program untuk proses *fuzzyfikasi* suhu dapat dilihat pada gambar 4.15 dan *fuzzyfikasi* kelembaban dapat dilihat pada gambar 4.16.

4.4.2. Kaidah Atur Kontrol Logika Fuzzy

Setelah *crisp input* diubah menjadi *input fuzzy*, selanjutnya akan diolah sesuai dengan kaidah aturnya. Kaidah atur kontrol logika *fuzzy* ini dalam bentuk *if – then*. Dalam pengendalian alat ini, kaidah atur (*rule*) yang dibuat berjumlah 9 *rule* untuk masing-masing aktuator dan disusun berdasarkan pengalaman penulis. Dalam menentukan kaidah atur, penulis melakukan beberapa percobaan (*trial and error*) untuk setiap *rule* hingga diperoleh hasil output yang diinginkan, dan juga penulis dapat menyimpulkan bahwa semakin jauh selisih antara setpoint suhu dan kelembaban dengan output yang diinginkan maka aktuator harus bekerja pada titik maksimal.

Tabel 4.2. FAM untuk Pemanas

Suhu \ Kelembaban	Dingin	Sedang	Panas
Rendah	Panas	Sedang	sedang
Sedang	Panas	Sedang	Padam
Tinggi	Panas	sedang	Padam

If suhu *is* dingin *and* kelembaban *is* rendah *then* pemanas *is* panas (rule 1)

If suhu *is* dingin *and* kelembaban *is* sedang *then* pemanas *is* panas (rule 2)

If suhu *is* dingin *and* kelembaban *is* tinggi *then* pemanas *is* panas (rule 3)

If suhu *is* sedang *and* kelembaban *is* rendah *then* pemanas *is* sedang (rule 4)

If suhu *is* sedang *and* kelembaban *is* sedang *then* pemanas *is* sedang (rule 5)

If suhu *is* sedang *and* kelembaban *is* tinggi *then* pemanas *is* sedang (rule 6)

If suhu *is* panas *and* kelembaban *is* rendah *then* pemanas *is* sedang (rule 7)

If suhu *is* panas *and* kelembaban *is* sedang *then* pemanas *is* padam (rule 8)

If suhu *is* panas *and* kelembaban *is* tinggi *then* pemanas *is* padam (rule 9)

Tabel. 4.3. FAM untuk Kipas

Suhu Kelembaban	Dingin	Sedang	Panas
Rendah	Padam	Sedang	Cepat
Sedang	Sedang	Sedang	Cepat
Tinggi	Cepat	Cepat	Cepat

If suhu is dingin and kelembaban is rendah then kipas is padam (rule 1)

If suhu is dingin and kelembaban is sedang then kipas is sedang (rule 2)

If suhu is dingin and kelembaban is tinggi then kipas is cepat (rule 3)

If suhu is sedang and kelembaban is rendah then kipas is sedang (rule 4)

If suhu is sedang and kelembaban is sedang then kipas is sedang (rule 5)

If suhu is sedang and kelembaban is tinggi then kipas is cepat (rule 6)

If suhu is panas and kelembaban is rendah then kipas is cepat (rule 7)

If suhu is panas and kelembaban is sedang then kipas is cepat (rule 8)

If suhu is panas and kelembaban is tinggi then kipas is cepat (rule 9)

4.4.3. Defuzzyfikasi

Dari proses inferensi fuzzy diperoleh keputusan aksi yang akan dilakukan dan derajat keanggotaan dari aksi tersebut (μ). Hasil ini perlu dikembalikan dari besaran fuzzy menjadi besaran sesungguhnya (Crisp output) melalui proses defuzzyfikasi dengan metode COG (Center Of Gravity).

$$\text{Crisp Output (y)} = \frac{\sum_i (\text{fuzzy output}_i) \times (\text{Singleton position on x axis})}{\sum_i (\text{fuzzy output}_i)}$$

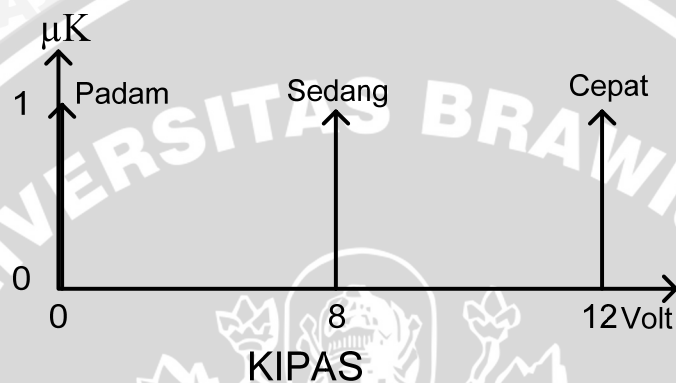
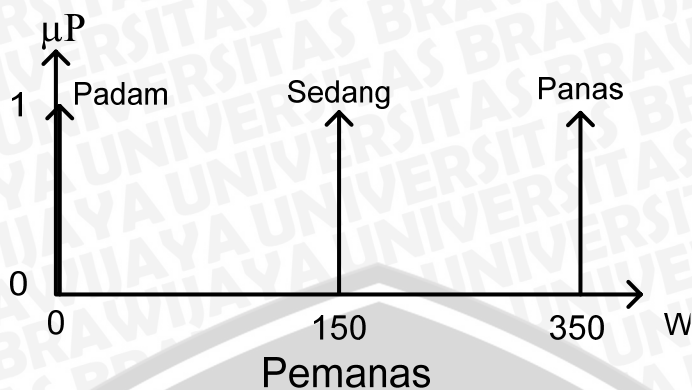
Sistem pada alat ini dirancang memiliki tiga macam keluaran yang dikontrol yaitu :

1. Kipas dengan 3 kondisi : off, sedang, dan cepat.
2. Pemanas dengan 3 kondisi : off, hangat, dan panas.

Karena itu, kipas dibagi menjadi 3 fungsi anggota yaitu padam, sedang, dan cepat.

Pemanas juga dibagi menjadi 3 fungsi anggota yaitu padam, hangat, dan panas.





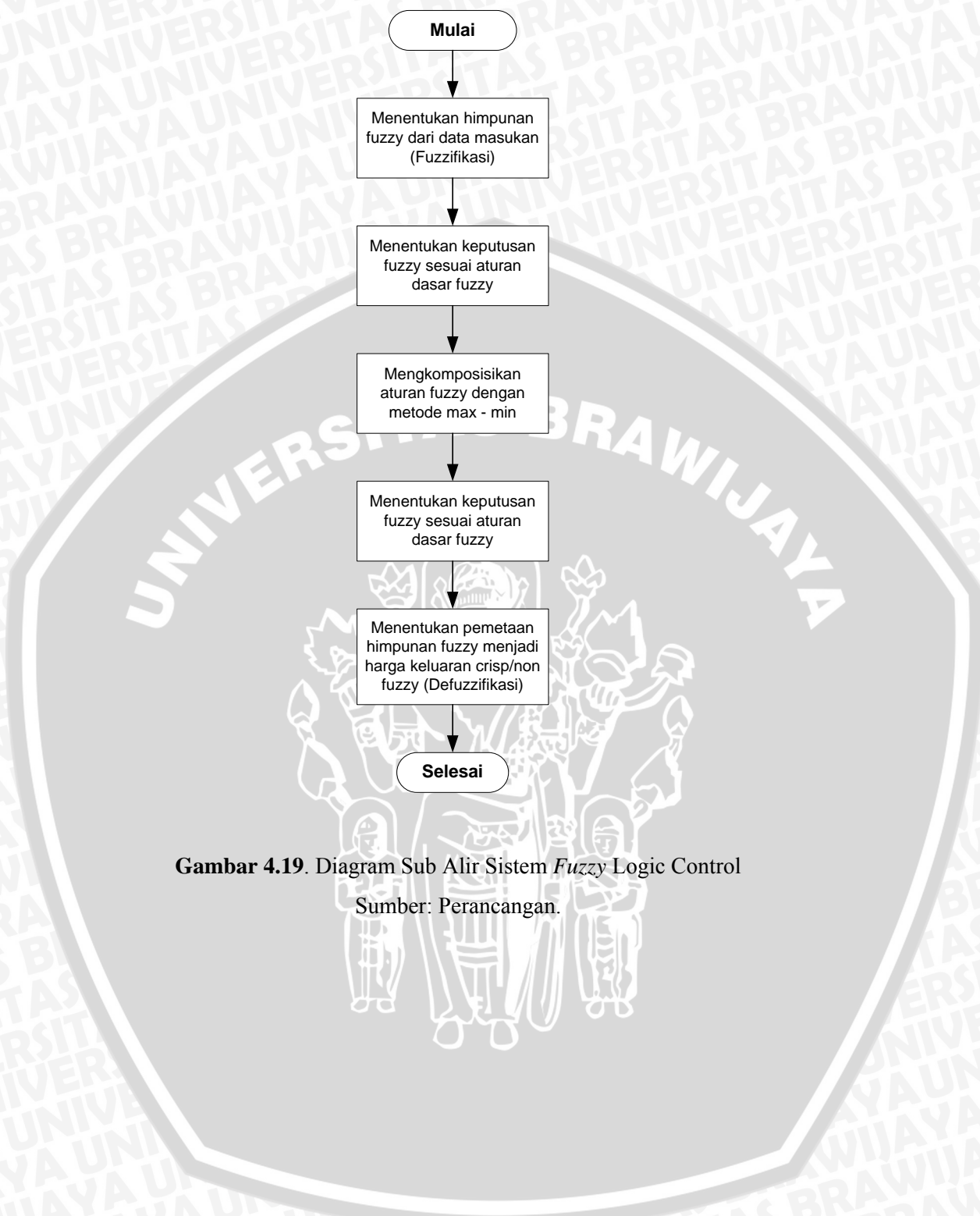
Gambar 4.18. Fuzzyfikasi Kipas, Pemanas
Sumber : Perencanaan

4.5. Perencanaan Perangkat Lunak

Perangkat lunak untuk pengendalian alat pengering tembakau *virginia* dengan *Fuzzy Logic Control* ini direncanakan terdiri dari program berbasis *knowledge base* dan program berbasis *data base*.

Program berbasis *Knowledge Base* ini maksudnya adalah program yang bertujuan agar alat pengering tembakau *virginia* bekerja sesuai dengan *rule* yang sudah ditentukan berdasarkan aturan-aturan yang ada di dalam basis pengetahuan. Secara garis besar diagram alir (*flowchart*) Sub sistem *Fuzzy Logic Control* Gambar 4.19.

Program berbasis *data base* ini maksudnya adalah bagian program yang bertujuan untuk menguji sistem kerja alat pengering tembakau *virginia* dengan kata lain. Secara garis besar diagram alir (*flowchart*) Sistem Utama *Software Fuzzy Logic Control* ini ditunjukkan pada Gambar 4.20.



Gambar 4.19. Diagram Sub Alir Sistem *Fuzzy Logic Control*

Sumber: Perancangan.

BAB V

PENGUJIAN ALAT

5.1. Tujuan

Dalam bab ini dibahas tentang data hasil percobaan dan pengujian alat yang telah dibuat dengan tujuan supaya antara perancangan dan pembuatan alat sesuai dengan teori dan praktek. Pengujian ini meliputi pengujian perangkat keras dan perangkat lunak kontroler logika fuzzy dan sistem secara keseluruhan. Sedangkan pengujian perangkat lunak kontroler logika fuzzy dilakukan agar dapat mengetahui apakah program dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan keluaran yang diinginkan.

5.2. Pengujian Perangkat Keras

5.2.1. Pengujian Rangkaian Sensor Suhu dan Pengkondisi Sinyal

Pengujian sensor suhu yang menggunakan tipe LM35 ini, bertujuan untuk mengetahui ketepatan sensor dalam merespon perubahan suhu, yaitu dengan mengukur tegangan keluarannya. Jika tanggapan sensor suhu baik, maka setiap perubahan suhu 1°C , keluaran sensor akan berubah $\pm 10\text{ mV}$ (Sumber: data sheet sensor LM35, 1995).

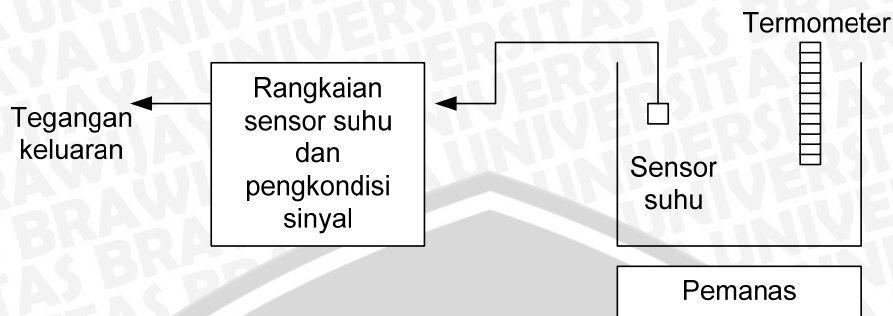
Adapun peralatan yang digunakan dalam pengujian ini antara lain:

1. Catu daya
2. Termometer
3. Pemanas
4. Multimeter
5. Bejana

Langkah-langkah pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyusun rangkaian pengujian sensor suhu seperti yang ditunjukkan dalam gambar 5.1.
2. Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian.
3. Memasukkan sensor suhu ke dalam bejana berisi air, setelah sensor diisolasi dengan baik.
4. Memasukkan termometer ke dalam bejana untuk mengetahui pembacaan suhu.
5. Menaikkan suhu air dengan cara menghidupkan pemanas.
6. Mengukur tegangan keluaran sensor dengan multimeter digital.
7. Mencatat hasil pengukuran dan membandingkan dengan hasil perhitungan.

8. Mengulangi langkah 5 sampai 7 untuk mendapatkan hasil pengukuran selanjutnya.



Gambar 5.1. Pengujian Sensor Suhu dan Pengkondisi Sinyal
Sumber: Pengujian

Hasil pengujian rangkaian sensor suhu dan pengkondisi sinyal dapat dilihat dalam tabel 5.1.

Tabel 5.1. Hasil Pengujian Sensor Suhu dan Pengkondisi Sinyal

No.	Suhu (°C)	Tegangan keluaran sensor (V)	Tegangan keluaran pengukuran RPS. (V)	Tegangan keluaran perhitungan RPS. (V)	Penyimpangan (%)
1	36	0,36	0,00	0,000	0
2	38	0,38	0,28	0,276	1,45
3	40	0,40	0,56	0,553	1,26
4	42	0,42	0,80	0,829	3,49
5	46	0,46	1,30	1,382	5,93
6	50	0,50	1,89	1,936	2,37
7	54	0,54	2,35	2,489	5,53
8	58	0,58	3,05	3,042	0,26
9	62	0,62	3,63	3,595	0,97
10	66	0,66	4,17	4,148	0,53

Dari tabel 5.1. dapat dilihat bahwa tegangan keluaran sensor suhu dan pengkondisi sinyal terhadap perubahan suhu adalah mendekati linier dan sesuai dengan spesifikasi sensor suhu tersebut. Prosentase kesalahan dari hasil pengujian terhadap nilai yang diinginkan adalah sebagai berikut:

$$\text{Prosentase penyimpangan} = \left| \frac{V_0 \text{ perhitungan} - V_0 \text{ pengukuran}}{V_0 \text{ perhitungan}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Penyimpangan rata-rata} = \frac{21,79\%}{10} = 2,179\%$$

Adanya penyimpangan karena:

1. Sensor suhu LM 35 yang digunakan mempunyai akurasi $\pm 0,5\%$.

2. Pembacaan yang tidak tepat pada termometer.
3. Tidak presisinya multimeter sehingga menyebabkan kesalahan dalam pembacaan.

5.2.2. Pengujian Rangkaian Sensor Kelembaban dan Pengkondisi Sinyal

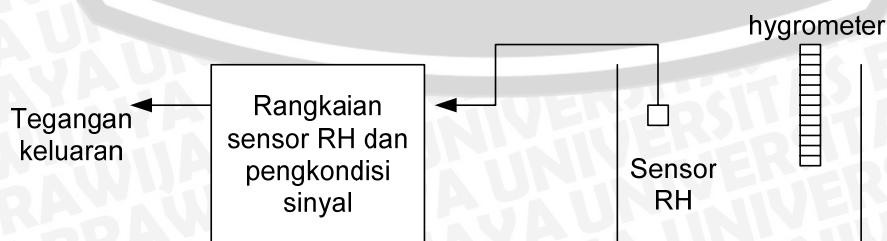
Pengujian sensor kelembaban, di mana pada alat ini menggunakan tipe 808H5V5, dengan tujuan supaya dapat mengetahui ketepatan sensor dalam merespon perubahan kelembaban yaitu dengan mengukur tegangan keluarannya. Jika tanggapan sensor kelembaban baik maka setiap terjadi perubahan kelembaban ruang maka respon sensor akan berubah secara proporsional.

Adapun peralatan yang digunakan dalam pengujian ini, antara lain:

1. Catu daya
2. *Hygrometer* (alat pengukur kelembaban)
3. Bahan pengubah kelembaban
4. Multimeter
5. Bejana

Langkah-langkah pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyusun rangkaian pengujian sensor kelembaban seperti yang ditunjukkan dalam gambar 5.2.
2. Memasukkan bahan untuk mengkondisikan kelembaban ke dalam bejana
3. Memasukkan sensor kelembaban ke dalam bejana berisi bahan pengkondisi kelembaban setelah sensor diisolasi dengan baik.
4. Memasukkan *hygrometer* ke dalam bejana untuk mengetahui pembacaan kelembaban.
5. Menghubungkan catu daya pada rangkaian pengujian.
6. Mengukur tegangan keluaran sensor dengan multimeter digital.
7. Mengganti bahan pengkondisi kelembaban yang lainnya.
8. Mengulangi langkah 2 sampai langkah 7.



Gambar 5.2. Pengujian Sensor Kelembaban dan Pengkondisi Sinyal
Sumber: Pengujian

Hasil pengujian rangkaian sensor kelembaban dan pengkondisi sinyal dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2. Hasil Pengujian Sensor Kelembaban dan Pengkondisi Sinyal

No.	RH (%)	Tegangan keluaran sensor (V)	Tegangan keluaran pengukuran RPS. (V)	Tegangan keluaran perhitungan RPS. (V)	Penyimpangan (%)
1	53,0	2,53	3,05	3,16	3,48
2	66,6	2,94	3,96	3,91	1,27
3	79,3	3,71	4,38	4,45	1,57

Dari tabel 5.2. dapat dilihat bahwa tegangan keluaran sensor kelembaban dan pengkondisi sinyal terhadap perubahan kelembaban adalah mendekati linier dan sesuai dengan spesifikasi sensor kelembaban tersebut. Prosentase kesalahan dari hasil pengujian terhadap nilai yang diinginkan adalah sebagai berikut:

$$\text{Prosentase penyimpangan} = \left| \frac{V_0 \text{perhitungan} - V_0 \text{pengukuran}}{V_0 \text{perhitungan}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Penyimpangan rata-rata} = \frac{6,32\%}{3} = 2,10\%$$

Adanya penyimpangan karena:

1. Sensor kelembaban 808H5V5 yang digunakan mempunyai akurasi $\pm 4\%$ RH.
2. Pembacaan yang tidak tepat pada *hygrometer*.
3. Tidak presisinya multimeter sehingga menyebabkan kesalahan dalam pembacaan.

5.2.3. Pengujian Rangkaian RTC.

Tujuan dilakukan pengujian RTC ini adalah untuk mengetahui apakah RTC dapat bekerja dengan baik atau tidak dalam menghasilkan timer.

Peralatan yang digunakan:

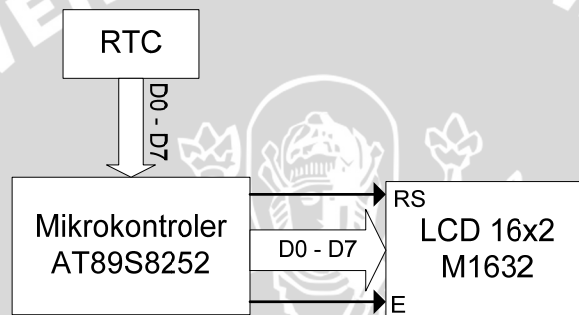
1. PC (*Personal Komputer*)
2. Rangkaian RTC.
3. Writer pengisi program mikrokontroler AT89S8252
4. Rangkaian LCD.
5. Catu daya +5V.

Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut:

1. Membuat program pengujian RTC.
2. Mengisi program yang digunakan pada mikrokontroler AT89S8252.
3. Menyusun rangkaian percobaan seperti pada gambar 5.5.
4. Memberikan catu daya +5 volt pada rangkaian pengujian.
5. Hasil pengujian rangkaian RTC akan ditampilkan pada *display* LCD.

Hasil pengujian dan analisis.

Dari hasil pengujian diperoleh hasil bahwa RTC bekerja dengan baik, ini terbukti, pada display LCD mampu menampilkan karakter “15:26:42”. Karakter tersebut merupakan keluaran dari RTC, di mana 20 adalah digit jam, 38 adalah digit menit, dan 03 adalah digit detik. Dengan demikian RTC dapat berfungsi dan dapat diakses oleh perangkat lunak.



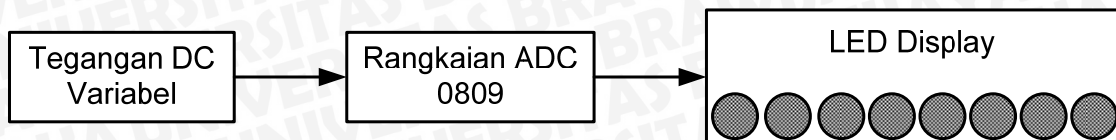
Gambar 5.3. Blok Pengujian RTC
Sumber: Pengujian.



Gambar 5.4. Hasil Pengujian RTC.
Sumber: Pengujian.

5.2.5. Pengujian Rangkaian ADC 0809

Pengujian ADC ini dilakukan, untuk mengetahui keluaran digital yang dihasilkan oleh ADC berdasarkan masukan analog yang diberikan, dan untuk mengetahui ke-linier-an hasil konversi ADC. Diagram blok pengujian rangkaian ADC 0809 ditunjukkan dalam gambar 5.7. pengujian dilakukan dengan mengamati tampilan LED yang ditunjukkan oleh rangkaian pengujian.



Gambar 5.5. Blok Rangkaian Pengujian ADC 0809
Sumber: Pengujian

Hasil pengujian rangkaian ADC 0809 dapat dilihat pada tabel 5.3.

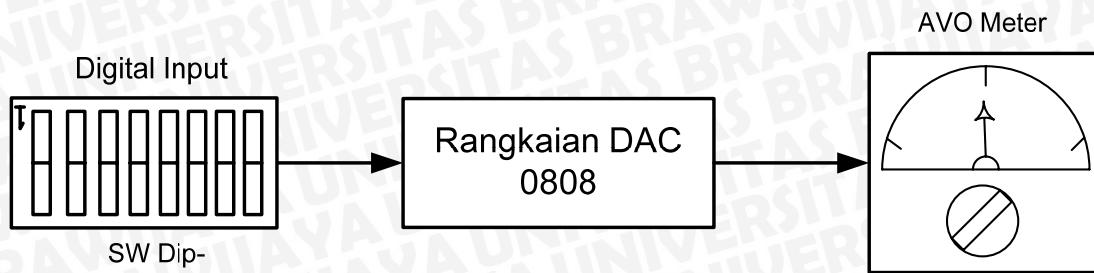
Tabel 5.3. Hasil Pengujian Rangkaian ADC 0809

Vin (V)	Keluaran Pengujian		Keluaran sesungguhnya		Penyimpangan (%)
	Biner	Dec	Biner	Dec	
0,5	0001 1001	25	0001 1001	25	0
1	0011 0011	51	0011 0011	51	0
1,51	0101 1100	92	0100 1101	77	19
2	0110 0110	102	0110 0110	102	0
2,5	1000 0001	129	1000 0000	128	0,78
3	1001 1010	154	1001 1001	153	0,65
3,5	1011 0100	180	1011 0011	179	0,56
4	1100 1100	204	1100 1100	204	0
4,5	1110 0111	231	1110 0110	230	0,77
5	1111 1111	255	1111 1111	255	0

Dari pengujian didapatkan hasil seperti dalam tabel 5.3. dengan menyertakan data secara teori. Kesalahan maksimum ADC yang terjadi hanya sebesar 1 LSB dengan penyimpangan rata-rata dari konversi ADC adalah 0.78%, dengan kesalahan rata-rata hanya 0,78% maka ADC ini bisa dikatakan berjalan dengan baik untuk aplikasi yang direncanakan.. Kesalahan hasil konversi ADC dapat disebabkan oleh tingkat akurasi komponen ADC dan juga tidak stabilnya tegangan referensi yang diberikan pada ADC.

5.2.6. Pengujian Rangkaian DAC 0808

Pengujian DAC ini dilakukan untuk mengetahui keluaran analog yang dihasilkan oleh DAC berdasarkan masukan digital yang diberikan. Hasil pengujian DAC yang ada dalam tabel 5.4. terlihat kesalahan data dengan rata-rata kesalahan 1,495%. Dengan rata-rata kesalahan kurang dari 5 % maka DAC ini bisa dikatakan berjalan dengan baik untuk aplikasi yang direncanakan.



Gambar 5.6. Rangkaian Pengujian DAC 0808
Sumber: Pengujian

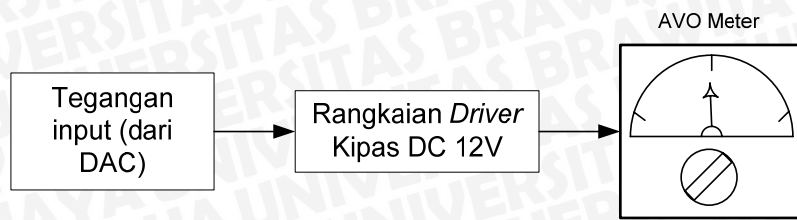
Hasil pengujian rangkaian DAC 0808 dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5.4. Hasil Pengujian Rangkaian DAC 0808

Data yang Dimasukkan (Hex)	V_0 DAC dari Pengukuran (V)	V_0 DAC dari Perhitungan (V)	Penyimpangan (%)
00	0	0	0
07	0,13	0,13	0
0F	0,28	0,29	3,44
1F	0,58	0,60	3,33
27	0,74	0,75	1,33
3F	1,19	1,22	2,45
47	1,35	1,37	1,45
5F	1,80	1,84	2,17
67	1,95	1,99	2,01
7F	2,41	2,46	2,03
87	2,57	2,62	1,90
9F	3,02	3,08	1,94
A7	3,18	3,23	1,54
BF	3,63	3,70	1,89
C7	3,78	3,85	1,81
DF	4,24	4,32	1,85
E7	4,38	4,47	2,01
FF	4,86	4,94	1,62

5.2.7. Pengujian Driver Kipas DC

Untuk pengujian rangkaian *driver* kipas DC ini, pada bagian input digunakan Op-Amp tipe 741 yang dikombinasikan dengan satu buah transistor yang disusun dengan konfigurasi pengikut-emiter yang dapat menggandakan arus keluaran beta (h_{FE}) kali. Karena output dari kontrol logika fuzzy masih kecil maka pada rangkaian Op-Amp ini diatur dengan penguatan 14 kali. Selanjutnya output dari Op-Amp akan masuk pada transistor yang dirangkai dengan konfigurasi pengikut-emiter yang berfungsi sebagai saklar untuk menggerakkan kipas.



Gambar 5.7. Rangkaian Pengujian Driver Kipas DC 12 V
Sumber: Pengujian.

Pada tabel 5.5. diperlihatkan hasil dari perhitungan penguatan dari output rangkaian driver untuk kipas:

Tabel 5.5. Hasil Pengujian Driver Kipas DC

Hasil keluaran DAC (V)	Tegangan Keluaran Driver (V)		Penyimpangan (%)
	Pengukuran	Perhitungan	
0	0	0	0
1,10	3,82	3,73	2,41
1,85	6,48	6,25	3,68
3,02	9,45	9,76	3,17
4,00	12,39	12,70	2,44
4,76	12,44	12,70	2,04

Dari tabel 5.5. dapat dilihat bahwa tegangan keluaran driver kipas terhadap perubahan adalah mendekati linier dan sesuai dengan spesifikasi rangkaian driver kipas. Prosentase kesalahan dari hasil pengujian terhadap nilai yang diinginkan adalah sebagai berikut:

$$\text{Prosentase penyimpangan} = \left| \frac{V_0 \text{ perhitungan} - V_0 \text{ pengukuran}}{V_0 \text{ perhitungan}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Penyimpangan rata-rata} = \frac{13,74\%}{6} = 2,29\%$$

5.2.8. Pengujian Rangkaian Triac dan Opto Triac

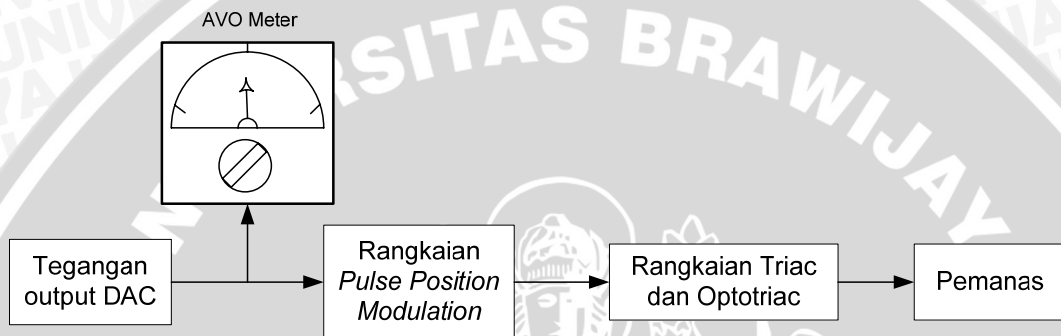
Pengujian rangkaian *optotriac* dan *triac* ini dilakukan dengan menghubungkan langsung dengan rangkaian *Pulse Position Modulation*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah daya dari pemanas dapat dikendalikan dengan melalui rangkaian *Pulse Position Modulation*.

Peralatan yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Rangkaian *Pulse Position Modulation*
2. Pemanas (*heater*)
3. Catu daya AC 220 V
4. Multimeter

Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyusun rangkaian pengujian seperti pada gambar 5.12.
2. Menghubungkan catu daya DC ke rangkaian.
3. Menghubungkan catu daya AC dengan pemanas.
4. Mengubah tegangan masukan pada rangkaian *Pulse Position Modulation* supaya daya yang dihasilkan oleh pemanas dapat berubah-ubah.
5. Mengukur dan mencatat tegangan pada pemanas.
6. Mengukur dan mencatat suhu pada ruang pengeringan dengan termometer.
7. Mengulangi langkah 4 sampai 6 untuk mendapatkan hasil selanjutnya.



Gambar 5.8. Diagram Blok Pengujian *Triac* dan *Optotriac*
 Sumber: Pengujian

Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan mengatur lebar pulsa *Pulse Position Modulation* (waktu tunda perlambatan *triac* untuk konduksi), maka akan didapatkan tingkat daya pemanas yang berbeda-beda.

Tabel 5.6. Hasil Pengujain Tegangan Pemanas

No.	Tegangan input <i>Pulse Position Modulation</i> (V DC)	Hasil pengujian tegangan pemanas (V AC)
1	0	220
2	0,5	150
3	1	100
4	1,5	75
5	2	50
6	2,5	30
7	3	27
8	3,5	25
9	4	20
10	4,5	15
11	5	0

5.3. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan ini bertujuan untuk membuktikan, apakah pengujian rangkaian dari setiap blok di atas dapat membentuk suatu sistem yang diharapkan, dengan pengujian ini juga dapat diketahui apakah alat yang dirancang telah bekerja sesuai dengan prinsip kerja yang telah direncanakan pada awal.

Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat pengatur suhu dan kelembaban ruang pengering tembakau dan memastikan catu daya telah terpasang.
2. Menghidupkan saklar catu daya dan memastikan alat telah bekerja.
3. Menentukan nilai setpoint pertama sebesar 38°C untuk pemanas mulai bekerja.
4. Mengukur suhu dan kelembaban ruang pengeringan setiap setengah menit setelah set point ditentukan dan mengukur waktu kerja pemanas dan kipas.

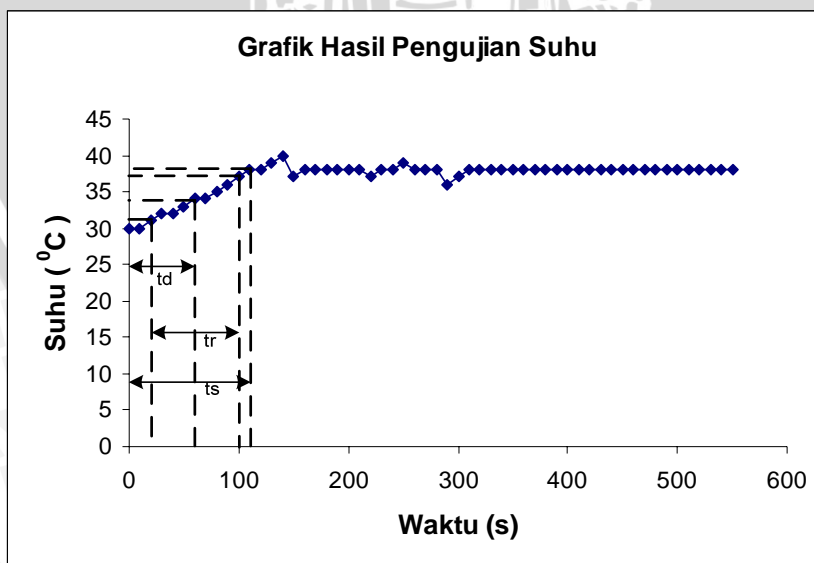
Hasil pengujian sistem secara keseluruhan dan waktu kerja pemanas dan kipas ditunjukkan dalam tabel 5.6. dan 5.7.



Tabel 5.7. Hasil Pengujian Sistem Secara Keleseluruhan Terhadap Suhu dengan suhu setpoint 38 °C

Waktu (S)	Suhu (°C)	Waktu (S)	Suhu (°C)
0	30	280	38
10	30	290	36
20	31	300	37
30	32	310	38
40	32	320	38
50	33	330	38
60	34	340	38
70	34	350	38
80	35	360	38
90	36	370	38
100	37	380	38
110	38	390	38
120	38	400	38
130	39	410	38
140	40	420	38
150	37	430	38
160	38	440	38
170	38	450	38
180	38	460	38
190	38	470	38
200	38	480	38
210	38	490	38
220	37	500	38
230	38	510	38
240	38	520	38
250	39	530	38
260	38	540	38
270	38	550	38

Sumber: Data Hasil Pengujian



Gambar 5.11 Grafik Hasil Pengujian Dengan Suhu Awal 30°C

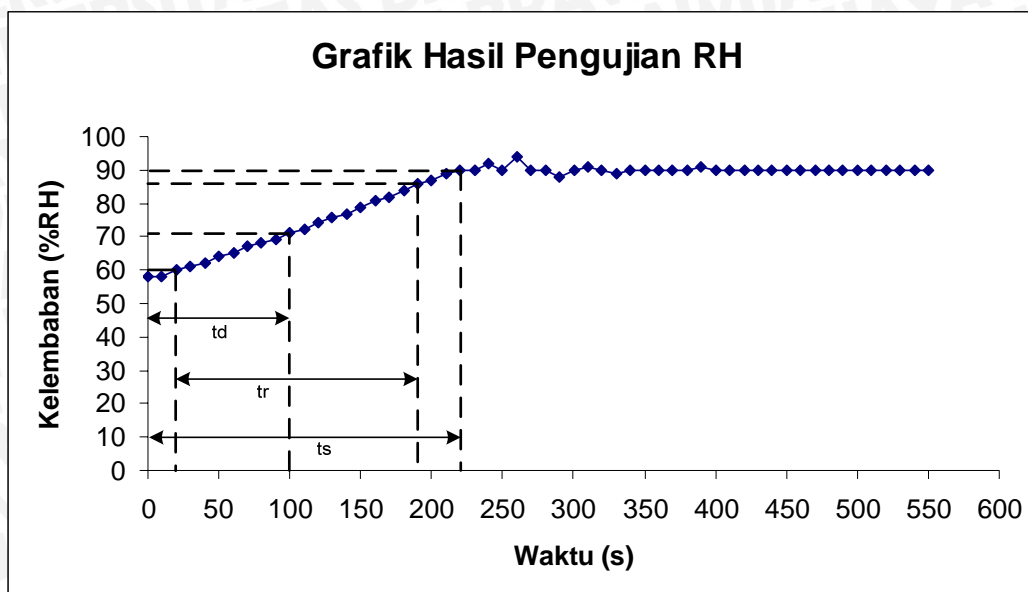
Dari grafik diatas didapatkan data sebagai berikut:

1. Waktu tunda, t_d : waktu yang diperlukan respon untuk mencapai setengah nilai akhir untuk waktu yang pertama.
 - t_d yang didapatkan dari pengujian ini adalah 60 detik.
2. Waktu naik, t_r : waktu yang diperlukan respon untuk naik dari 10 - 90 % dari harga akhirnya.
 - t_r yang didapatkan dari pengujian ini adalah 100 detik
3. Waktu turun, t_s : waktu yang diperlukan untuk mencapai *steady state*.
 - t_s yang diperoleh adalah 110 detik.
4. *Error steady state* yang terjadi sebesar 0%.

Tabel 5.8. Hasil Pengujian Sistem Secara Keleseluruhan Terhadap Kelembaban dengan kelembaban setpoint 38 °C

Waktu (S)	RH (%)	Waktu (S)	RH (%)
0	58	280	90
10	58	290	88
20	60	300	90
30	61	310	91
40	62	320	90
50	64	330	89
60	65	340	90
70	67	350	90
80	68	360	90
90	69	370	90
100	71	380	90
110	72	390	91
120	74	400	90
130	76	410	90
140	77	420	90
150	79	430	90
160	81	440	90
170	82	450	90
180	84	460	90
190	86	470	90
200	87	480	90
210	89	490	90
220	90	500	90
230	90	510	90
240	92	520	90
250	90	530	90
260	94	540	90
270	90	550	90

Sumber: Data Hasil Pengujian



Gambar 5.11 Grafik Hasil Pengujian Dengan kelembaban Awal 58 %RH

Dari grafik diatas didapatkan data sebagai berikut:

1. Waktu tunda, t_d : waktu yang diperlukan respon untuk mencapai setengah nilai akhir untuk waktu yang pertama.
 - t_d yang didapatkan dari pengujian ini adalah 100 detik.
2. Waktu naik, t_r : waktu yang diperlukan respon untuk naik dari 10 - 90 % dari harga akhirnya.
 - t_r yang didapatkan dari pengujian ini adalah 190 detik
3. Waktu turun, t_s : waktu yang diperlukan untuk mencapai *steady state*.
 - t_s yang diperoleh adalah 220 detik.
4. *Error steady state* yang terjadi sebesar 0 %.

Dari pengamatan terhadap pengujian sistem secara keeluruhan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik saat mendeteksi suhu dan kelembaban ruang pengeringan tembakau. Sistem dapat membaca suhu dan kelembaban hanya pada batas yang telah ditentukan pada perancangan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan terhadap sistem kontrol suhu dan kelembaban pada ruang pengeringan tembakau *virginia* menggunakan *Fuzzy Logic Control* dengan menggunakan mikrokontroler AT89S8252 sebagai *single chip*-nya, dapat diambil beberapa kesimpulan dan juga saran yang mungkin dilaksanakan untuk meningkatkan unjuk kerja alat.

6.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan terhadap sistem kontrol suhu dan kelembaban ruang pengeringan tembakau *Virginia* dengan menggunakan *Fuzzy Logic Control* dan mikrokontroler AT89S8252 sebagai *single chip*-nya maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Kontroler suhu dan kelembaban pada pengering tembakau *virginia* dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan, sehingga suhu dan kelembaban dapat berubah sesuai dengan yang diinginkan.
- b. Pada pengujian sistem terhadap suhu, diketahui respon transienya suhu sebagai berikut:

Tabel 6.1 Tabel Respon transient suhu

Tanggapan trasien suhu			
t_d (detik)	t_r (detik)	t_s (detik)	e_{ss} (%)
60	100	110	0

- c. Pada pengujian sistem terhadap kelembaban, diketahui respon transienya kelembaban sebagai berikut

Tabel 6.2 Tabel Respon transient kelembaban

Tanggapan trasien kelembaban			
t_d (detik)	t_r (detik)	t_s (detik)	e_{ss} (%)
100	190	220	0

6.2. Saran.

Dalam perancangan dan pembuatan alat ini masih terdapat kelemahan dan kekurangan sistem. Saran-saran untuk penyempurnaan kinerja alat dan pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

- a. Sistem ini perlu dilakukan percobaan pengeringan berkali-kali supaya mendapatkan hasil yang sempurna..



DAFTAR PUSTAKA.

- Eko putra, Agvianto. 2002. Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55. Yogyakarta: Gava Media.
- Eko putra, Agvianto. 2002. Teknik Antar Muka Komputer: Konsep dan Aplikasi. Yogyakarta: Gava Media.
- Titosastro, Samsuri., Rahman, Abdul., Isdijoso, Sri Hartiniadi., Gothama, A. A. Agra., Dalmadiyo, Gembong., Mukani. 1999.. Prosiding Semiloka Teknologi Tembakau. Malang: Balai Penelitian Tembakau Dan Tanaman Serat.
- Malvino, 1994. Prinsip-prinsip Elektronika. Jilid I dan II. Edisi Ketiga. Alih bahasa: Barnawi. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- M. Jamshidi, N. Vadiiee, and T. J. Ross, 1993, *Fuzzy Logic and Control: Software and Hardware Application*, Prentice-Hall Inc.
- F. Coughlin, Robert dan F. Driscoll, Frederick. 1983. Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu linier. Alih Bahasa: Herman Widodo Soemitro. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Yan, Jun, dkk, 1994, *Using Fuzzy Logic*, Prentice Hall International (UK) Limited.
- Ogata, Katsuhiko, 1991, Teknik Kontrol Automatik, Erlangga. Jakarta.
- Kuswadi, Son, 2000, Kendali Cerdas. (*Intelligent Control*). EEPIS Press: Surabaya.
- Taib, G. G. said dan S. Wiraatmadja. 1988. Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian. PT. mediyatama perkasa. Jakarta.



Malik, Moh. Ibnu, ST. 2003. Belajar Mikrokontroler Atmel AT89S8252: Gava media.
Yogyakarta

Data Sheet Nasional Semikonduktor, 1999.

