

**PENGONTROLAN *BRIGHTNESS* DAN *CONTRAST*
GAMBAR TELEVISI BERDASARKAN CAHAYA SEKITAR DENGAN
KONTROL LOGIKA *FUZZY* BERBASIS AVR ATMEGA 8535**

SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Disusun Oleh:

**MOHAMAD A. WIJAYA
NIM. 0310633063 - 63**

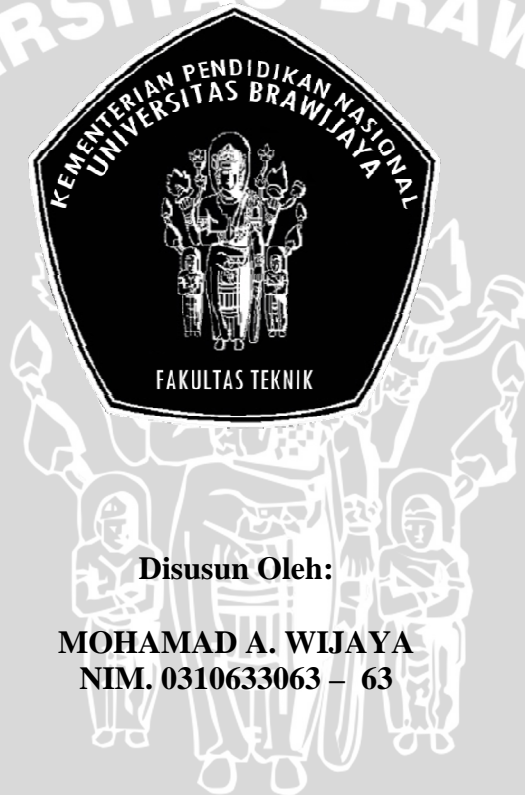
**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2010**

**PENGONTROLAN *BRIGHTNESS* DAN *CONTRAST*
GAMBAR TELEVISI BERDASARKAN CAHAYA SEKITAR DENGAN
KONTROL LOGIKA *FUZZY* BERBASIS AVR ATMEGA 8535**

SKRIPSI

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik*

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Disusun Oleh:

**MOHAMAD A. WIJAYA
NIM. 0310633063 – 63**

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh
Dosen Pembimbing

Purwanto, Ir., MT
NIP. 19540424 198601 1 001

Fitriana Suhartati, ST., MT
NIP. 19741017 199802 2 001

**PENGONTROLAN *BRIGHTNESS* DAN *CONTRAST*
GAMBAR TELEVISI BERDASARKAN CAHAYA SEKITAR DENGAN
KONTROL LOGIKA *FUZZY* BERBASIS AVR ATMEGA 8535**

Disusun oleh :

**MOHAMAD A. WIJAYA
NIM. 0310633063 – 63**

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada

Tanggal 4 Agustus 2010

Dosen Penguji :

**M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D
NIP. 19741203 200012 1 001**

**Erni Yudaningtyas, Ir., MT
NIP. 19650913 199002 2 001**

**Tri Nurwati, ST., MT
NIP. 19790615 200812 2 003**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

**Rudy Yuwono, ST., M.Sc
NIP. 19710615 199802 1 003**

KATA PENGANTAR

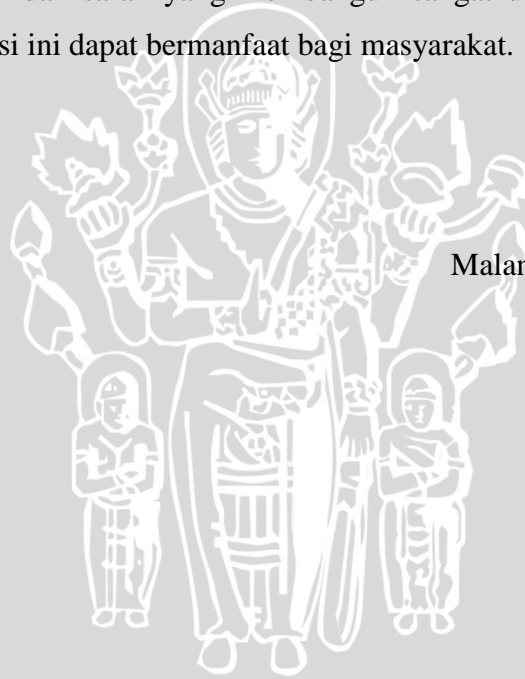
Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan. Dan hanya karena pertolongan-Nya semata penulis mampu melewati segala kendala yang ada selama penyusunan skripsi ini. Skripsi berjudul **“Pengontrolan Brightness dan Contrast Gambar Televisi Berdasarkan Cahaya Sekitar Dengan Kontrol Logika Fuzzy Berbasis AVR ATmega 8535”** ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari selama penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dorongan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada :

- ❖ **Rudy Yuwono, ST., M.Sc** selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan **M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D** selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
- ❖ **Ir. Purwanto, MT** selaku KKDK konsentrasi Teknik Kontrol Jurusan Teknik Elektro.
- ❖ **Bapak Ir. Purwanto, MT** selaku dosen pembimbing I dan **Ibu Fitriana suhartati, ST., MT** selaku dosen pembimbing II.
- ❖ Kedua Orang Tua-ku, **Bapak Salimun** dan **Ibu Susiati** serta kakak dan adikku **Leny Marlina Dewi, Lely Nurida Susanti** dan **Dedy Lisa Wijaya** untuk doa dan dukungannya selama studi hingga terselesaikannya skripsi ini.
- ❖ Yang Tersayang **Ika Setyorini** yang tak pernah bosan memberikan semangat, dukungan dan motivasi selama proses pengerjaan skripsi ini sampai selesai.
- ❖ **Mas Gembong** yang telah memberikan banyak bantuan dalam proses pembuatan alat sehingga skripsi ini bisa terselesaikan.
- ❖ Seluruh teman-temanku **Silvergen (Elektro 2003)** dan **Streamline (Elektro 2005)** yang selalu ada untuk menghibur, membantu dan menemani selama proses skripsi berlangsung.

- ❖ **Seluruh Staf Administrasi Teknik Elektro** : Mas Heru, Mas Aris, Mbak Heny, dan Mbak Frida yang telah banyak membantu proses administrasi.
- ❖ ***KembangTuri & PokerHolic Community*** : Widi, Sarkomax, Hendra, Yoga, Sani, Pencu, Garnies, Danang, Omplonk, Ceki, Bang candra, Bang Dadit, Bang Antok, Bang Gundul, Bang Ben, dan Bang Aas yang selalu menemani dan memberi hiburan di kala jenuh.
- ❖ Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- ❖ Serta semua pihak yang telah banyak membantu penulis selama ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat.



Malang, 2 Agustus 2010

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| KATA PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR TABEL | x |
| ABSTRAK | xi |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 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 | |
| 2.1 Logika <i>Fuzzy</i> | 4 |
| 2.1.1 Himpunan <i>Fuzzy</i> | 5 |
| 2.1.2 Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i> | 5 |
| 2.1.3 Operasi Himpunan <i>Fuzzy</i> | 8 |
| 2.1.4 <i>Variabel Linguistic</i> | 10 |
| 2.1.5 Aturan <i>Fuzzy</i> “if-then”..... | 11 |
| 2.1.6 Kontrol Logika <i>Fuzzy</i> | 13 |
| 2.1.6.1 Fuzzifikasi..... | 16 |
| 2.1.6.2 <i>Rule Evaluation</i> | 18 |
| 2.1.6.3 Defuzzifikasi..... | 20 |
| 2.1.6.4 Struktur Kontrol Logika <i>Fuzzy</i> | 23 |
| 2.2 Intensitas Cahaya..... | 24 |
| 2.3 Sensor Cahaya (LDR)..... | 25 |
| 2.4 Rangkaian Pengkondisi Sinyal..... | 27 |
| 2.5 Penguat Operasional (Op-Amp)..... | 27 |



| | | |
|---------|-----------------------------------|----|
| 2.6 | Penguat Operasi Membalik..... | 28 |
| 2.7 | Penguat Operasi Tak Membalik..... | 29 |
| 2.8 | Mikrokontroler AVR..... | 30 |
| 2.8.1 | Arsitektur AVR..... | 30 |
| 2.8.2 | Periperal..... | 33 |
| 2.8.2.1 | ADC..... | 33 |
| 2.8.2.2 | EEPROM..... | 35 |
| 2.8.2.3 | Timer/Counter..... | 36 |
| 2.9 | LCD..... | 39 |

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

| | | |
|-----|---------------------------------------|----|
| 3.1 | Studi Literatur..... | 42 |
| 3.2 | Perancangan Alat..... | 42 |
| 3.3 | Pembuatan Alat..... | 43 |
| 3.4 | Pengujian Alat..... | 43 |
| 3.5 | Pengambilan Kesimpulan dan Saran..... | 43 |
| 3.6 | Penulisan Laporan..... | 43 |

BAB IV PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

| | | |
|---------|--|----|
| 4.1 | Perencanaan Sistem..... | 45 |
| 4.1.1 | Blok Diagram Sistem..... | 45 |
| 4.1.2 | Prinsip Kerja Alat..... | 46 |
| 4.2 | Spesifikasi Alat..... | 47 |
| 4.3 | Perencanaan Perangkat Keras..... | 47 |
| 4.3.1 | Perencanaan Sistem <i>Single Chip ATmega 8535</i> | 47 |
| 4.3.2 | Perencanaan Rangkaian Pengkondisi Sinyal..... | 51 |
| 4.3.3 | Perencanaan Rangkaian DAC..... | 53 |
| 4.4 | Perencanaan Perangkat Lunak..... | 54 |
| 4.4.1 | Perencanaan Perangkat Lunak Sistem Secara Keseluruhan..... | 54 |
| 4.4.2 | Perencanaan Sistem <i>Fuzzy</i> | 56 |
| 4.4.2.1 | Perencanaan Prosedur Fuzzifikasi..... | 57 |
| 4.4.2.2 | Perencanaan Prosedur <i>Rule Evaluation</i> | 59 |

| | |
|--|----|
| 4.4.2.3 Perencanaan Prosedur Defuzzifikasi..... | 61 |
| 4.4.2.4 Perencanaan <i>Membership Function</i> | 64 |
| 4.4.2.5 Perencanaan <i>Rule</i> yang digunakan..... | 66 |

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

| | |
|--|----|
| 5.1 Pengujian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega 8535..... | 73 |
| 5.1.1 Tujuan Pengujian..... | 73 |
| 5.1.2 Prosedur Pengujian..... | 73 |
| 5.1.3 Hasil Pengujian dan Analisis..... | 74 |
| 5.2 Pengujian Sensor Cahaya..... | 73 |
| 5.2.1 Tujuan Pengujian..... | 73 |
| 5.2.2 Prosedur Pengujian..... | 74 |
| 5.2.3 Hasil Pengujian dan Analisis..... | 74 |
| 5.3 Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal (RPS)..... | 78 |
| 5.3.1 Tujuan Pengujian..... | 78 |
| 5.3.2 Prosedur Pengujian..... | 78 |
| 5.3.3 Hasil Pengujian dan Analisis..... | 78 |
| 5.4 Pengujian Rangkaian DAC..... | 79 |
| 5.4.1 Tujuan Pengujian..... | 79 |
| 5.4.2 Prosedur Pengujian..... | 79 |
| 5.4.3 Hasil Pengujian dan Analisis..... | 80 |
| 5.5 Pengujian Pada Televisi..... | 81 |
| 5.5.1 Tujuan Pengujian..... | 81 |
| 5.5.2 Prosedur Pengujian..... | 81 |
| 5.5.3 Hasil Pengujian dan Analisis..... | 82 |
| 5.6 Pengujian Perangkat Lunak..... | 83 |
| 5.6.1 Tujuan Pengujian..... | 83 |
| 5.6.2 Prosedur Pengujian..... | 83 |
| 5.6.3 Hasil Pengujian dan Analisis..... | 85 |
| 5.7 Pengujian Sistem secara Keseluruhan..... | 86 |
| 5.7.1 Tujuan Pengujian..... | 86 |
| 5.7.2 Prosedur Pengujian..... | 86 |

5.7.3 Hasil Pengujian dan Analisis..... 87

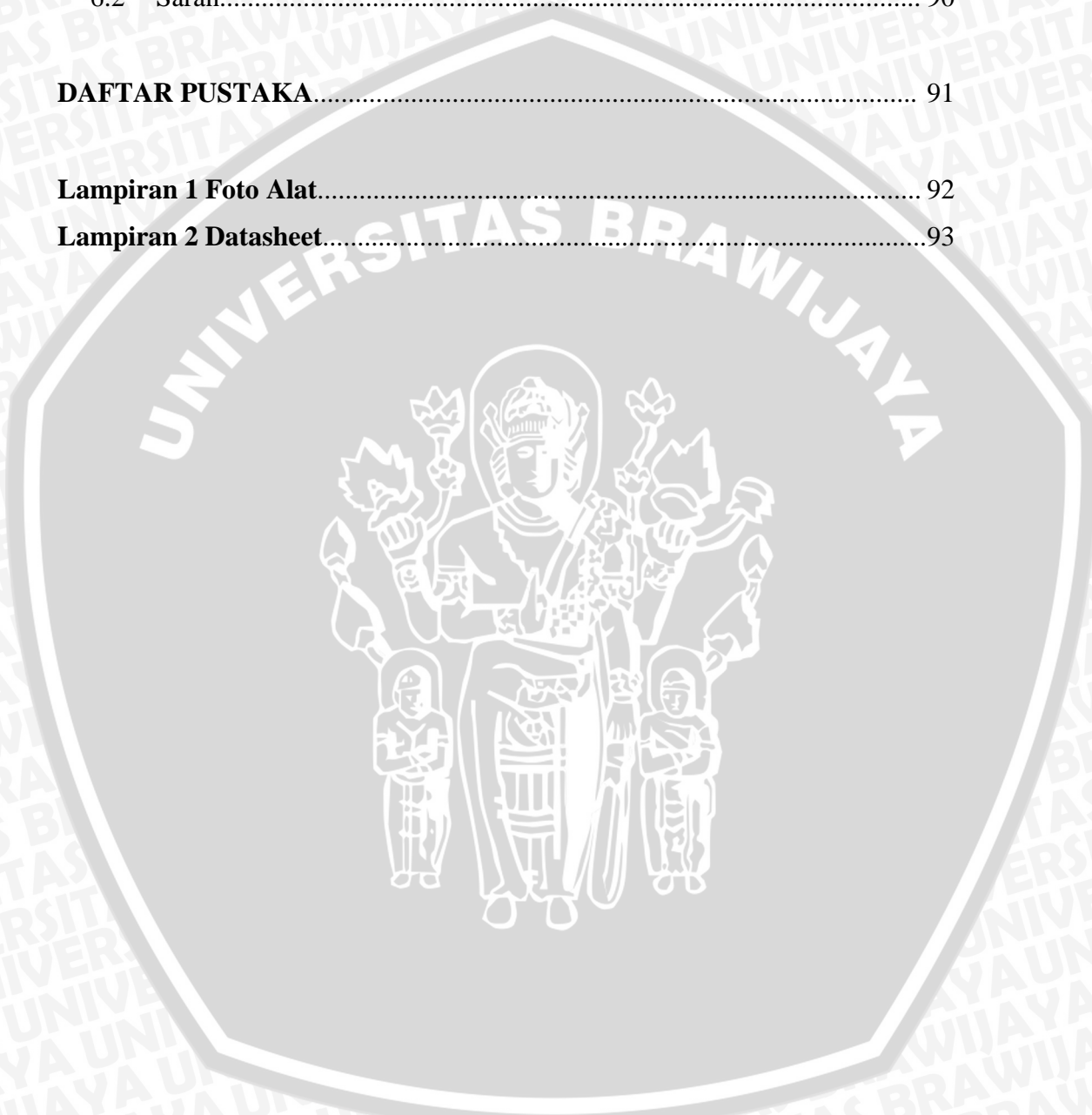
BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan..... 90
 6.2 Saran..... 90

DAFTAR PUSTAKA..... 91

Lampiran 1 Foto Alat..... 92

Lampiran 2 Datasheet..... 93



DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1 | <i>S-Function</i> | 7 |
| Gambar 2.2 | π - <i>Function</i> | 7 |
| Gambar 2.3 | <i>T-Function</i> | 8 |
| Gambar 2.4 | Operasi Gabungan Himpunan <i>Fuzzy</i> A dan B..... | 9 |
| Gambar 2.5 | Operasi Irisan Himpunan <i>Fuzzy</i> A dan B..... | 9 |
| Gambar 2.6 | Operasi Komplemen Himpunan <i>Fuzzy</i> | 10 |
| Gambar 2.7 | Diagram Representasi Dari <i>Fuzzy</i> Intensitas Cahaya..... | 11 |
| Gambar 2.8 | Metode Penalaran <i>Fuzzy</i> MAX-MIN..... | 12 |
| Gambar 2.9 | Metode Penalaran <i>Fuzzy</i> MAX-DOT..... | 13 |
| Gambar 2.10 | Bagian <i>Membership Function</i> | 15 |
| Gambar 2.11 | <i>Membership Function</i> Terang Cahaya Ruangan..... | 17 |
| Gambar 2.12 | <i>Membership Function</i> Nilai <i>Brightness</i> Televisi..... | 17 |
| Gambar 2.13 | <i>Membership Function</i> Nilai <i>Contrast</i> Televisi..... | 18 |
| Gambar 2.14 | Proses <i>Rule Evaluation</i> | 19 |
| Gambar 2.15 | Metode Nilai Maximum..... | 20 |
| Gambar 2.16 | <i>Lamda Cut</i> | 20 |
| Gambar 2.17 | Metode <i>Center of Gravity</i> | 21 |
| Gambar 2.18 | <i>Lamda Cut</i> Pada <i>Singleton</i> | 21 |
| Gambar 2.19 | <i>Membership Function</i> nilai <i>Brightness</i> Televisi..... | 22 |
| Gambar 2.20 | <i>Membership Function</i> Nilai <i>Contrast</i> Televisi..... | 22 |
| Gambar 2.21 | Struktur Kontroler Logika <i>Fuzzy</i> Dasar..... | 23 |
| Gambar 2.22 | LDR..... | 26 |
| Gambar 2.23 | Simbol Penguat Operasional..... | 27 |
| Gambar 2.24 | Penguat Membalik..... | 28 |
| Gambar 2.25 | Penguat Tak membalik..... | 29 |
| Gambar 2.26 | Arsitektur AVR..... | 31 |
| Gambar 2.27 | Peta memori AVR..... | 32 |
| Gambar 2.28 | Blok Diagram ADC..... | 33 |
| Gambar 2.29 | Konfigurasi Register EECR..... | 35 |

| | |
|--|----|
| Gambar 2.30 Blok Diagram <i>Timer/Counter</i> 0..... | 37 |
| Gambar 2.31 Blok Diagram <i>Timer/Counter</i> 1..... | 38 |
| Gambar 2.32 Blok Diagram <i>Timer/Counter</i> | 39 |
| Gambar 2.33 Antarmuka LCD Dengan Mikrokontroler ATmega 8535..... | 40 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Perancangan dan Pembuatan Alat..... | 44 |
| Gambar 4.1 Blok Diagram Alat..... | 45 |
| Gambar 4.2 Rangkaian Mikrokontroler..... | 48 |
| Gambar 4.3 Rangkaian Osilator..... | 49 |
| Gambar 4.4 Rangkaian <i>Automatic Power Up reset</i> | 49 |
| Gambar 4.5 Rangkaian Pengkondisi Sinyal..... | 52 |
| Gambar 4.6 Rangkaian DAC..... | 53 |
| Gambar 4.7 Diagram Alir Program..... | 55 |
| Gambar 4.8 Diagram Alir Proses <i>Fuzzy</i> | 56 |
| Gambar 4.9 Diagram Alir Prosedur Fuzzifikasi..... | 58 |
| Gambar 4.10 Diagram Alir Prosedur Fuzzifikasi (Sambungan)..... | 59 |
| Gambar 4.11 Diagram Alir Prosedur <i>Rule Evaluation</i> | 60 |
| Gambar 4.12 Diagram Alir Prosedur Defuzzifikasi..... | 62 |
| Gambar 4.13 Diagram Alir Prosedur Defuzzifikasi (Sambungan)..... | 63 |
| Gambar 4.14 Diagram Alir Pembagian 16 Bit..... | 64 |
| Gambar 4.15 Membership Function Terang Cahaya ruangan..... | 65 |
| Gambar 4.16 Membership Function Nilai <i>Brightness</i> Televisi..... | 65 |
| Gambar 4.17 Membership Function Nilai <i>Contrast</i> Televisi..... | 66 |
| Gambar 5.1 Posisi Perangkat Pada Ruangan..... | 72 |
| Gambar 5.2 Blok Diagram Pengujian Sitem Mikrokontroler ATmega 8535... .. | 74 |
| Gambar 5.3 Flowchart Pengujian ADC Internal..... | 75 |
| Gambar 5.4 Grafik Karakteristik LDR..... | 77 |
| Gambar 5.5 Grafik Pengujian RPS Terhadap Perubahan Terang Cahaya..... | 79 |
| Gambar 5.6 Grafik Pengujian DAC (<i>Brightness</i>)..... | 80 |
| Gambar 5.7 Grafik Pengujian DAC (<i>Contrast</i>)..... | 81 |
| Gambar 5.8 Grafik Pengujian Tegangan <i>Brightness</i> Televisi..... | 82 |
| Gambar 5.9 Grafik Pengujian Tegangan <i>Contrast</i> Televisi..... | 83 |
| Gambar 5.10 <i>Membership Function</i> Terang Cahaya Ruangan..... | 84 |

Gambar 5.11 Membership Function Nilai *Brightness* Televisi..... 84
Gambar 5.12 Membership Function Nilai *Contrast* Televisi..... 85
Gambar 5.13 Grafik Pengujian Sistem *Brightness* Terhadap perubahan Cahaya..87
Gambar 5.14 Grafik Pengujian Sistem *Contrast* Terhadap perubahan Cahaya... 89



DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabel 2.1 | FAM..... | 18 |
| Tabel 2.2 | Kaidah Atur Dalam Bentuk Matrik..... | 24 |
| Tabel 2.3 | Pemilihan <i>Clock Timer/Counter</i> Pada AVR..... | 39 |
| Tabel 5.1 | Hasil Pengujian ADC 1 masukan..... | 76 |
| Tabel 5.2 | Hasil Pengujian LDR Terhadap Perubahan Terang Cahaya..... | 77 |
| Tabel 5.3 | Hasil Pengujian RPS Terhadap Perubahan terang Cahaya..... | 78 |
| Tabel 5.4 | Hasil Pengujian DAC (<i>Brightness</i>) Terhadap Perubahan terang Cahaya..... | 80 |
| Tabel 5.5 | Hasil Pengujian DAC (<i>Contrast</i>) Terhadap Perubahan Terang Cahaya..... | 80 |
| Tabel 5.6 | Hasil Pengujian Tegangan <i>Brightness</i> Televisi..... | 82 |
| Tabel 5.7 | Hasil Pengujian Tegangan <i>Contrast</i> Televisi..... | 83 |
| Tabel 5.8 | Hasil Pengujian Sistem (<i>Brightness</i>) Terhadap Perubahan Cahaya.. | 87 |
| Tabel 5.9 | Hasil Pengujian Sistem (<i>Contrast</i>) Terhadap Perubahan Cahaya..... | 88 |

ABSTRAK

Wijaya, Mohamad A., Teknik Elektro, Konsentrasi Kontrol, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang, 2010. *Pengontrolan Brightness dan Contrast Gambar Televisi Berdasarkan Cahaya Sekitar Dengan Kontrol Logika Fuzzy Berbasis ATmega 8535.*

Dosen Pembimbing: Purwanto, Ir., MT. dan Fitriana Suhartati, ST., MT.

Kata-kata kunci : *Brightness, Contrast, Fuzzy Logic, LDR*

Penggunaan FLC (Fuzzy Logic Controller) yang semakin luas terutama dalam bidang industri dalam proses otomatisasinya, mengakibatkan banyak sekali proses produksi yang semakin dipermudah. Dan tak jarang pula FLC dipergunakan karena merupakan controller yang aplikatif. Dalam skripsi ini FLC digunakan dalam pengontrolan brightness dan contrast gambar televisi berdasarkan cahaya sekitar berbasis mikrokontroler AVR ATmega 8535. Kenyamanan pengguna pesawat televisi diantaranya dipengaruhi oleh cahaya ruangan. Cahaya televisi yang tidak seimbang dengan cahaya ruangan akan dirasa mengganggu. Untuk itu dibutuhkan perubahan brightness dan contrast pada pesawat televisi yang sesuai dengan keadaan cahaya ruangan. Suatu alat tambahan dibuat untuk mengadaptasi brightness dan contrast gambar televisi secara otomatis berdasarkan kondisi cahaya ruangan menggunakan LDR. Pengontrolan secara logika fuzzy dilakukan dengan memberikan variabel tegangan pada titik input chip pada televisi yang mengatur tegangan brightness dan tegangan contrast televisi tersebut.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini hampir setiap rumah memiliki produk elektronik sebagai kebutuhan sehari-hari. Salah satunya adalah televisi. Televisi merupakan sarana untuk menambah pengetahuan, informasi, bisnis, dan hiburan. Oleh karena itu banyak produk televisi dibuat dengan mengandalkan tampilan, suara dan kemasannya, dengan tujuan menarik masyarakat agar dapat menikmati hidup dengan puas dan nyaman.

Tetapi dalam produk televisi ini, sangat sedikit yang menggunakan pengaturan *brightness* dan *contrast* otomatis akibat dari efek cahaya ruangan, apakah itu gelap atau lebih terang. Jadi televisi yang belum menggunakan sistem tersebut membuat tampilan kurang sempurna untuk dilihat, sehingga harus mengatur manual menu dari remote atau tombol pada televisi.

Untuk memperoleh gambar yang baik, sebuah pesawat televisi harus diatur *brightness* dan *contrast* gambar sesuai dengan kondisi cahaya ruangan. Apabila cahaya di dalam ruangan berubah lebih gelap atau lebih terang maka pengguna akan merasa tidak nyaman lagi untuk melihat gambar pada pesawat televisi dengan *brightness* dan *contrast* gambar sebelumnya. Dengan demikian untuk memperoleh gambar yang nyaman untuk dilihat harus diatur lagi *brightness* dan *contrast* gambarnya. Sehingga muncul pertanyaan apakah pengguna pesawat televisi selalu mengubah-ubah *brightness* dan *contrast* gambar setiap ada perubahan penerangan pada ruangan secara manual, adakah suatu alat untuk mengatasi masalah ini.

Fuzzy Logic Controller merupakan solusi dari permasalahan di atas. Dengan menggunakan metode logika *fuzzy* ini, *brightness* dan *contrast* televisi dapat diubah secara otomatis sesuai dengan perubahan kondisi cahaya ruangan dimana televisi itu berada. Untuk memperoleh hasil yang baik diperlukan proses dengan metode yang baik pula, misalnya adalah *fuzzy logic processing*. Aplikasi dari *fuzzy logic* tersebut salah satunya adalah untuk



mengatur *brightness* dan *contrast* gambar pada sebuah pesawat televisi berdasarkan perubahan cahaya di sekitar pesawat televisi tersebut.

Oleh karena itu, dalam tugas akhir ini direncanakan membuat alat untuk mengatur *brightness* dan *contrast* gambar televisi secara otomatis akibat dari perubahan cahaya sekitar dimana televisi itu berada dengan menggunakan logika *fuzzy*.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam perancangan ini rumusan masalah ditekankan pada :

- a. Bagaimana merencanakan suatu sistem yang dapat mengontrol *brightness* dan *contrast* gambar pada televisi secara otomatis berdasarkan cahaya ruangan tempat televisi itu berada ?
- b. Bagaimana merencanakan perangkat lunak dengan metode logika *fuzzy* untuk menghasilkan output yang dibutuhkan yang digunakan untuk mengontrol *brightness* dan *contrast* gambar televisi tersebut ?
- c. Bagaimana performansi sistem dari alat pengontrol *brightness* dan *contrast* gambar televisi secara otomatis berdasarkan cahaya ruangan tersebut ?

1.3 Batasan Masalah

Mengacu pada permasalahan yang ada, maka hal-hal yang berkaitan dengan alat yang akan dibuat pada tugas akhir ini diberi batasan sebagai berikut:

- a. Menekankan pada perancangan alat “*Pengontrolan Brightness dan Contrast Gambar Televisi Berdasarkan Cahaya Sekitar Dengan Kontrol Logika Fuzzy Berbasis AVR ATmega 8535*” saja.
- b. Rangkaian elektronik televisi tidak dibahas secara keseluruhan.
- c. Pesawat televisi yang digunakan adalah televisi berjenis CRT ukuran 14 inch.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah membangun perangkat keras dan perangkat lunak yang dapat mengatur *brightness* dan *contrast* gambar pada pesawat televisi secara otomatis berdasarkan kondisi cahaya ruangan dimana pesawat televisi tersebut berada.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi pembahasan, dan sistematika pembahasan.

BAB II Teori Penunjang

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

BAB III Metodologi

Berisi tentang metode penelitian dan perencanaan alat serta pengujian.

BAB IV Perencanaan dan Pembuatan Alat

Perancangan dan perealisasiian alat yang meliputi spesifikasi, perencanaan blok diagram, prinsip kerja dan realisasi alat.

BAB V Pengujian Alat

Memuat hasil pengujian terhadap alat yang telah direalisasikan.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Memuat kesimpulan dan saran-saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logika Fuzzy

Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 mengemukakan suatu himpunan yang disebut himpunan *fuzzy* (*fuzzy set*) untuk menerangkan suatu logika bertingkat. Logika ini kemudian dikenal dengan logika *fuzzy*. Logika ini menjadi dasar dari semua logika, dengan mengabaikan banyaknya tingkat kebenaran yang diasumsikan. Zadeh memilih kata “*fuzz*” untuk merepresentasikan suatu nilai logika kontinyu antara 0 (pasti salah) dan 1 (pasti benar). [Jamshidi, 1993: 12].

Ciri utama dari logika *fuzzy* adalah adanya peluang untuk memanfaatkan toleransi ketidakpastian (*inexactness*) dan ketidaktepatan (*imprecision*). Perbedaan antara logika *fuzzy* dengan logika klasik adalah pada manipulasi simbolik dan numerik. Logika *fuzzy* dalam hal ini dapat menangani baik manipulasi simbolik maupun manipulasi numerik. Sedangkan logika klasik hanya dapat menangani manipulasi simbolik.

Zadeh mengatakan bahwa logika *fuzzy* diarahkan untuk menyediakan sebuah sistem formal berorientasi komputasi yang berisi konsep dan teknik untuk menghubungkan mode penalaran aproksimasi (*approximate reasoning*) dengan penalaran eksak (*exact reasoning*). Logika *fuzzy* menjadi alat matematik yang membuat komputer mampu memodelkan sistem-sistem yang tidak terdefinisi secara tepat. Logika ini menjadikan komputer dapat membuat keputusan dari data-data yang tersedia walaupun tingkat keakuratannya sangat rendah.

Sebuah sistem berbasis logika *fuzzy* dapat mengurangi ketidakakuratan yang terjadi pada sistem klasik. Himpunan klasik (*crisp set*) memiliki persyaratan keanggotaan yang membatasi nilai anggota-anggota himpunannya hanya pada satu atau nol saja. Batasan dari logika ini terdefinisi dengan tajam pada angka nol dan satu, sehingga tingkat keakuratannya menjadi rendah. Sedangkan pada himpunan *fuzzy*, sebuah himpunan unsur-unsur atau anggota himpunan dapat menjadi anggota himpunan dengan

tingkat keanggotaan antara nol dan satu. Ada transisi yang bertahap dari unsur yang menjadi anggota atau bukan anggota himpunan dalam sebuah himpunan *fuzzy*.

2.1.1 Himpunan *Fuzzy*

Himpunan didefinisikan sebagai kelompok objek-objek tertentu yang disebut elemen. Himpunan *fuzzy* didefinisikan dalam semesta himpunan X , himpunan *fuzzy* ditentukan oleh fungsi keanggotaan yang memetakan anggota X ke daerah keanggotaan yang selalu berada dalam interval $[0,1]$. [Jun Yan, 1994: 15].

Jika X merupakan kumpulan objek, $X=\{x\}$ dengan X disebut semesta pembicaraan dan x merupakan anggota dari X , sebuah himpunan *fuzzy* A pada X digambarkan sebagai sekumpulan pasangan yang diurutkan:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \tag{2.1}$$

dengan μ_A adalah fungsi *keanggotaan* yang memetakan X ke interval $[0,1]$, yaitu $\mu_A : X \rightarrow [0,1]$ (2.2)

Jika penyokong himpunan *fuzzy* (x) hanya sebuah titik tunggal, maka $A = \mu_1 / x$, disebut sebuah *fuzzy* tunggal (*singleton fuzzy*).

Himpunan *fuzzy* yang dinyatakan dengan gabungan *fuzzy* tunggal diekspresikan sebagai

$$A = \mu_1 / x_1 + \mu_2 / x_2 + \dots + \mu_n / x_n \tag{2.3}$$

$$A = \sum \mu_A(x_i) / x_i$$

Bila X bersifat kontinu dan tak terbatas :

$$A = \int_x \mu_A(x) / x \tag{2.4}$$

2.1.2 Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

Fungsi keanggotaan menotasikan nilai kebenaran anggota himpunan. Interval nilai yang digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan, yaitu nol dan satu. Tiap fungsi keanggotaan memetakan elemen

himpunan *crisp* ke semesta himpunan *fuzzy*. [G. Klir dan Bo Yuan, 1995: 11].

Ada dua cara untuk menentukan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy*, yaitu secara numerik dan secara fungsional.[Jun Yuan, 1994: 17].

- Pendefinisian secara numerik, mengekspresikan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* sebagai suatu vektor angka yang tergantung pada tingkat diskritisasi.
- Pendefinisian secara fungsional, mendefinisikan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* dalam ekspresi analitik yang mengikuti tingkatan tiap elemen dalam pendefinisian semesta himpunan yang dihitung.

Pada himpunan *fuzzy*, semua informasi terkandung dalam fungsi keanggotaannya. Oleh karena itu penting untuk mengetahui bagian-bagian pada sebuah fungsi keanggotaan *fuzzy*.

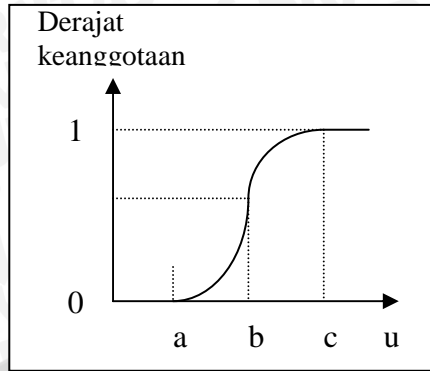
Ada beberapa fungsi keanggotaan dalam logika *fuzzy*. Adapun yang sering digunakan adalah bentuk fungsi-S, fungsi- π , fungsi T (triangular), fungsi-Gaussian.

a. S-function

Definisi S-function adalah sebagai berikut :

$$S(u,a,b,c) = \begin{cases} 0 & u < a \\ 2\left(\frac{u-a}{c-a}\right) & a \leq u \leq b \\ 1-2\left(\frac{u-a}{c-a}\right) & b \leq u \leq c \\ 1 & u > c \end{cases} \tag{2.5}$$

Bentuk diagramatik S-function ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



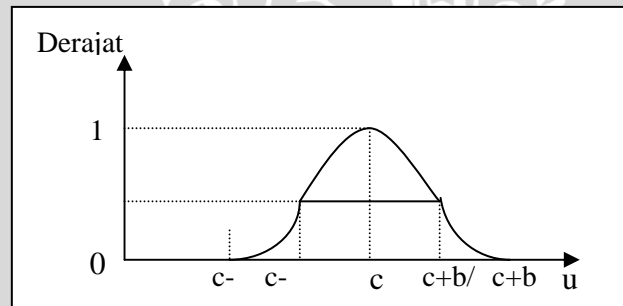
Gambar 2.1. S-Function
 Sumber: Jun Yan, 1994:29

b. π -Function

Definisi π -Function adalah sebagai berikut :

$$\pi(u; b, c) = \begin{cases} S(u; c - b, c - \frac{b}{2}, c) & u \leq c \\ 1 - S(u; c, c + \frac{b}{2}, c + b) & u \geq c \end{cases} \quad (2.6)$$

Bentuk diagramatik π -Function ditunjukkan dalam Gambar 2.2



Gambar 2.2. π -Function
 Sumber: Jun Yan, 1994:29

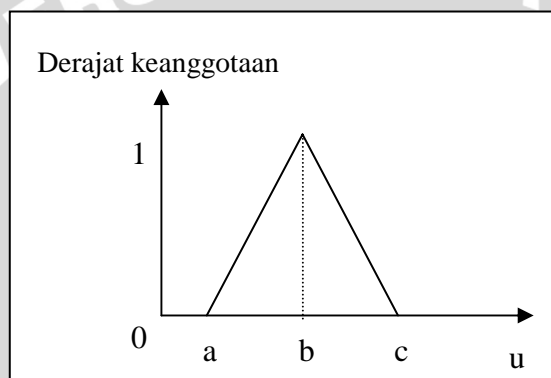
c. Triangular-function.

Triangular-function didefinisikan sebagai berikut :

$$T(u; a, b, c) = \begin{cases} 0 & u < a \\ \frac{u-a}{b-a} & a \leq u \leq b \\ \frac{c-u}{c-b} & b \leq u \leq c \\ 0 & u > c \end{cases} \quad (2.7)$$

Bentuk diagramatik Triangular-function ditunjukkan dalam gambar

2.3.



Gambar 2.3. T-Function
Sumber: Jun Yan, 1994:30

2.1.3 Operasi Himpunan Fuzzy

Operasi dasar yang digunakan dalam himpunan fuzzy A dan B pada semesta himpunan X dengan fungsi keanggotaan μ_A dan μ_B terdiri dari gabungan, irisan, dan komplemen, operasi dasar yang berlaku didefinisikan sebagai berikut :

- a. Gabungan(*union*)

Gabungan himpunan fuzzy A dan B didefinisikan pada persamaan 2.8.

$$\mu_{A \cup B} = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) = maks\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad (2.8)$$

Operasi gabungan diperlihatkan dalam Gambar 2.4.

- b. Irisan(*intersection*)

Irisan dua himpunan fuzzy A dan B didefinisikan sebagai berikut:

$$\mu_{A \cap B} = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad (2.9)$$

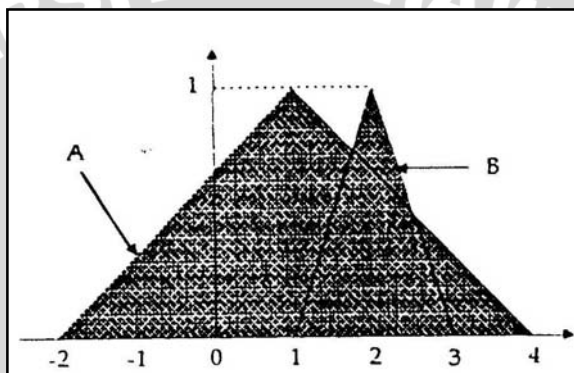
Operasi irisan diperlihatkan dalam Gambar 2.5.

c. *Komplemen (complement)*

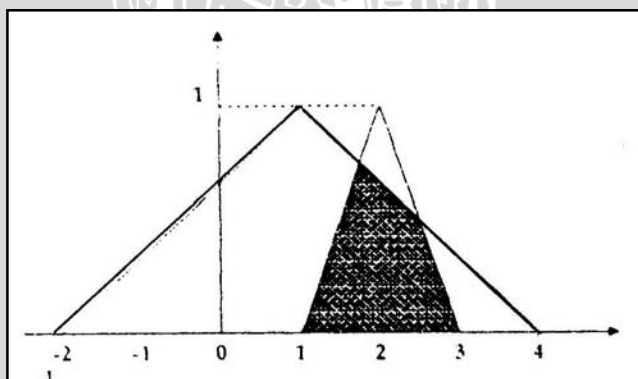
Komplemen himpunan *fuzzy* A dinotasikan sebagai \bar{A} . Operasi komplemen didefinisikan sebagai:

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (2.10)$$

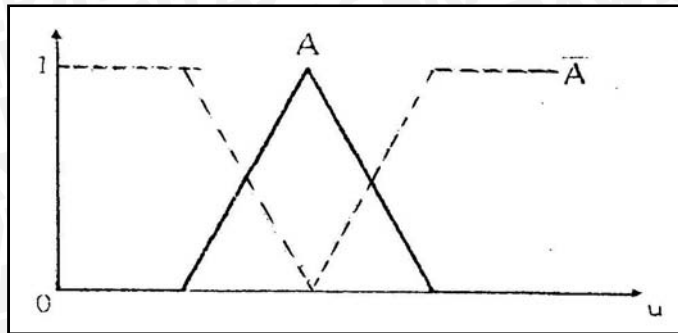
Operasi komplemen himpunan *fuzzy* A diperlihatkan dalam Gambar 2.6.



Gambar 2.4. Contoh operasi gabungan himpunan *fuzzy* A dan B
 Sumber: G. Klir dan Bo Yuan, 1995 : 111



Gambar 2.5. Contoh operasi irisan himpunan *fuzzy* A dan B
 Sumber: G. Klir dan Bo Yuan, 1995 : 111

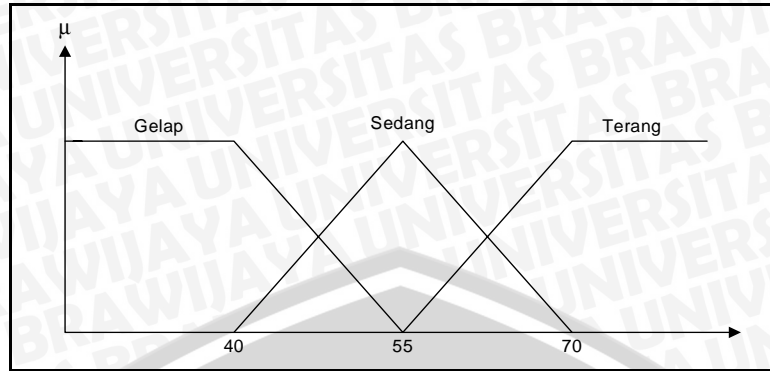


Gambar 2.6. Contoh operasi komplemen himpunan *fuzzy* A
 Sumber: Jamshidi, dkk., 1993 : 19

2.1.4 Variabel Linguistik (*Linguistic Variable*)

Pendekatan dengan himpunan *fuzzy* untuk mempresentasikan cara berpikir manusia memerlukan variabel linguistik sebagai pengganti dari variabel yang biasa digunakan dalam pendekatan kuantitatif. Variabel linguistik ini berupa ungkapan-ungkapan yang bersifat kualitatif dan berfungsi untuk menyatakan himpunan *fuzzy*. Dalam berpikir manusia menggunakan ungkapan yang bersifat kualitatif terhadap informasi-informasi yang diinderanya.

Himpunan *fuzzy* memiliki nilai kebenaran yang dinyatakan dalam bentuk informasi linguistik, seperti sangat gelap, gelap, sedang, terang, terang sekali dan sebagainya sebagai variabel, yang disebut variabel *fuzzy*. Variabel linguistik dapat dipandang sebagai variabel yang nilainya merupakan bilangan *fuzzy* atau sebagai variabel yang nilai-nilainya didefinisikan dalam bentuk linguistik. Sebagai contoh, gelap didefinisikan sebagai intensitas cahaya ruang dibawah 40X, sedang sebagai intensitas cahaya ruang 55X dan terang sebagai intensitas cahaya ruang diatas 70X, maka fungsi keanggotaan dengan intensitas cahaya sebagai variabel linguistik dengan tiga variabel *fuzzy*: gelap, sedang dan terang yang ditunjukkan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Diagram representasi dari fuzzy intensitas cahaya
 Sumber: Lee, 1990:406

2.1.5 Aturan Fuzzy “If-Then”

Kaidah atur yang digunakan dalam logika *fuzzy* berupa kaidah atur “If-Then”. Aturan “If” menunjukkan situasi sedangkan aturan “Then” menunjukkan aksi. Aturan “If” disebut antiseden sedangkan “Then” disebut konsekuen. Antiseden ini menunjukkan daerah masukan yang dikarakteristikan dalam semesta himpunan variabel masukan. Konsekuen mendefinisikan aksi kontrol yang diinginkan.]. Bentuk umum dari aturan logika *fuzzy* ini sebagai berikut,

If (kondisi), *Then* (aksi)

Untuk menghubungkan suatu pernyataan dengan pernyataan lain digunakan operator AND, OR, dan ALSO. Operator AND dan OR digunakan pada bagian antiseden, sedangkan ALSO digunakan pada bagian konsekuen. Operator AND menyatakan operasi irisan, OR menyatakan operasi gabungan, dan ALSO digunakan untuk mengindikasikan adanya keluaran majemuk dalam aturan *fuzzy*. (Jun Yuan, 1994: 31)

Penggunaan operator ini dicontohkan sebagai berikut :

If x_1 adalah A_{k1} OR x_2 adalah A_{k2} AND x_3 adalah A_{k3} *Then* y_1 adalah B_{k1}

ALSO y_2 adalah B_{k2}

secara sederhana ditulis

If A_{k1} OR A_{k2} AND A_{k3} *Then* B_{k1} ALSO B_{k2}

Untuk sistem MISO (*multi input single output*) dengan n masukan, aturan *fuzzy* ke- k ditunjukkan pada persamaan 2.11.

$$\text{If } A_{k1} \text{ AND } \dots \text{ AND } A_{ki} \text{ AND } \dots \text{ AND } A_{kn} \text{ Then } B_k \quad (2.11)$$

dengan : $i = 1, 2, \dots, n$

A_{ki} = Himpunan *fuzzy* variabel masukan x_i dalam aturan *fuzzy* ke- k

B_k = Himpunan *fuzzy* variabel keluaran y_j dalam aturan *fuzzy* ke- k

Metode-metode penalaran untuk memperoleh keputusan *fuzzy* ada dua, yaitu :

- a. Metode nilai point MAX-MIN
- b. Metode nilai point MAX-DOT

Diasumsikan terdapat dua basis kaidah atur untuk *fuzzy*, yaitu :

Kaidah atur 1 : *If* x adalah A_1 AND y adalah B_1 *Then* z adalah C_1

Kaidah atur 2 : *If* x adalah A_2 AND y adalah B_2 *Then* z adalah C_2

Jika kaidah atur ke- i dinyatakan dengan α_i maka dua kaidah atur di atas dapat dinyatakan kembali sebagai berikut :

$$\alpha_1 = \mu_{A_1}(x_0) \wedge \mu_{B_1}(y_0)$$

$$\alpha_2 = \mu_{A_2}(x_0) \wedge \mu_{B_2}(y_0) \quad (2.12)$$

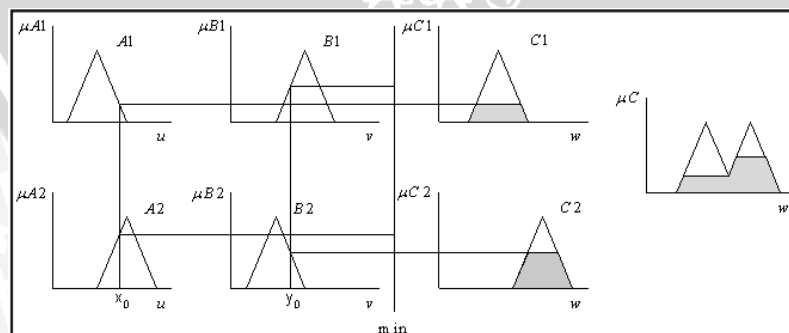
dengan x_0 dan y_0 menyatakan masukan *crisp*.

- a. Metode penalaran MAX-MIN

Pada metode penalaran MAX-MIN fungsi keanggotaan konsekuen C dinyatakan dengan :

$$\mu_c(w) = (\alpha_1 \wedge \mu_{c1}(w)) \vee (\alpha_2 \wedge \mu_{c2}(w)) \quad (2.13)$$

metode penalaran MAX-MIN diperlihatkan dalam Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Metode penalaran *fuzzy* MAX-MIN

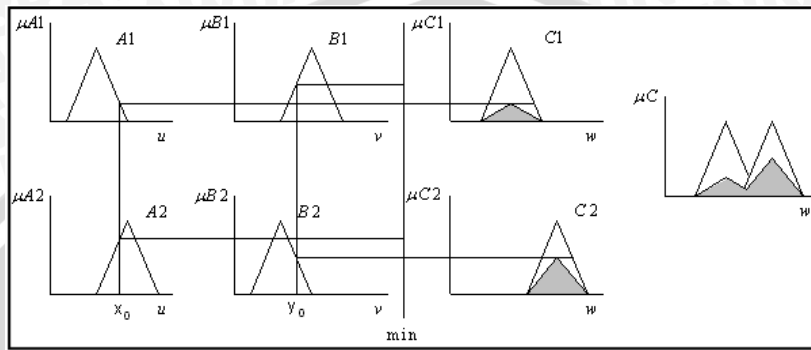
Sumber: Jun Yan, dkk., 1994 : 55

b. Metode penalaran MAX-DOT

Pada metode penalaran MAX-DOT fungsi keanggotaan konsekuen C dinyatakan pada persamaan 2.14.

$$\mu_c(w) = (\alpha_1 \cdot \mu_{c1}(w)) \vee (\alpha_2 \cdot \mu_{c2}(w)) \tag{2.14}$$

metode penalaran MAX-DOT diperlihatkan dalam Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Metode penalaran fuzzy MAX-DOT
 Sumber: Jun Yan, dkk., 1994 : 55

2.1.6 Kontrol Logika Fuzzy

Kontrol logika fuzzy adalah sistem berbasis aturan (*rule based system*) yang didalamnya terdapat himpunan aturan fuzzy yang mempresentasikan mekanisme pengambilan keputusan. Aturan yang dibuat digunakan untuk memetakan variabel *input* ke variabel *output* dengan pernyataan *If-Then*.

Pengontrol ini akan menggunakan data tertentu (*crisp*) dari sejumlah sensor kemudian mengubahnya menjadi bentuk lingustik atau fungsi keanggotaan melalui proses fuzzifikasi. Lalu dengan aturan fuzzy, *inference engine* yang akan menentukan hasil keluaran fuzzy. Setelah itu hasil ini akan diubah kembali menjadi bentuk numerik, proses ini disebut defuzzifikasi.

Beda antara logika fuzzy dengan metode kontrol analitis adalah pada ekspresi yang digunakan untuk menyatakan hubungan antara *input* dengan *output*. Metode kontrol konvensional menggunakan atau memerlukan suatu ekspresi baik secara teoritis maupun numeris secara tepat untuk menyatakan hubungan *input-output* dalam suatu sistem. Sedangkan metode fuzzy menggunakan pernyataan-pernyataan jika-maka



(*if-then*) untuk menyatakan hubungan antara input dengan output sistem. Pernyataan-pernyataan ini dapat dibangun berdasarkan pengalaman, pengetahuan, ataupun intuisi manusia. Pengetahuan yang didapat bisa berasal dari percobaan-percobaan yang dilakukan untuk mengenali tingkah laku (*behaviour*) dari proses.

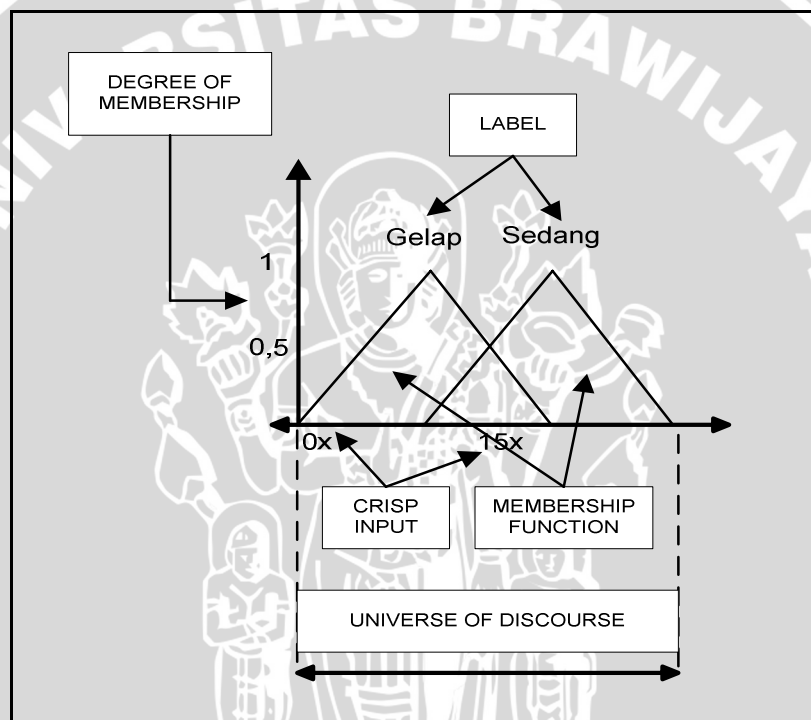
Pernyataan-pernyataan *if-then* pada logika *fuzzy* dinamakan dengan *rules* (aturan-aturan), dimana pernyataan “*if*” digunakan untuk menggambarkan dari kondisi sistem yang terjadi dan kondisi “*then*” digunakan untuk menggambarkan aksi yang akan dilakukan pada sistem jika kondisi sistem sama seperti yang digambarkan pada pernyataan “*if*” di atas. Contoh: “*if intensitas cahaya is gelap then contrast is sedang*”, menyatakan bahwa jika kondisi intensitas cahaya gelap maka aksi yang dilakukan adalah *contrast* gambar sedang. Pernyataan “*intensitas cahaya is gelap*” disebut *antecedent* sedangkan pernyataan “*contrast is sedang*” disebut dengan *consequent*. Pernyataan-pernyataan yang digunakan dalam logika *fuzzy* tidak selalu mempunyai bentuk seperti contoh diatas, karena pada penerapannya, pernyataan yang dibuat dapat terdiri lebih dari satu *antecedent*. Jika menggunakan lebih dari satu *antecedent* digunakan pernyataan “*and*” sebagai penghubung, sehingga bentuk pernyataannya adalah seperti berikut “*if antecedent1 and antecedent2 then consequent*”.

Dengan menggunakan aturan-aturan seperti diatas akan mempermudah untuk melakukan kontrol suatu sistem, dibandingkan dengan jika harus membuat suatu perhitungan matematis yang rumit untuk menggambarkan suatu proses kontrol. Tetapi pada logika *fuzzy* pernyataan *if-then* harus terlebih dahulu dimasukkan ke dalam suatu label yang disebut dengan *Fuzzy Associative Memory* (FAM), dimana untuk memasukkan rule ke dalam FAM harus dilakukan dengan hati-hati agar pergantian *rules* tidak terlalu tiba-tiba.

Seperti yang telah dibahas diatas yaitu bahwa logika *fuzzy* selalu menyatakan suatu perubahan secara gradual sehingga setiap kondisi mempunyai derajat yang disebut sebagai *Degree of Membership*. Fungsi

yang menyatakan hubungan antara suatu kondisi dengan derajatnya disebut fungsi keanggotaan (*Membership Function*). *Membership function* ini bisa berbentuk segitiga, trapesium, *singleton*, maupun berbentuk kurva. Tetapi untuk yang berbentuk kurva agak jarang digunakan sebab lebih sulit implementasinya dibandingkan dengan ketiga bentuk lainnya.

Lebih lanjut mengenai bagian-bagian dari membership function dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.10 Bagian *Membership Function*

Keterangan gambar diatas:

- *Label*
Merupakan deskripsi dari nama yang digunakan untuk mengidentifikasi *membership function*, label-label ini menunjukkan suatu keadaan misalnya Gelap Sekali, Gelap, Sedang, Terang, Terang Sekali.
- *Degree of Membership*

Menyatakan derajat keanggotaan dari *crisp input* yang sesuai dengan *membership function* dengan nilai antara 0 sampai 1. Juga disebut sebagai *membership grade* atau *fuzzy input*.

- *Crisp Input*

Merupakan nilai *input* dari proses *fuzzy* yang merupakan besaran suatu kondisi, misalnya 15X.

- *Membership Function*

Mendefinisikan *fuzzy sets* dengan memetakan *crisp input* dari nilai domainnya ke dalam derajat keanggotaan (*degree of membership*).

- *Universe of Discourse*

Adalah *range* dari semua nilai yang mungkin dipakai dalam variabel sistem, merupakan semesta dari himpunan *input*.

Adapun langkah-langkah yang dipakai dalam metode perancangan *Fuzzy* adalah sebagai berikut:

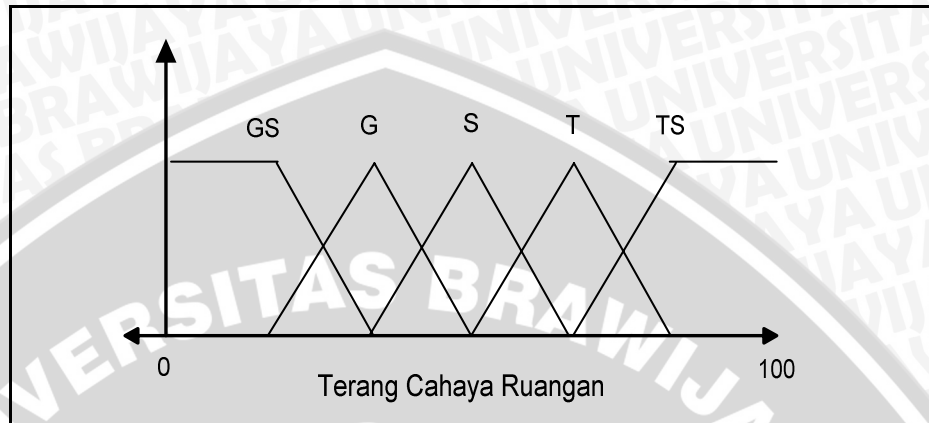
- Menganalisa sistem kontrol secara keseluruhan.
- Menentukan batasan *input-output*.
- Menentukan *if-then* rules.
- Optimasi ke dalam target sistem.

2.1.6.1 Fuzzifikasi

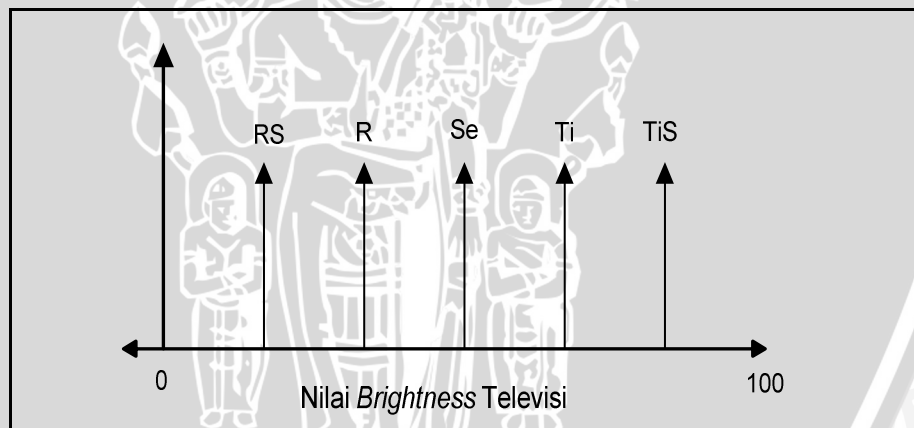
Langkah pertama dalam proses logika *fuzzy* melibatkan transformasi domain yang disebut dengan proses fuzzifikasi (*fuzzification*). Tujuan utama dari proses fuzzifikasi adalah mentransformasikan *crisp input* menjadi *fuzzy input*. Untuk mentransformasikan *crisp input* menjadi *fuzzy input*, terlebih dahulu harus menentukan *membership function* untuk tiap *input*. Setelah menentukan *membership function*-nya maka proses fuzzifikasi mulai mengambil nilai *input* (dapat berupa jarak, intensitas cahaya, dan sebagainya) dan membandingkannya dengan *membership function* yang telah ada untuk menghasilkan harga *fuzzy input*.

Dalam proses fuzzifikasi dapat diolah lebih dari satu macam *crisp input*. Misalnya untuk pengaturan *contrast* gambar pada layar sebuah

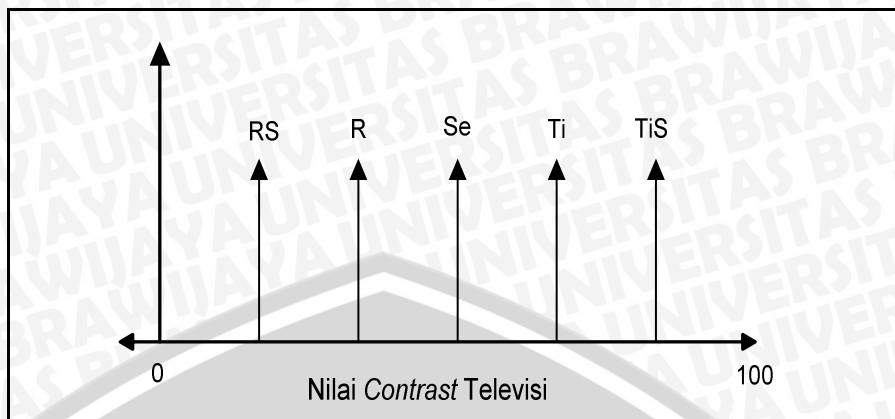
televise dalam ruangan, maka yang dijadikan input adalah intensitas cahaya ruangan dan keadaan *contrast* sebelumnya. Adapun gambar *membership function* dari tiap-tiap input adalah seperti berikut:



Gambar 2.11 *Membership Function* Terang Cahaya Ruangan



Gambar 2.12 *Membership Function* Nilai Brightness Televisi



Gambar 2.13 Membership Function Nilai Contrast Televisi

Keterangan:

- | | |
|--------------------|---------------------|
| GS = Gelap Sekali | RS = Rendah Sekali |
| G = Gelap | R = Rendah |
| S = Sedang | Se = Sedang |
| T = Terang | Ti = Tinggi |
| TS = Terang Sekali | TiS = Tinggi Sekali |

2.1.6.2 Rule Evaluation (Inferensi Fuzzy)

Setelah selesai membuat *membership function*, langkah selanjutnya adalah membuat *rule-rule* yang akan digunakan untuk mengevaluasi harga *fuzzy input* yang telah dihasilkan oleh proses fuzzifikasi agar menjadi suatu harga *fuzzy output*. Berikut ini adalah contoh *Fuzzy Associative Memory* dari *contrast* televisi.

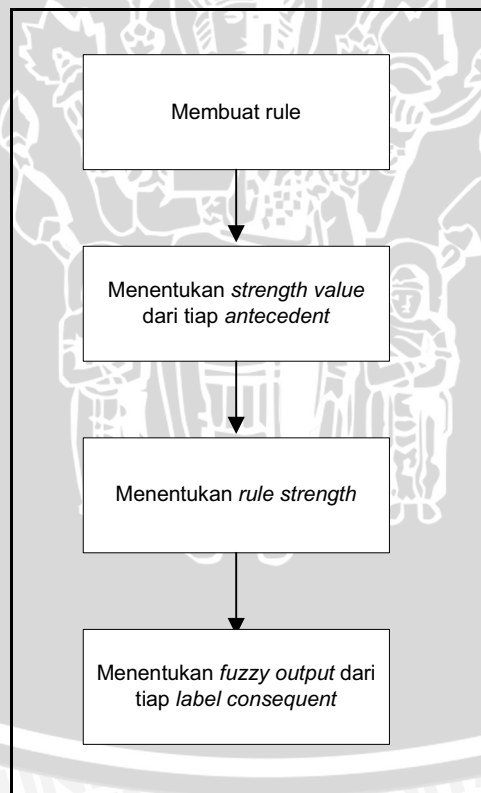
Tabel 2.1 FAM

| Intensitas Cahaya Ruang | Nilai <i>contrast</i> Televisi Sebelum | Nilai <i>contrast</i> Televisi |
|-------------------------|--|--------------------------------|
| Gelap | Rendah Sekali | Rendah |
| Sedang | Rendah Sekali | Tinggi |
| Tinggi | Rendah Sekali | Tinggi |

Dari contoh tabel diatas, dapat dituliskan aturan if-then sebagai berikut:

- *if* intensitas cahaya ruang *is* Gelap (*antecedent1*) *and* nilai *contrast* televisi sebelum *is* Rendah Sekali (*antecedent2*) *then* nilai *contrast* televisi *is* Sedang (*consequent*).
- *if* intensitas cahaya ruang *is* Sedang (*antecedent1*) *and* nilai *contrast* televisi sebelum *is* Rendah Sekali (*antecedent2*) *then* nilai *contrast* televisi *is* Tinggi (*consequent*).
- *if* intensitas cahaya ruang *is* Tinggi (*antecedent1*) *and* nilai *contrast* televisi sebelum *is* Rendah Sekali (*antecedent2*) *then* nilai *contrast* televisi *is* Tinggi (*consequent*).

Untuk meringkas *proses* yang terjadi pada tahap rule evaluation ini dapat digambarkan melalui blok diagram dibawah ini.



Gambar 2.14 Proses *Rule Evaluation*

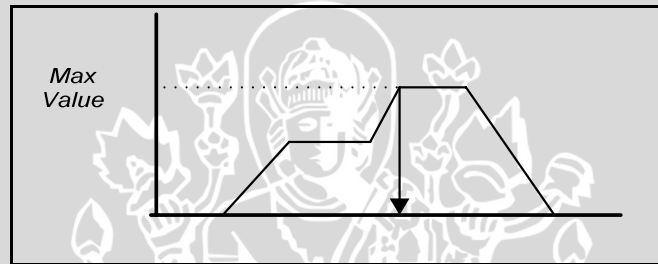
2.1.6.3 Defuzzifikasi

Pada proses defuzzifikasi semua nilai fuzzy output yang dihasilkan dari proses rule evaluation dikombinasikan dengan membership function output untuk menghasilkan suatu nilai output yang sesuai dengan system yang diinginkan.

Metode pada proses defuzzifikasi yang umum digunakan ada dua macam, yaitu metode *Maximizer* dan metode *Centroid (Center of Gravity)*.

2.1.6.3.1 Metode Maximizer

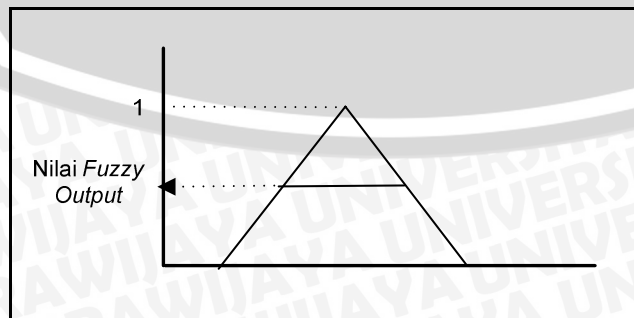
Metode ini mengambil lokasi dari nilai tertinggi (maximum value) pada fuzzy output sebagai hasil akhirnya.



Gambar 2.15 Metode Nilai Maximum

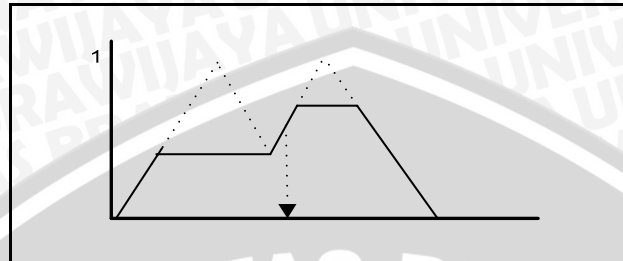
2.1.6.3.2 Metode Centroid (Center of Gravity)

Pada metode ini setiap *membership function output* yang mempunyai nilai di atas nilai *fuzzy output* akan dipotong. Pemotongan ini disebut dengan *lamda cut*. Hasilnya (*membership function* yang telah terpotong) digabungkan lalu baru dihitung *Center of Gravity* keseluruhannya. Gambar berikut ini adalah gambar dari pemotongan *membership function (lamda cut) output*.



Gambar 2.16 Lamda Cut

Gambar berikut ini akan menunjukkan masing-masing *membership function* yang telah dipotong dan digabungkan dengan *membership function* yang lain lalu diambil *center of gravity*-nya.



Gambar 2.17 Metode *Center of Gravity*

Metode defuzzifikasi *Center of Gravity* (COG) dapat juga diterapkan pada *output membership function* yang berbentuk *singleton*. *Membership function output* yang berbentuk *singleton* merupakan sebuah garis vertikal tunggal yang tidak mempunyai bobot. Pada pemotongan (*lamda cut*) yang dilakukan cukup dengan pengurangan tinggi dari garis vertikal tersebut.



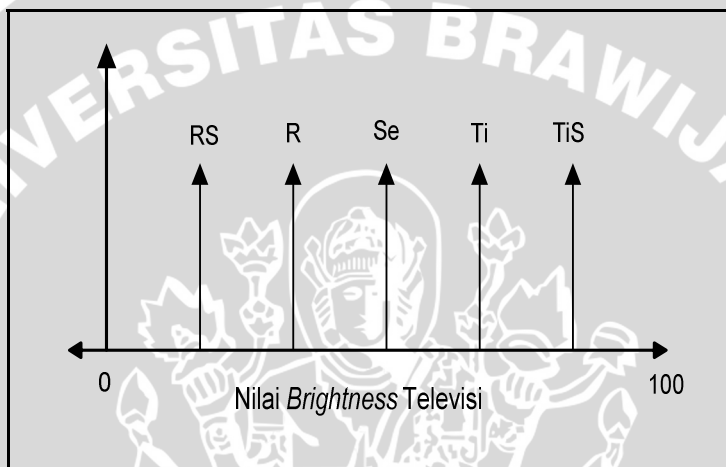
Gambar 2.18 *lamda Cut* Pada *Singleton*

Pada *membership function output* berbentuk *singleton* ini untuk mendapatkan harga *crisp output* cukup dengan menjumlahkan hasil perkalian dari *fuzzy output* dengan koordinat x dari posisi *singleton*.

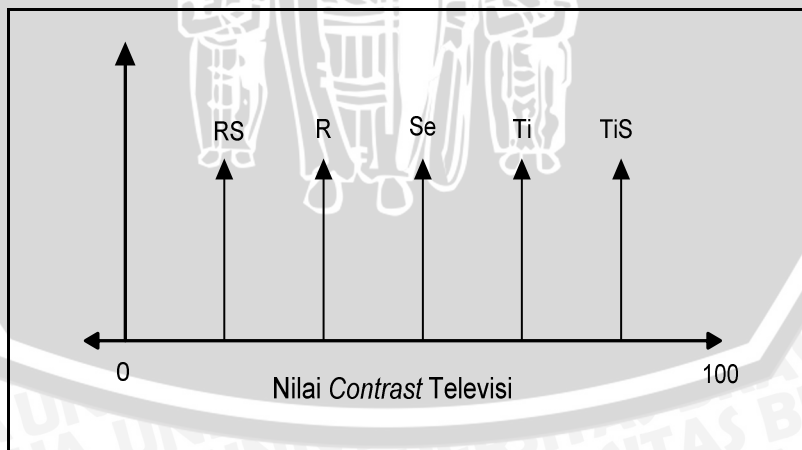
Kemudian hasilnya dibagi dengan jumlah *fuzzy output*. Missal dari gambar 2.12 diatas maka *crisp output* yang didapatkan adalah:

$$\text{Crisp Output} = \frac{0,6*10 + 0,4*20 + 0,8*30}{0,6 + 0,4 - 0,8} = 21,11 \quad (2.15)$$

Dalam tugas akhir ini, metode defuzzifikasi yang dipakai adalah metode COG. *Membership function* output yang dipakai berbentuk *singleton* seperti contoh dibawah ini:



Gambar 2.19 Membership Function Nilai Brightness Televisi

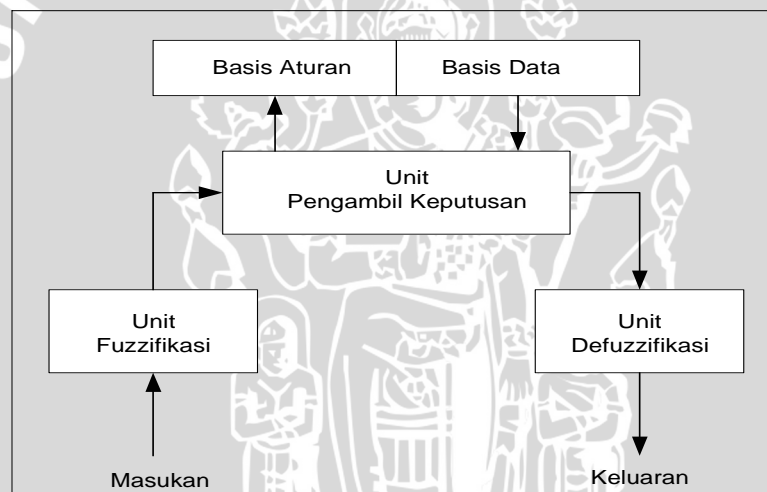


Gambar 2.20 Membership Function Nilai Contrast

2.1.6.4 Struktur Kontrol Logika *Fuzzy*

Kontroler logika fuzzy menggunakan himpunan, aturan kontrol dan mekanisme inferensi *fuzzy* untuk menentukan aksi kontrol pada *plant*.

Kontroler logika *fuzzy* merupakan kontrol dengan *loop* tertutup. Elemen utama kontroler logika fuzzy terdiri dari unit fuzzifikasi, unit mekanisme pengambil keputusan (inferensi), unit defuzzifikasi, dan unit basis pengetahuan. Basis pengetahuan dibagi dua yaitu basis data untuk menentukan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* dan basis aturan untuk memetakan nilai *fuzzy* dari masukan ke nilai keluaran. Variabel sistem yang digunakan ada dua, yaitu variabel masukan (E dan CE) dan variabel keluaran (U). Struktur kontroler logika *fuzzy* dasar diperlihatkan dalam gambar 2.21.



Gambar 2.21 Struktur kontroler logika *fuzzy* dasar
Sumber : Jun Yan,1994 :47

Nilai keluaran ke dan dari kontroler berbentuk *crisp*, operator fuzzifikasi memetakan *crisp* ke dalam bentuk fuzzy dan operator defuzzifikasi memetakan *fuzzy* ke dalam bentuk *crisp*. Kaidah atur untuk menentukan aksi kontrol ditentukan dengan menggunakan kaidah atur pendekatan tabel.

Jika ditentukan variabel E dan CE dibagi tujuh variabel, Negatif Besar (NB), Negatif Sedang (NS), Negatif Kecil (NK), Sekitar Nol (SN), Positif Kecil (PK), Positif Sedang (PS), dan Positif Besar (PB), maka

kaidah atur yang diperoleh diperlihatkan dalam Tabel 2.2. Tabel kaidah atur ini dikenal sebagai kaidah atur Mac Vicar-Whelan.

Tabel 2.2 Tabel kaidah atur dalam bentuk matrik

| E CE | NB | NS | NK | SN | PK | PS | PB |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|
| PB | SN | PK | PS | PB | PB | PB | PB |
| PS | NK | SN | PK | PS | PB | PB | PB |
| PK | NS | NK | SN | PK | PS | PB | PB |
| SN | NB | NS | NK | SN | PK | PS | PB |
| NK | NB | NB | NS | NK | SN | PK | PS |
| NS | NB | NB | NB | NS | NK | SN | PK |
| NB | NB | NB | NB | NB | NS | NK | SN |

Sumber : Hillowala dan Sharaf,57

2.2 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah besaran pokok fisika untuk mengukur daya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya pada arah tertentu per satuan sudut. Satuan SI dari intensitas cahaya adalah Candela (Cd). Dalam bidang optika dan fotometri (fotografi), kemampuan mata manusia hanya sensitif dan dapat melihat cahaya dengan panjang gelombang tertentu (spektrum cahaya nampak) yang diukur dalam besaran pokok ini.

Intensitas cahaya monokromatik pada panjang gelombang λ adalah:

$$I_v = 683 I \bar{y}(\lambda), \tag{2.16}$$

di mana

I_v intensitas cahaya dalam satuan Candela,

I intensitas radian dalam unit W/sr,

$\bar{y}(\lambda)$ fungsi intensitas standar.

Intensitas cahaya total untuk semua panjang gelombang menjadi:

$$I_v = 683 \int_0^\infty I(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda. \tag{2.17}$$



Alat ukur cahaya (lux meter) adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya di suatu tempat. Besarnya intensitas cahaya ini perlu untuk diketahui sehingga memudahkan dalam pengukuran perubahan cahaya dalam ruangan.

Intensitas cahaya di dalam ruangan, dimana sebuah televisi berada sangat berpengaruh pada kenyamanan mata dalam melihat gambar pada layar televisi tersebut. Apabila terjadi perubahan intensitas cahaya ruangan maka tentunya penglihatan pengguna pesawat televisi akan menjadi tidak nyaman lagi dalam melihat gambar pada layar televisi tersebut. Dengan demikian terdapat hubungan antara intensitas cahaya ruangan dengan *brightness* dan *contrast* gambar pada pesawat televisi tersebut. Dalam hal ini pengontrolan kondisi gambar pada pesawat televisi tersebut adalah besar *brightness* dan *contrast* gambar pada layar televisi. Apabila intensitas cahaya ruangan meningkat maka besar *brightness* dan *contrast* gambar pada layar televisi juga harus ditingkatkan supaya pengguna tetap merasa nyaman dalam melihatnya. Demikian pula sebaliknya, apabila intensitas cahaya ruangan menurun maka besar *brightness* dan *contrast* gambar pada televisi juga harus diturunkan untuk menjaga kenyamanan mata pengguna pesawat televisi.

2.3 Sensor Cahaya (LDR)

LDR adalah jenis Resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Bila cahaya gelap nilai tahanannya semakin besar, sedangkan cahayanya terang nilainya menjadi semakin kecil. Resistansi LDR akan berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya atau yang ada disekitarnya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar $10M\Omega$ dan dalam keadaan terang sebesar $1K\Omega$ atau kurang. LDR terbuat dari bahan semikonduktor seperti kadmium sulfida. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat. Artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan. Respon dari rangkaian transistor akan sangat tergantung pada nilai LDR yang digunakan. Lebih tinggi nilai tahanannya akan lebih cepat respon rangkaian.



Gambar 2.22 LDR

LDR terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya. Pada saat gelap atau cahaya redup, bahan dari cakram tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah yang relatif kecil. Sehingga hanya ada sedikit elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya redup LDR menjadi konduktor yang buruk, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang besar pada saat gelap atau cahaya redup.

Pada saat cahaya terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut. Sehingga akan ada lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya terang LDR menjadi konduktor yang baik, atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang kecil pada saat cahaya terang. LDR sangat peka terhadap perubahan intensitas cahaya tampak, seperti sinar matahari, lampu, atau cahaya lilin.

2.4 Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Untuk memperoleh resolusi sensor yang diinginkan bisa ditangani oleh ADC sehingga keluaran sensor harus dihubungkan dengan rangkaian pengkondisi sinyal.

Rangkaian pengkondisi sinyal dibentuk berdasarkan hubungan yang linier antara tegangan keluaran dan tegangan masukan rangkaian. Hubungan ini dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan garis lurus, yaitu:

$$V_{out} = mV_{in} + V_o \quad (2.18)$$

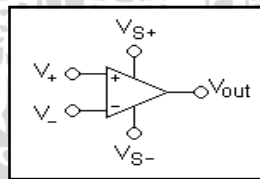
dengan m adalah kemiringan garis yang menyatakan penguatan dan V_o adalah tegangan *offset* keluaran.

2.5 Penguat Operasional (Op-Amp)

Pada dasarnya penguat operasional (op-amp) merupakan penguat dc *gain* tinggi yang sangat baik. Model penguat kerja yang sederhana hanya mempunyai dua sifat yang diperlukan dalam analisis rangkaian, yaitu:

- Arus yang masuk ke kedua kutub masukannya sama dengan nol
- Tegangan di antara kedua kutub masukannya sama dengan nol

Op-amp mempunyai lima terminal dasar yaitu dua untuk mensuplai daya, dua untuk isyarat masukan dan satu untuk keluaran. Simbol op-amp ditunjukkan dalam Gambar 2.23.



Gambar 2. 23. Simbol Penguat Operasional
Sumber : Malvino, 1995

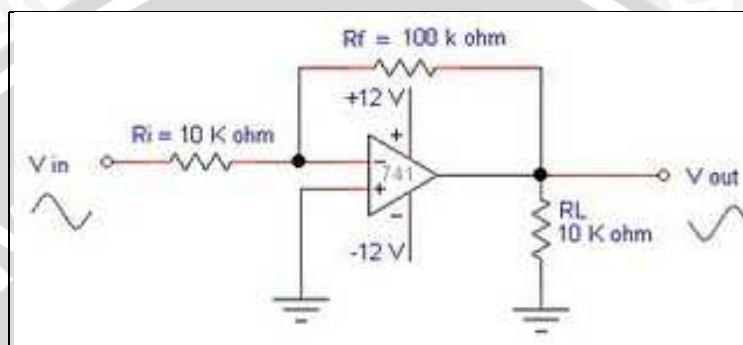
Penguat operasional mempunyai karakteristik ideal sebagai berikut:

1. Resistansi masukan tak terhingga, $R_{in} = \infty$. Akibatnya tidak ada arus yang masuk pada kedua terminal masukan.
2. Resistansi keluaran $R_o = 0$.
3. Penguatan tegangan tak terhingga, $A_v = \infty$.
4. Penguat operasional menanggapi semua frekuensi sama (lebar pita tak terhingga).

Jika tegangan masukan pada kedua terminal sama maka tegangan keluaran adalah nol.

2.6 Penguat Operasi membalik (*Inverting Amplifier*)

Pada rangkaian penguat membalik, sinyal tegangan input V_{in} (E_i) dihubungkan ke terminal input negatif op-amp melalui suatu tahanan input R_i .



Gambar 2.24. Penguat Membalik
Sumber : Rober F. Coughlin, 1994:47

Umpan balik negatif dibuat oleh tahanan umpan balik R_f . Tegangan antara terminal input positif dan terminal input negatif yang dinamakan tegangan differensial E_d sangat kecil sekali ($\pm 65 \mu V$), sehingga boleh diabaikan atau dianggap sama dengan 0 V. Karena itu terminal input negatif juga 0, sehingga terminal input negatif dinyatakan pada ground semu. Karena ujung R_i yang satu ada di E_i dan ujung yang lain ada di 0 V, maka penurunan tegangan melalui R_i adalah sebesar E_i dan arus yang melalui R_i adalah I , dimana:

$$I = E_i/R_i \quad (2.19)$$

Arus I juga mengalir melalui R_f , karena jumlah arus yang dialirkan ke terminal input negatifnya dapat diabaikan, sehingga arus yang mengalir melalui R_f ditentukan oleh E_i dan R_i . Penurunan tegangan yang melalui R_f adalah:

$$V_{R_f} = I.R_f = (E_i/R_i)R_f \quad (2.20)$$

Salah satu ujung R_f terhubung dengan tahanan beban R_1 . Tegangan di R_1 terhadap ground ini disebut V_o . Ujung R_f dan R_1 yang lain berada di ground,

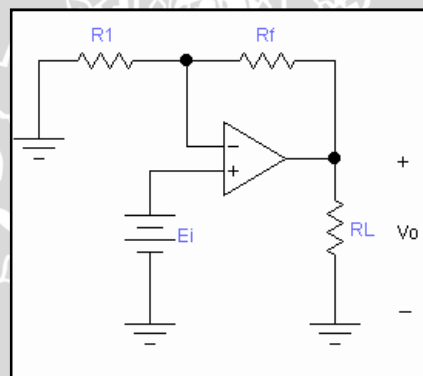
karena itu V_o menyamai V_{Rf} namun polaritasnya terbalik, dengan kata lain $V_o = -V_{Rf}$, sehingga diperoleh:

$$V_o = -E_i (R_f/R_i) \text{ dan} \quad (2.21)$$

$$A_{cl} = V_o/V_i = -R_f/R_i \quad (2.22)$$

2.7 Penguat Operasi Tak Pembalik (*Non-Inverting Amplifier*)

Penguat umpan balik tegangan tak membalik adalah penguat tegangan yang mendekati ideal karena impedansi masukan tinggi, impedansi keluarannya rendah dan bati tegangannya yang mantap. Pada penguat jenis ini sinyal masuk menggerakkan masukan tak membalik dari penguat, sebagian dari tegangan keluar kemudian dicuplik dan diumpankan kembali ke masukan membalik. Gambar 2.25 menunjukkan penguat tak membalik.



Gambar 2.25. Penguat Tak Membalik
Sumber : Rober F. Coughlin, 1994:47

Tegangan keluaran V_o mempunyai polaritas yang sama dengan tegangan masukan E_i . Tahanan masukan dari masukan pembalik adalah R_i tetapi tahanan masukan dari masukan tak membalik adalah besar, biasanya melebihi 100 M Ω . karena tegangan antara masukan (+) dan masukan (-) secara praktis adalah 0 maka kedua masukan itu berada pada potensial yang sama yaitu E_i . Karena E_i melintasi R_i dan E_i menyebabkan arus I mengalir seperti diberikan oleh:

$$I = \frac{E_i}{R_i} \quad (2.23)$$

Arah I tergantung pada polaritas E_i , arus yang mengalir lewat masukan(-) diabaikan karenanya I mengalir melalui R_f dan penurunan tegangan melintasi R_f dinyatakan oleh V_{R_f} dan dinyatakan sebagai:

$$V_{R_f} = I \cdot (R_f) = \frac{R_f}{R_i} \times E_i \quad (2.24)$$

Maka tegangan keluaran V_o adalah:

$$V_o = E_i + \frac{R_f}{R_i} \cdot E_i$$

$$V_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_i}\right) \cdot E_i \quad (2.25)$$

dengan begitu *gain* tegangannya yaitu:

$$A_{CL} = \frac{V_o}{E_i} = 1 + \frac{R_f}{R_i} \quad (2.26)$$

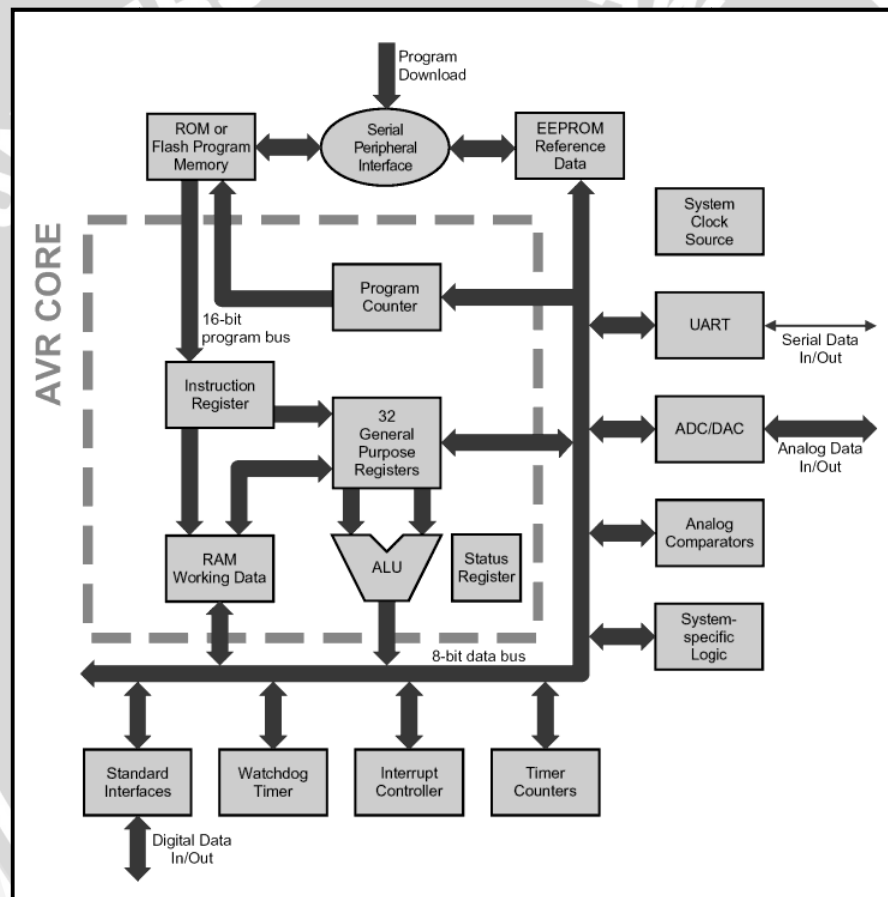
2.8 Mikrokontroler AVR

AVR merupakan mikrokontroler produksi Atmel yang menggunakan arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8 bit. AVR pertama kali diperkenalkan pada tahun 1996. AVR mengkombinasikan arsitektur RISC, memori *flash internal* dan jumlah *register* yang besar (32 buah) untuk memperoleh ukuran kode program, kinerja, dan konsumsi daya yang optimal. Sebagian besar instruksi AVR dieksekusi dalam satu siklus *clock*.

2.8.1 Arsitektur AVR

AVR menggunakan konsep arsitektur *Harvard* dengan memori dan bus terpisah untuk data dan program. Lebar bus program pada AVR adalah 16 bit sedangkan lebar bus data 8 bit. Memori program dieksekusi dengan *pipeline* satu tingkat. Saat instruksi sedang dieksekusi, instruksi yang berikutnya dibaca dari memori program. Konsep ini memungkinkan instruksi untuk dieksekusi dalam tiap-tiap siklus *clock*. Arsitektur AVR ditunjukkan dalam Gambar 2.26.

AVR memiliki jumlah *register* yang relatif besar untuk ukuran mikrokontroler 8 bit, yaitu 32 buah *general purpose registers*. AVR tidak memiliki *accumulator* seperti yang dimiliki sebagian besar mikroprosesor / mikrokontroler. Seluruh *register* terhubung ke ALU (*Arithmetic Logic Unit*) sehingga operasi ALU dapat dilaksanakan dengan menggunakan *general purpose registers* sebagai *operand*. Dua *operand* diambil dari *register*, operasi ALU dijalankan, dan hasil operasi disimpan ke dalam *register*, semuanya dilakukan dalam satu siklus *clock*. Dalam skala operasi yang relatif besar, operasi ALU dapat dijalankan dengan lebih cepat.

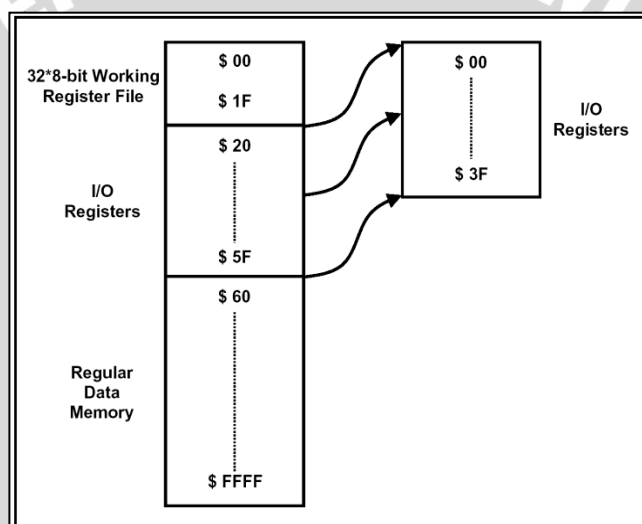


Gambar 2.26. Arsitektur AVR
Sumber : Datasheet ATmega8535

Enam dari 32 *register* dapat digunakan sebagai pasangan *register* 16 bit. Pasangan *register* 16 bit dapat digunakan sebagai *register pointer* untuk pengalamatan area data sehingga memungkinkan perhitungan

alamat menjadi lebih efisien. Ketiga *register* tersebut adalah *register X* (R26 dan R27), *Y* (R28 dan R28), dan *Z* (R30 dan R31).

Peta memori data AVR ditunjukkan dalam Gambar 2.27. Memori data dibagi menjadi 4 bagian. 32 alamat paling bawah (0000 – 001F) ditempati oleh *general purpose registers*. 64 alamat berikutnya (0020 – 005F) ditempati oleh *register I/O* yang mengatur piranti CPU seperti *register kontrol*, *timer/counter*, dan fungsi I/O lainnya. Alamat berikutnya digunakan oleh SRAM internal dan eksternal. Perlu dicatat, ukuran SRAM internal tidak sama untuk masing-masing tipe AVR, dan tidak semua tipe memiliki SRAM internal atau SRAM eksternal.



Gambar 2.27. Peta Memori AVR
Sumber : Datasheet Atmega8535

Selama interupsi dan pemanggilan *subroutine*, alamat pada *Program Counter* (PC) disimpan pada *stack*. Pada tipe AVR yang memiliki SRAM internal atau eksternal, *stack* dialokasikan di SRAM sehingga ukuran *stack* hanya terbatas oleh total ukuran dan pemakaian SRAM. Semua program harus menginisialisasi *Stack Pointer* (SP) di dalam rutin *reset*, sebelum *subroutines* atau *interrupt* dieksekusi. Sedangkan tipe AVR yang tidak memiliki SRAM, alamat pada PC disimpan di *stack hardware* yang memiliki ukuran terbatas.

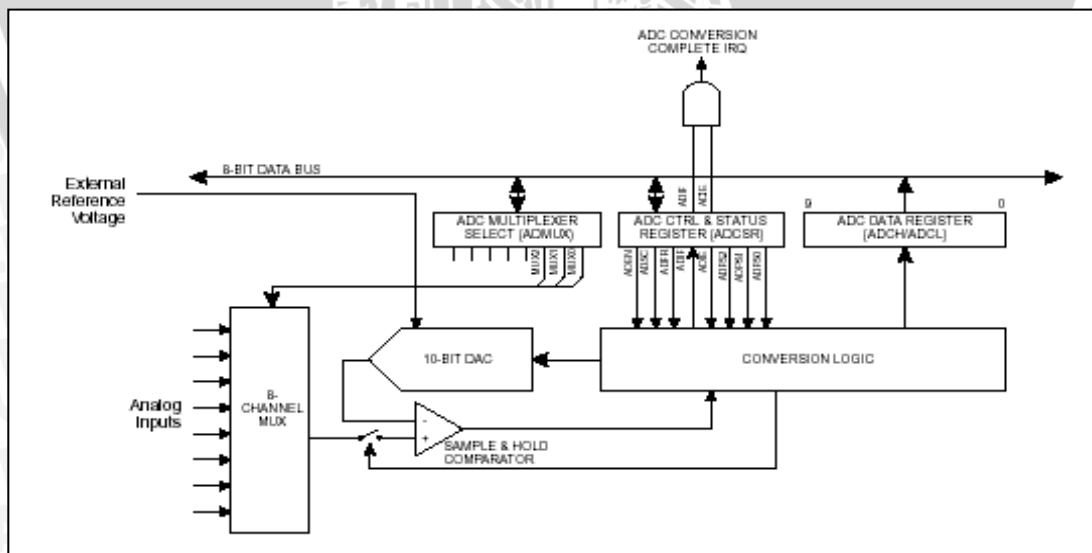
2.8.2 Periperal

AVR memiliki beberapa jenis periperal *internal*, di antaranya komparator *analog*, *timer/counter*, UART, *watchdog timer*, dan ADC/DAC. Periperal yang ada dalam *chip* AVR tergantung tipe AVR. Berikut ini akan dibahas jenis periperal AVR yang digunakan, yaitu ADC dan EEPROM.

2.8.2.1 ADC (*Analog to Digital Converter*)

Sebagian jenis AVR memiliki fasilitas ADC 10 bit. ADC ini terhubung dengan 8 saluran multiplekser *analog* yang membolehkan setiap pin pada *port A* untuk digunakan sebagai *input* untuk ADC. ADC terdiri dari satu *Sample / Hold Amplifier* yang memastikan bahwa tegangan *input* ke ADC ditahan pada *level* konstan selama konversi. Blok diagram dari ADC ditunjukkan dalam Gambar 2.28.

ADC mempunyai 2 pin tegangan *analog* yang terpisah yaitu AVCC dan AGND. AGND harus dihubungkan ke GND dan tegangan pada AVCC bedanya tidak boleh lebih dari $\pm 0.3V$ dari VCC. Perhatikan paragraph *ADC Noise Cancelling Techniques* tentang bagaimana menghubungkan pin ini. Tegangan referensi eksternal harus dikenakan ke pin AREF. Tegangan ini harus berada dalam *range* AGND – AVCC.



Gambar 2.28. Blok Diagram ADC
Sumber : Datasheet ATmega8535

ADC dapat beroperasi dalam dua *mode* yaitu *Single Conversion* dan *Free Run Mode*. Pada *Single Conversion Mode*, setiap konversi harus diinisialisasi oleh pengguna. Pada *Free Run Mode*, ADC secara konstan menyampling dan meng-*update* ADC *Data Register*. Dalam perancangan ini ADC dioperasikan dalam *Free Run Mode*.

Bit ADFR pada ADCSR berfungsi untuk memilih *mode* yang digunakan. ADC aktif dengan memberikan logika 1 ke bit ADC *Enable*, ADEN pada ADCSR. Konversi pertama dimulai setelah ADC diaktifkan dan memberikan logika 1 ke bit ADSC. Bit ini tetap *high* selama konversi berlangsung dan akan diset nol oleh *hardware* ketika konversi selesai. Jika suatu saluran data berbeda terpilih sedangkan suatu konversi masih dalam proses, ADC akan menyelesaikan konversi yang sekarang sebelum melakukan perubahan saluran. Sebagaimana ADC menghasilkan 10-bit, dua *register* data, ADCH dan ADCL, harus dibaca untuk mendapatkan hasil ketika konversi lengkap.

Mekanisme kerja sebagai berikut. Ketika pembacaan data, ADCL harus dibaca pertama kali. Sekali ADCL dibaca, akses ke *register* data diblok. Ini berarti bahwa jika ADCL telah dibaca dan konversi selesai sebelum ADCH dibaca, tidak ada satu *register* pun yang di-*update* dan hasil dari konversi hilang. Ketika ADCH dibaca, akses ADC ke *register* ADCH dan ADCL di-*enable* ulang. ADC pada ATmega8535 memiliki interup sendiri, ADIF, yang bisa dipicu ketika konversi selesai. ADC terdiri dari *prescaler*, yang membagi *system clock* menjadi frekuensi *clock* ADC yang mudah diterima.

ADC menerima frekuensi *clock input* dalam *range* 50 - 200 kHz. Penggunaan frekuensi *input* yang lebih tinggi akan menghasilkan tingkat akurasi yang rendah. Bit ADPS0 - ADPS2 pada ADCSR digunakan untuk menghasilkan frekuensi *clock input* ADC yang diperlukan dari frekuensi XTAL di bawah 100 kHz. *Prescaler* mulai menghitung saat ADC di *switch on* dengan mengeset bit ADEN pada ADCSR. *Prescaler* dijaga tetap bekerja

selama bit ADEN diset dan secara kontinyu direset ketika ADEN rendah. Ketika penginisialisasian konversi dengan mengeset bit ADSC pada ADCSR, konversi mulai pada tepi naik dari siklus *clock* ADC. Hasil konversi siap dan ditulis pada *Register* Hasil ADC setelah 13 siklus. Pada *Free Run Mode*, konversi yang baru akan dimulai dengan tiba-tiba setelah hasil konversi ditulis pada ADC *Result Register*. Menggunakan *Free Run Mode* dan frekuensi clock ADC 200 kHz memberikan konversi waktu terendah, 65 ms, ekuivalen dengan 15.4 kSPS.

2.8.2.2 EEPROM (*Electrically Erasable Programmable ROM*)

EEPROM adalah salah satu dari tiga tipe memori pada AVR, selain *flash* dan SRAM. EEPROM tetap dapat menyimpan data saat tidak dicatu daya dan juga dapat diubah saat program berjalan. Oleh karena itu, EEPROM sangat berguna untuk menyimpan informasi, seperti nilai kalibrasi, nomer ID, dan juga *password*.

Untuk menulis dalam EEPROM, perlu ditentukan terlebih dahulu data apa yang akan ditulis serta alamat untuk menulis data tersebut. Untuk mencegah ketidaksengajaan menulis di dalam EEPROM, diperlukan prosedur untuk menulis dalam EEPROM. Proses penulisan dalam EEPROM tidak berlangsung waktu itu juga, tetapi membutuhkan waktu sekitar 2.5 sampai 4 ms. Oleh karena alasan tersebut, program yang dibuat harus dicek terlebih dahulu apakah EEPROM telah siap untuk ditulis dengan *byte* data baru (kemungkinan operasi penulisan yang terdahulu belum selesai).

| | | | | | | | | | |
|---------------|---|---|---|---|-------|-------|------|------|------|
| Bit | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| | - | - | - | - | EERIE | EEMWE | EEWE | EERE | EECR |
| Read/Write | R | R | R | R | R/W | R/W | R/W | R/W | |
| Initial Value | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0 | |

Gambar 2.29. Konfigurasi *Register* EECR
Sumber : *Datasheet* ATmega8535

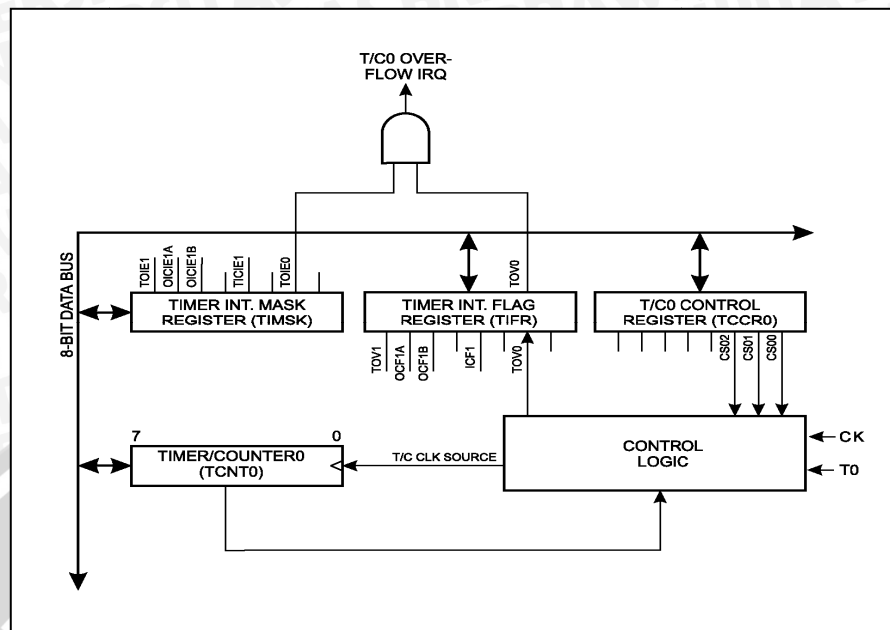


Alamat untuk *byte* yang akan ditulis dimasukkan ke dalam EEPROM *Address Register* (EEAR). Data akan diletakkan dalam EEPROM *Data Register* (EEDR). EECR (EEPROM *Control Register*) digunakan untuk mengontrol operasi dari EEPROM. EECR memiliki empat bit, yaitu EEMWE, EEWE, EERIE, dan EERE (EEPROM *Read Enable*) digunakan untuk membaca EEPROM. Untuk dapat menulis pada EEPROM, pertama kita harus mengeset EEMWE (EEPROM *Master Write Enable*) bit, dan jika tidak terlebih dahulu mengeset EEMWE, maka pengesetan EEWE (EEPROM *Write Enable*) akan tidak berpengaruh. Bit EEWE juga digunakan apabila EEPROM siap untuk ditulisi *byte* baru. Ketika EEPROM bekerja, EEWE dalam keadaan set, dan akan *clear* apabila EEPROM telah siap. Program yang dibuat harus menunggu *looping* bit sampai *clear* sebelum menuliskan *byte* selanjutnya. Konfigurasi *register* EECR ditunjukkan dalam Gambar 2.29.

Untuk membaca data dari EEPROM, kita harus mengecek apakah EEPROM tidak sedang melakukan *polling* pada bit EEWE, kemudian *register* EEAR diset untuk alamat yang akan kita baca dan data yang diminta akan ditemukan pada *register* EEDR.

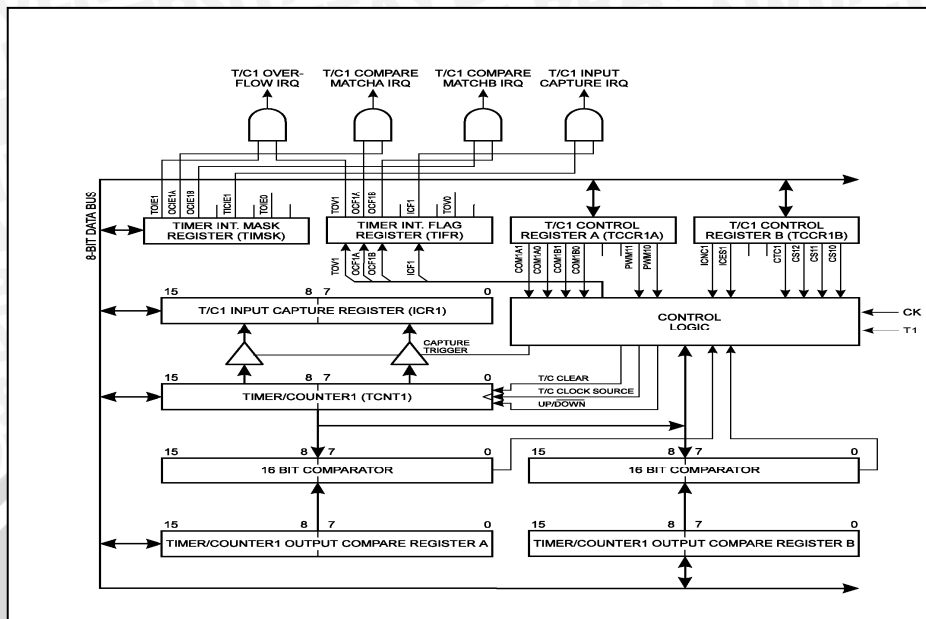
2.8.2.3 *Timer / Counter*

AVR ATmega8535 memiliki tiga buah *timer*, yaitu *Timer / Counter* 0 (8 bit), *Timer / Counter* 1 (16 bit), dan *Timer / Counter* 2 (8 bit). *Timer / Counter* 0 merupakan *up counter* 8 bit (TCNT0) dengan akses baca dan tulis. Saat *Timer / Counter* 0 *overflow*, akan dibangkitkan sinyal TOV0 yang dapat digunakan untuk membangkitkan *interrupt* dengan men-*set* bit TOIE dalam *Timer Interrupt Mask Register* (TIMSK). Blok diagram *Timer / Counter* 0 dapat dilihat dalam Gambar 2.30.



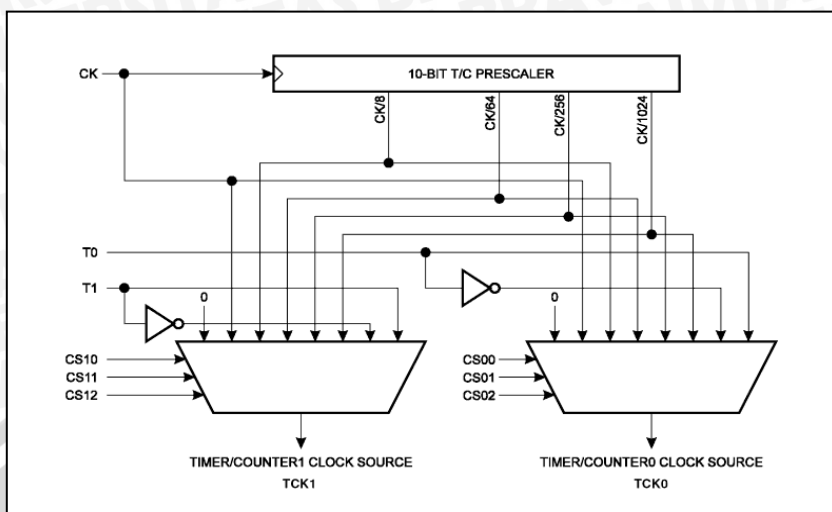
Gambar 2.30. Blok Diagram Timer / Counter 0
 Sumber : Datasheet ATmega8535

Timer / Counter 1 merupakan up / down counter 16 bit (down counter hanya bisa digunakan saat mode PWM). Timer / Counter 1 dapat dibaca atau ditulis dengan mengakses Timer / Counter 1 High (TCNT1H) dan Timer / Counter 1 Low (TCNT1L). Saat CPU menulis ke TCNT1H, data disimpan ke register TEMP. Saat CPU menulis ke TCNT1L, data dari CPU dikombinasikan dengan data di register TEMP ditulis ke Timer / Counter 1, sehingga penulisan ke Timer / Counter 1 harus diawali dengan penulisan ke TCNT1H. Sedangkan saat pembacaan TCNT1L, data TCNT1L dikirimkan ke CPU dan data TCNT1H disimpan ke register TEMP. Saat CPU membaca data dari TCNT1H, CPU menerima data dari register TEMP, sehingga pembacaan ke Timer / Counter 1 harus diawali dengan pembacaan ke TCNT1L. Blok diagram Timer / Counter 1 dapat dilihat dalam Gambar 2.31.



Gambar 2.31. Blok Diagram *Timer / Counter 1*
Sumber : *Datasheet ATmega8535*

Clock Timer / Counter dapat berupa *clock internal* CPU atau *clock* eksternal dari pin T0/T1. *Timer / Counter* pada AVR memiliki pembagi frekuensi *clock* dari CPU (CK). Dengan menggunakan *clock internal* CPU, dapat dipilih frekuensi CK, CK/8, CK/64, CK/256, dan CK/1024. Saat *Timer / Counter* menggunakan *clock* eksternal, sinyal eksternal disinkronkan dengan frekuensi osilator CPU. Untuk mendapatkan *sampling clock* eksternal yang sesuai, waktu minimum antara dua transisi *clock* eksternal harus sedikitnya satu periode *clock internal* CPU. Sinyal *clock* eksternal disampling pada tepi naik *clock internal* CPU. Blok diagram *clock Timer / Counter* dapat dilihat dalam Gambar 2.32. Untuk pemilihan *clock* yang digunakan dapat dilihat dalam Tabel 2.3.



Gambar 2.32. Blok Diagram *Clock Timer / Counter*
Sumber : Datasheet ATmega8535

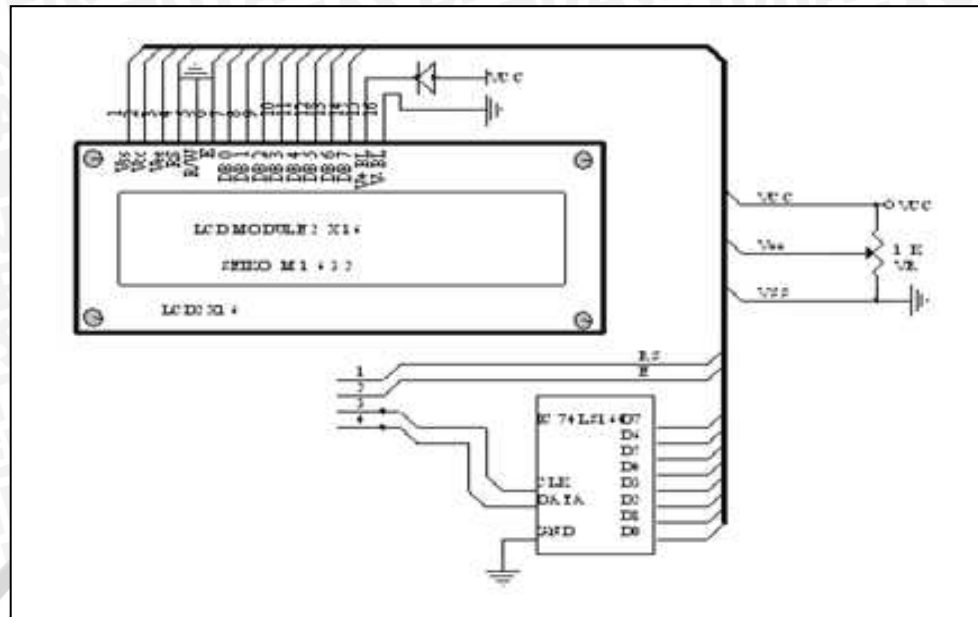
Tabel 2.3. Pemilihan *Clock Timer / Counter* pada AVR

| CSX2 | CSX1 | CSX0 | KETERANGAN |
|------|------|------|--------------------|
| 0 | 0 | 0 | Stop |
| 0 | 0 | 1 | CK |
| 0 | 1 | 0 | CK/8 |
| 0 | 1 | 1 | CK/64 |
| 1 | 0 | 0 | CK/256 |
| 1 | 0 | 1 | CK/1024 |
| 1 | 1 | 0 | Pin TX, sisi turun |
| 1 | 1 | 1 | Pin TX, sisi naik |

Keterangan : X = 0 atau 1

2.9 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Dalam aplikasi ini menggunakan sebuah layar LCD (*Liquid Crystal Display*) yaitu jenis *Seiko Instrument M1632* yang merupakan LCD dua baris dengan setiap barisnya terdiri 16 karakter dan menggunakan IC 74LS164 yang merupakan *register* geser 8 bit yang memiliki jalan masuk deret ke gerbang. Gambar hubungan antara LCD, IC74LS164 dan mikrokontroler dapat dilihat dalam Gambar 2.33.



Gambar 2.33. Antarmuka LCD dengan Mikrokontroler ATmega8535
Sumber : EL-TECH Electronics; LCD Modul User Manual 1987

LCD dot matrik ini membutuhkan sepuluh buah pin masukan / keluaran dari mikrokontroler dan IC 74164. Adapun dua buah pin yakni *port 1.0* pada penyemat RS yang digunakan sebagai sinyal pemilih register dan *port 1.1* pada penyemat *Enable* digunakan sebagai sinyal operasi awal, sinyal enable ini mengaktifkan data tulis atau baca oleh mikrokontroler, penyemat DB0-DB7 yang dihubungkan ke pin data IC74164 digunakan untuk menampilkan karakter yang dikehendaki oleh mikrokontroler. Ketika terdapat data pada jalur data, data tersebut akan ditahan dengan memberikan *clock* pin E pada LCD. Pin RS menentukan apakah data yang ditahan akan digunakan sebagai instruksi untuk mengatur *setting* tampilan pada LCD atau sebagai kode karakter yang diperlukan LCD untuk menampilkan suatu karakter. Sedangkan untuk pin R/W pada LCD dihubungkan ke *ground* karena dalam hal ini LCD hanya melakukan operasi *write* atau operasi menampilkan karakter.

Untuk pin Vcc pada LCD dihubungkan ke supply +Vcc dan Vss dihubungkan ke *ground*. Pin V_{EE} beserta pin Vcc dan Vss dihubungkan ke *trimmer potensio* atau kadang disebut dengan *trimpot*. *Trimpot* ini digunakan untuk mengatur kontras dari tampilan LCD dengan cara mengubah tegangan pada pin V_{EE}. Daftar tabel fungsi penyemat pada LCD dapat dilihat dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Fungsi Penyemat LCD

| Penyemat | Fungsi |
|------------------|--|
| DB0 – DB7 | Merupakan saluran data, berisi perintah dan data yang akan ditampilkan di LCD. |
| Enable | Sinyal operasi awal, sinyal ini mengaktifkan data tulis atau baca. |
| R/W | Sinyal seleksi tulis atau baca. 0 : tulis 1 : baca |
| RS | Sinyal pemilih <i>register</i> . 0 : masukan data 1 : masukan instruksi |

Sumber : *EL-TECH Electronics; LCD Modul User Manual 1987: 2*

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa data yang terdapat pada jalur data selain dianggap sebagai kode karakter dapat digunakan sebagai suatu perintah instruksi untuk mengatur setting dari tampilan LCD. Cara pemakaian data antara sebagai instruksi dengan kode karakter berbeda. Perbedaan hanyalah keadaan pin RS ketika data yang ada di jalur data ditahan oleh LCD dengan memberikan *clock* pada pin E.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Kajian dalam skripsi ini merupakan penelitian yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan pembuatan sistem pengaturan brightness dan contrast gambar pada televisi secara otomatis berdasarkan cahaya ruangan tempat televisi itu berada.

Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

3.1 Studi Literatur

Studi literatur mengacu pada prinsip kerja alat yang dirancang meliputi sistem pengaturan brightness dan contrast gambar pada televisi secara otomatis berdasarkan cahaya ruangan tempat televisi itu berada.

Adapun hal-hal yang berhubungan dengan hal tersebut adalah:

- a. Studi tentang pengendali berbasis logika fuzzy
 - Mempelajari metode logika *fuzzy*.
 - Mempelajari prinsip dasar dari Fuzzy Logic Controller.
- b. Studi tentang rangkaian sensor
 - Karakteristik spesifikasi sensor cahaya (LDR).
 - Penerapan sensor cahaya sesuai sistem.
- c. Mikrokontroler Atmega 8535
 - Karakteristik umum ATmega 8535
 - Teknik pemrograman ATmega 8535
- d. Studi tentang prinsip dasar televisi

3.2 Perancangan Alat

Perencanaan sistem dilakukan sebagai langkah awal sebelum terbentuknya suatu sistem beserta rangkaian elektronik pendukungnya, hal ini dimaksudkan agar istem pengendalian brightness dan contrast gambar pada televisi tersebut dapat berjalan sesuai dengan deskripsi awal yang telah direncanakan.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam tahap perancangan alat adalah:

- a. Pembuatan blok diagram rangkaian
- b. Perencanaan dan pembuatan rangkaian dari masing-masing blok
- c. Pengujian untuk tiap-tiap blok
- d. Penggabungan tiap-tiap blok menjadi sebuah sistem
- e. Pembuatan perangkat lunak
- f. Pengujian sistem

3.3 Realisasi Pembuatan Alat

- Pembuatan mekanik alat pengendali brightness dan contrast gambar pada pesawat televisi secara keseluruhan.
- Pengisian program yang telah dirancang sebelumnya pada FLC.

3.4 Pengujian Alat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem secara keseluruhan telah bekerja sesuai dengan yang telah direncanakan sebelumnya atau tidak.

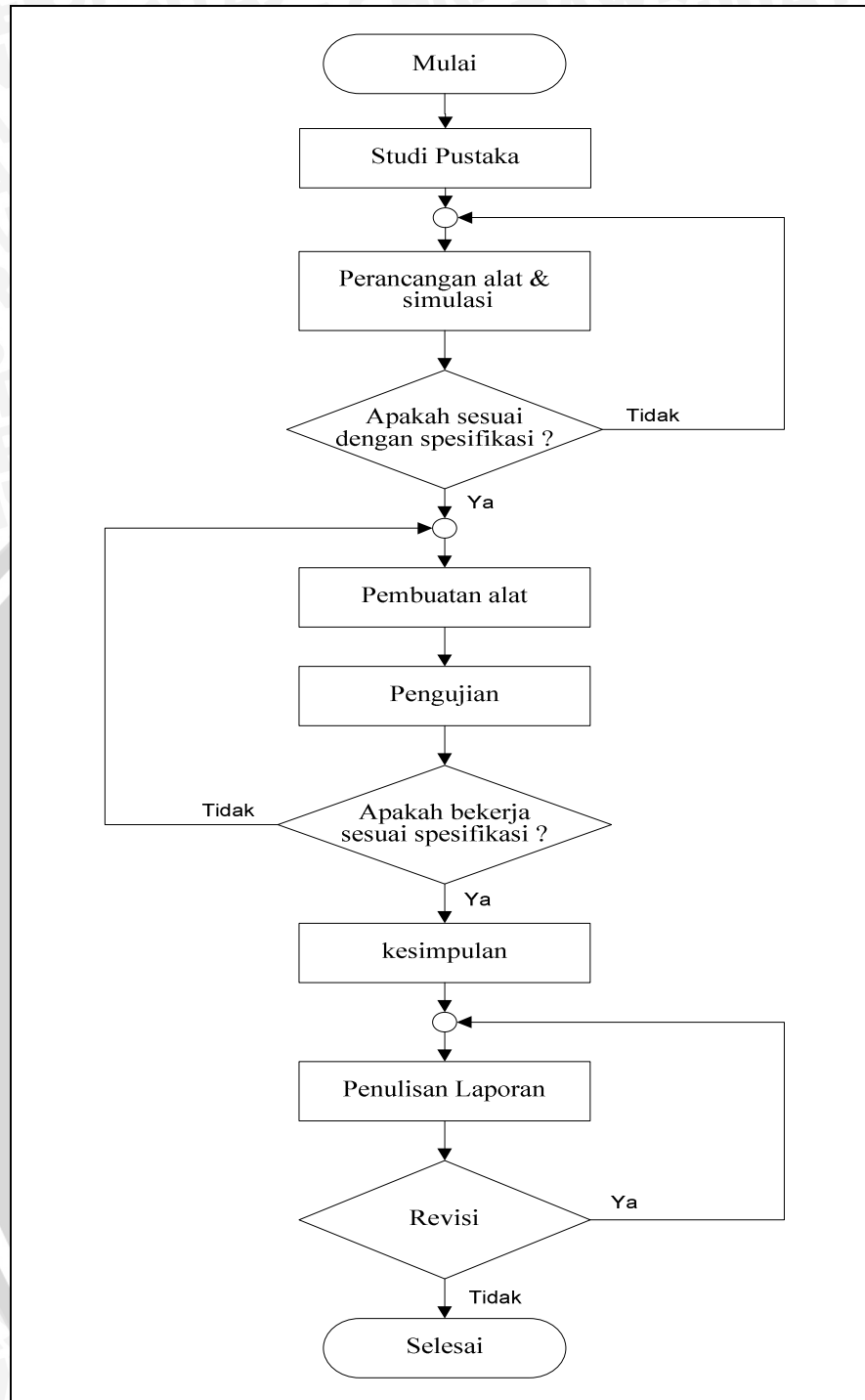
3.5 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Tahap berikutnya adalah pengambilan kesimpulan dari peralatan yang dibuat. Pengambilan kesimpulan ini didasarkan pada kesesuaian antara perancangan dengan hasil pengujian. Tahap terakhir adalah saran yang dimaksudkan untuk memperbaiki kesalahan – kesalahan yang terjadi serta menyempurnakan penulisan.

3.6 Penulisan Laporan

Setelah semua data hasil penelitian didapat maka disusun laporan agar penelitian dapat didokumentasikan dan dapat digunakan sebagai referensi untuk pengembangan penelitian di masa yang akan datang.

Gambar 3.1 menggambarkan urutan kegiatan yang dilakukan dalam perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem pada alat pengontrol *brightness* dan *contrast* gambar televisi secara otomatis tersebut.



Gambar 3.1. Diagram Alir Pelaksanaan Perancangan dan Pembuatan Alat

BAB IV

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

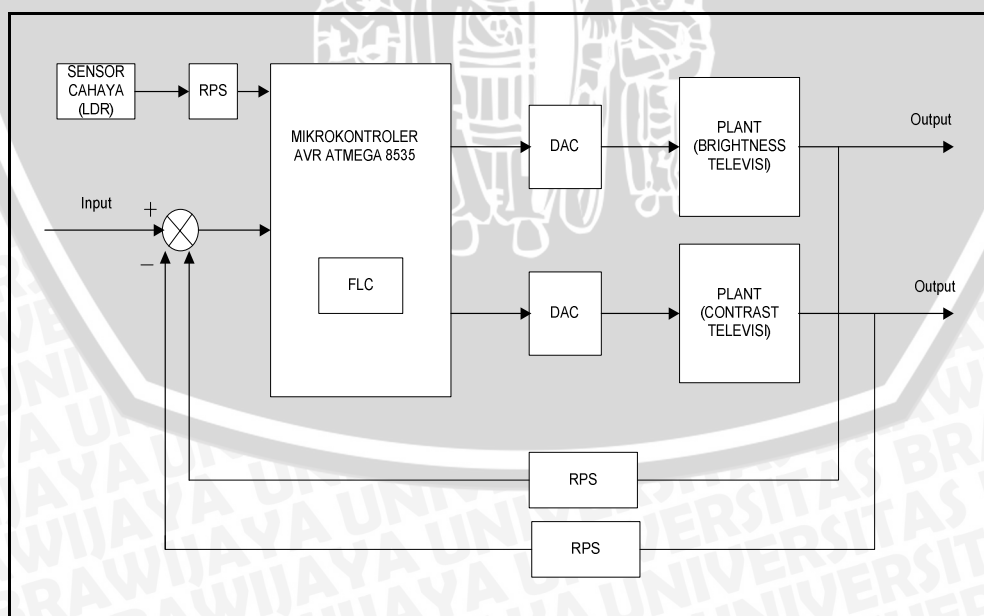
Pada bab ini akan dibahas tentang perencanaan dan pembuatan alat *“Pengontrolan Brightness dan Contrast Gambar Televisi Berdasarkan Cahaya Sekitar Dengan Kontrol Logika Fuzzy Berbasis AVR ATmega 8535”*. Mikrokontroler AVR sebagai pengendali utama system. Perencanaan dan pembuatan alat ini meliputi perencanaan sistem, penentuan spesifikasi alat, perencanaan masing-masing blok rangkaian serta perencanaan sistem secara keseluruhan.

4.1 Perencanaan Sistem

Perencanaan ini dilakukan secara bertahap untuk memudahkan dalam menganalisa setiap bagian sistem maupun keseluruhan sistem. Perencanaan dan pembuatan sistem ini terdiri atas dua perencanaan utama, yaitu perencanaan perangkat keras dan perencanaan perangkat lunak.

4.1.1 Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem ini ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Blok Diagram Alat
Sumber : Perancangan

Penjelasan fungsi masing-masing blok diagram sebagai berikut:

a. ATmega8535

Sebagai pusat kontrol dari semua *peripheral* yang digunakan dalam perancangan.

b. Sensor Cahaya (LDR)

Sensor LDR berfungsi untuk mendeteksi kondisi cahaya dalam ruangan.

c. Rangkaian Pengkondisi Sinyal (RPS)

Untuk memperoleh resolusi sensor yang diinginkan yang bisa ditanggapi oleh ADC.

d. DAC

Untuk mengubah sinyal digital dari keluaran mikrokontroler ATmega8535 menjadi sinyal tegangan yang dibutuhkan untuk mengatur *brightness* dan *contrast* televisi.

g. Plant

Obyek yang akan dikontrol.

4.1.2 Prinsip Kerja Alat

Prinsip kerja sistem secara keseluruhan dapat dijelaskan sebagai berikut. Mikrokontroler ATmega 8535 adalah kontrol utama dari sistem secara keseluruhan. Kondisi cahaya ruang dimana pesawat televisi berada dipantau lewat sebuah LDR, yaitu sensor untuk menangkap intensitas cahaya pada ruang tersebut. Hasil dari pembacaan LDR berupa sebuah besaran resistansi yang harus diubah menjadi besaran sinyal analog dengan bantuan rangkaian pengkondisi sinyal. Besaran analog tersebut akan diubah menjadi sinyal digital lewat ADC internal pada mikrokontroler ATmega 8535. Setelah diproses akan menghasilkan sinyal digital kembali dan harus diubah menjadi sinyal analog tegangan dengan bantuan DAC agar dapat diterapkan pada plant yaitu untuk mendorong tegangan *brightness* dan *contrast* pada pesawat televisi tersebut.

4.2 Spesifikasi Alat

Alat yang dirancang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. Mikrokontroler ATmega8535 sebagai pengontrol utama.
- b. Sensor cahaya yang digunakan adalah LDR VT935G .
- c. DAC yang digunakan adalah DAC 0800.

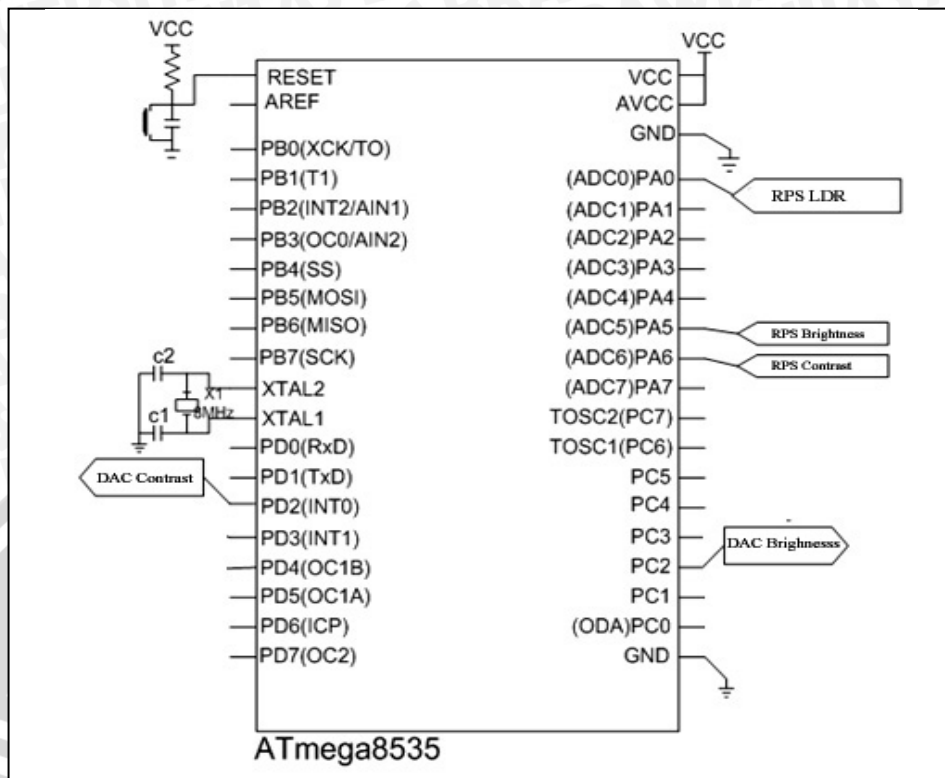
4.3 Perencanaan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras ini meliputi perancangan sistem single chip ATmega 8535, perancangan rangkaian sensor, perancangan rangkaian DAC, dan plant yang dalam hal ini adalah televisi.

4.3.1 Perencanaan Sistem Single Chip ATmega 8535

Salah satu komponen yang digunakan dalam alat ini adalah mikrokontroler ATmega8535. Jenis mikrokontroler ini dipilih karena memiliki fitur dan pin I/O yang mencukupi untuk penggunaan pada alat ini.

Sebagai pusat dari pengolahan data dan pengontrolan alat, pin-pin ATmega8535 dihubungkan pada rangkaian pendukung membentuk suatu sistem minimum. Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8535 ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



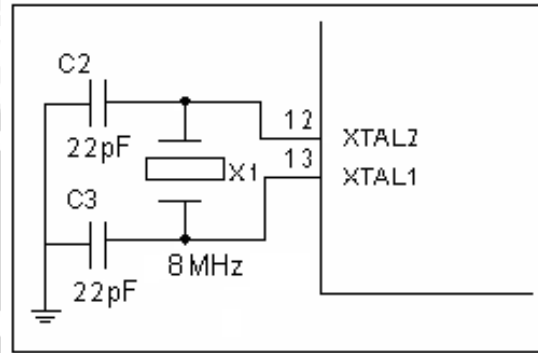
Gambar 4.2 Rangkaian Mikrokontroler
Sumber : Perancangan

Mikrokontroler ATmega8535 mempunyai 4 port yaitu port A, port B, port C dan port D, 32 jalur yang dapat diprogram menjadi masukan atau keluaran, dan 8 bit ADC internal pada port A0-A7. Dalam Gambar 4.12 ditunjukkan rangkaian mikrokontroler dimana pin-pin yang digunakan dalam perancangan alat pengatur *brightness* dan *contrast* televisi ini adalah sebagai berikut :

- Port A.0 dihubungkan dengan data keluaran sensor LDR.
- Port A.5 dihubungkan dengan masukan dari RPS tegangan *Brightness*.
- Port A.6 dihubungkan dengan masukan dari RPS tegangan *contrast*.
- Port C.2 dihubungkan dengan rangkaian DAC untuk *brightness*.
- Port D.2 dihubungkan dengan rangkaian DAC untuk *contrast*.
- $\overline{\text{RESET}}$ difungsikan sebagai *input* pengendali *reset*.

Untuk dapat bekerja, mikrokontroler membutuhkan rangkaian lain sebagai sumber *clock*. Sistem yang dirancang ini akan

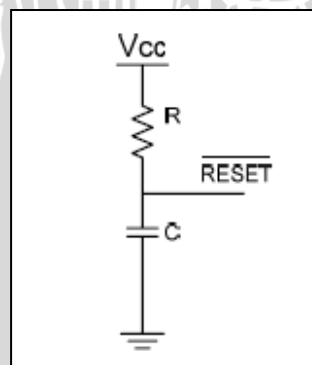
menggunakan osilator external yang sebagai sumber *clock*nya. Sumber *clock* dari kristal 8 MHz dihubungkan ke XTAL1 dan XTAL2 pada mikrokontroler ATmega8535. Rangkaian osilator ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Rangkaian Osilator
Sumber : Perancangan

Nilai C_2 dan C_3 adalah nilai yang direkomendasikan dalam *datasheet* mikrokontroler ATmega8535 untuk frekuensi kristal 8 MHz.

Dalam oprasional standart mikrokontroler AVR ATmega8535 juga memerlukan sebuah rangkaian *reset* yang berfungsi untuk mengembalikan ke kondisi awal. Rangkaian *reset* ini terdiri dari sebuah kapasitor dan resistor. Kapasitor yang digunakan adalah kapasitor polar (*electrolit condensator* "elco") dengan kapasitansi 10 μF serta resistor yang digunakan sekitar 10 k Ω .



Gambar 4.4. Rangkaian *Automatic Power Up Reset*
Sumber : Perancangan

AVR ATmega8535 memiliki pin *reset* aktif *low* sehingga untuk menggunakannya (mengembalikan ke kondisi awal) dengan cara

menghubungkan pin *reset* dengan *ground* (negatif *power supply*). Kapasitor digunakan untuk memberi arus sementara pada AVR serta resistor digunakan sebagai pembagi tegangan, sehingga tegangan yang masuk lebih kecil dari tegangan sumber.

Perancangan rangkaian *reset* dapat dijabarkan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} V_{cc} &= V_R + V_C \\ V_{cc(t)} &= i_{(t)} R + 1/C \int i_{(t)} dt \end{aligned} \quad (4.1)$$

Dengan menggunakan transformasi *Laplace* diperoleh persamaan :

$$\begin{aligned} \frac{V_{cc(s)}}{s} &= I_{(s)} R + \frac{1}{Cs} I_{(s)} \\ \frac{V_{cc(s)}}{s} &= I_{(s)} \left(\frac{RCs + 1}{Cs} \right) \\ I_{(s)} &= \left(\frac{C}{RCs + 1} \right) V_{cc(s)} \\ I_{(s)} &= \left(\frac{1}{s + 1/RC} \right) \frac{V_{cc(s)}}{R} \end{aligned} \quad (4.2)$$

Dengan transformasi balik didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$I_{(t)} = \frac{V_{cc(t)}}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \quad (4.3)$$

Dari persamaan arus diatas besarnya V_c dapat dihitung:

$$\begin{aligned} V_c &= V_{cc} - V_R \\ V_c &= V_{cc} - \left(\frac{V_{cc(t)}}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \right) R \\ V_c &= V_{cc} (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \end{aligned} \quad (4.4)$$

Besarnya t dari rangkaian dapat ditentukan dengan perhitungan berikut:

$$\begin{aligned} V_c &= V_{cc} (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \\ V_c / V_{cc} &= 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \\ 1 - (V_c / V_{cc}) &= e^{-\frac{t}{RC}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{(1-V_c/V_{cc})} &= e^{\frac{t}{RC}} \\ \ln \frac{1}{(1-V_c/V_{cc})} &= \ln e^{\frac{t}{RC}} \\ \frac{t}{RC} &= \ln \frac{1}{(1-V_c/V_{cc})} \\ t &= RC \ln \frac{1}{(1-V_c/V_{cc})} \end{aligned} \quad (4.5)$$

Dengan ketentuan besarnya nilai t harus lebih besar dari 1.5 μs maka dapat dicari nilai R minimum dengan asumsi nilai kapasitor sebesar 1μF dan tegangan *output* sebesar 4 V maka menurut persamaan (4.4) didapat:

$$\begin{aligned} 1,5 \mu s &= R \cdot 1\mu F \cdot \ln \left(\frac{1}{1-4/5} \right) \\ R_{\min} &= \frac{1,5 \cdot 10^{-6}}{10^{-6} \cdot \ln \frac{1}{(0,2)}} = \frac{1,5}{1,609} = 0,9322 \Omega \end{aligned}$$

Nilai R ditetapkan sebesar 10 kΩ yang akan menghasilkan waktu tunda sebesar :

$$\begin{aligned} t &= 10^4 \cdot 10^{-6} \times \ln \left(\frac{1}{0,2} \right) \\ t &= 10^{-2} \times 1,609 \\ t &= 16,09 \text{ ms} \end{aligned}$$

Waktu tunda sebesar 16,09 ms maka rangkaian *reset* dapat bekerja dengan baik.

4.3.2 Perencanaan Rangkaian Pengkondisi Sinyal (RPS)

Sinyal yang terdeteksi dari sensor harus dikondisikan sedemikian rupa melalui RPS, agar sesuai dengan input ADC. Dalam system ini sinyal merupakan perubahan resistansi LDR terhadap perubahan intensitas cahaya, menjadi sinyal berupa tegangan.

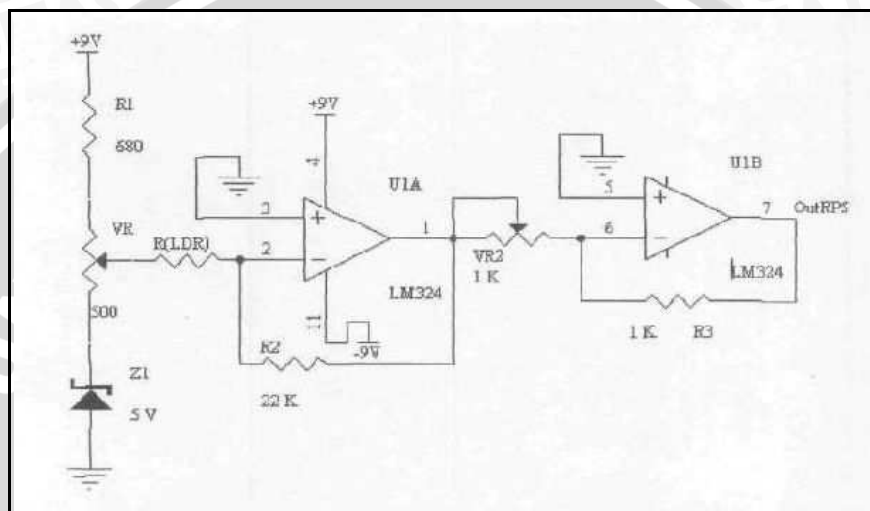
RPS yang direncanakan terdiri dari dua penguat operasi, dimana yang pertama dan kedua sebagai inverting amplifier. Range intensitas



cahaya pada minimum dan maximum berpengaruh pada LDR, yaitu pada kondisi gelap (minimum) = 2000 kΩ dan kondisi terang (maximum) = 22 kΩ.

Sensor cahaya LDR difungsikan sebagai tahanan input (R_i) bagi inverting amplifier dengan sumber tegangan konstan 6 volt. Penguat kedua hanya sebagai pembalik fasa tegangan saja.

Adapun gambar dari rangkaian adalah:



Gambar 4.5. Rangkaian Pengkondisi Sinyal
Sumber : Perancangan

Apabila zener 1 (Z_1) memiliki tegangan sebesar 5 volt dengan arus maksimum 5 mA, maka nilai VR dengan tegangan yang diinginkan sebesar $VR=1$ Volt dan R_1 dapat ditentukan dengan:

Tegangan sumber (V_{cc}) = 9 Volt

$$VR = \frac{V(VR)}{I(Z_1)} = \frac{1}{5 \text{ mA}} = 200 \Omega \approx 500 \Omega \quad (4.6)$$

$$VR = V_{cc} - V(VR1) - V(Z_1) = 9 - 1 - 5 = 3 \text{ Volt} \quad (4.7)$$

$$R_1 = \frac{VR1}{I(Z_1)} = \frac{3}{5 \text{ mA}} = 600 \Omega \approx 680 \Omega \quad (4.8)$$

Dengan demikian, apabila kondisi ruang dalam keadaan terang dan resistansi LDR = 22 kΩ dapat diperoleh nilai R_2 melalui rumus op-amp inverting amplifier yaitu:

$$V_{in} = V(Z_1) + V(VR) = 5 + 1 = 6 \text{ Volt.} \quad (3.8)$$

$$V_{out} = -\frac{R_2}{R(LDR)} \times V_{in} = -\frac{R_2}{22 \text{ k}\Omega} \times 6 = -5 \text{ Volt} \quad (4.9)$$

Maka diperoleh nilai $R_2 = 18333,3 \Omega \approx 22 \text{ k}\Omega$.

Fungsi dari op-amp yang kedua adalah sebagai pembalik fasa tegangan saja dengan gain 1X. Dengan demikian dipilih VR2 dan R3 sebesar 1 k Ω .

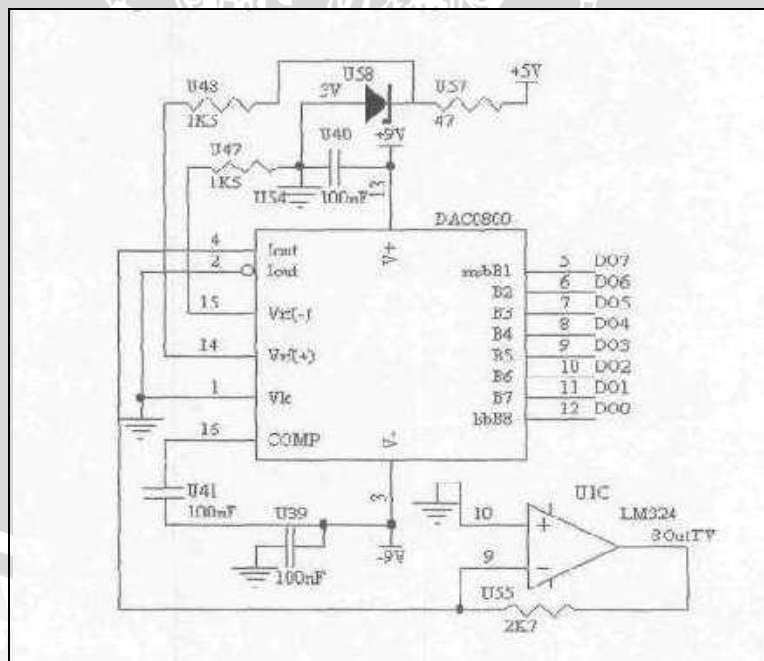
4.3.3 Perencanaan Rangkaian Digital to Analog Converter (DAC)

DAC 0800 memiliki kecepatan konversi yang tinggi sekitar 100 ns dengan titik ketidaklinearan $\pm 0,19 \%$ (maksimal) dan kesalahan maksimal (full score error) $\pm 1 \text{ LSB}$. Dalam prosesnya DAC tidak memerlukan sinyal kontrol dimana setiap data digital pada jalur inputnya (B1-B8) akan diubah menjadi sinyal analog. Karena proses pada mikrokontroler lebih lambat dari proses DAC maka data pada input DAC harus dipertahankan selama kontroler melakukan proses.

Berdasarkan anjuran databook arus maksimum I_{ref} pada terminal VR + adalah sebesar 2 mA, dipilih resistor 1K5 dan tegangan konstan 3 Volt sehingga arus outputnya:

$$(I_o)_{max} = 255/256 \cdot I_{ref} = 1,992 \text{ mA} \quad (4.9)$$

Gambar rangkaian dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4.6. Rangkaian DAC 0800
Sumber : Perancangan

Sedangkan dalam terminal output I_{out} ditambahkan rangkaian konverter arus ke tegangan dengan resistor 2K7 (Op-amp 324 & U55)

$$(E_o)_{max} = I_o_{max} \cdot U55 = 1,992 \text{ mA} \cdot 2700 \Omega = 5,378 \text{ Volt.} \quad (4.10)$$

Tegangan tersebut nantinya digunakan untuk mendorong tegangan *input brightness* dan *contrast* pada televisi.

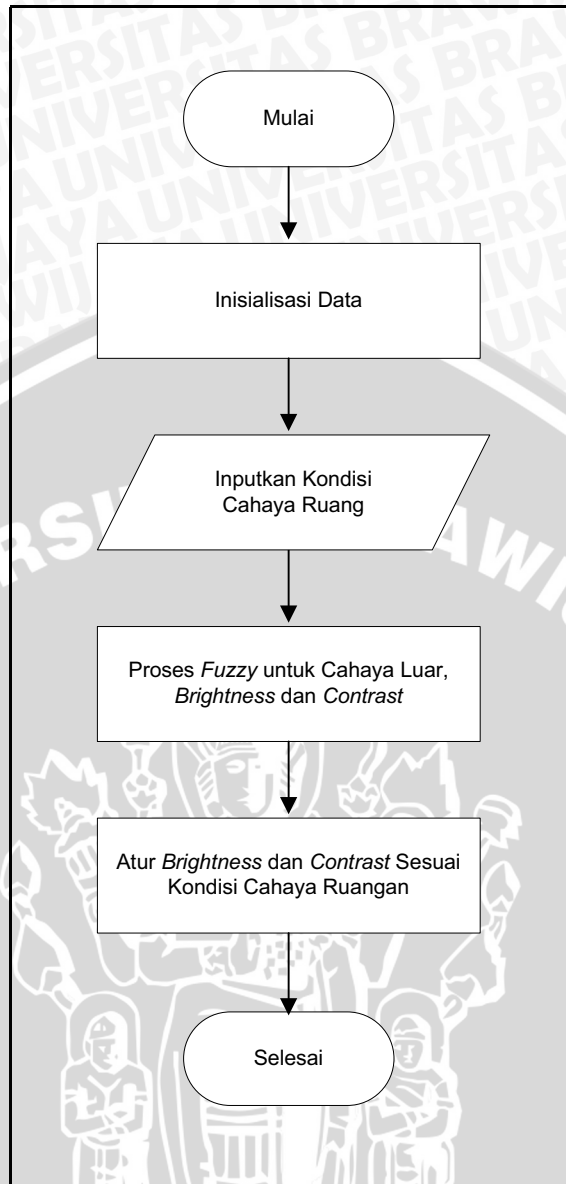
4.4 Perencanaan Perangkat Lunak

Dalam perencanaan perangkat lunak ini akan dibahas tentang pembuatan perangkat lunak pengatur sistem secara keseluruhan dan perangkat lunak untuk melakukan proses *fuzzy*. Selain itu juga akan dibahas tentang *membership function input* dan *output* serta aturan-aturan yang digunakan dalam *rule evaluation*.

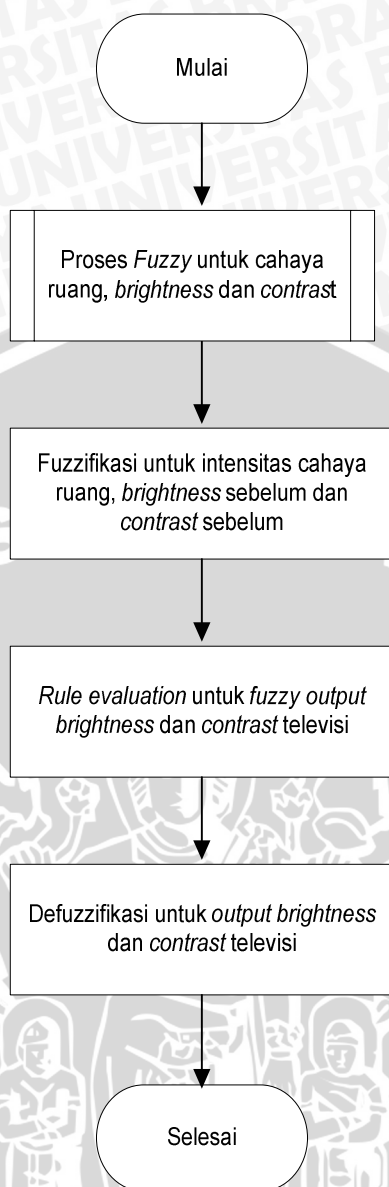
4.4.1 Perencanaan Perangkat Lunak Sistem Secara Keseluruhan

Secara umum diagram alir perangkat lunak pengontrol sistem pengaturan *brightness* dan *contrast* televisi berdasarkan cahaya ruang yang dibuat dapat dilihat pada gambar dibawah ini:





Gambar 4.7 Diagram Alir Program Umum
 Sumber: Perancangan.



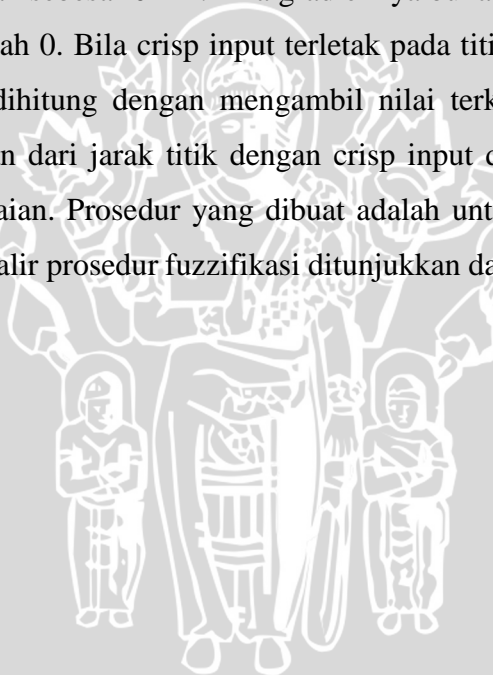
Gambar 4.8 Diagram Alir Proses Fuzzy untuk Kondisi Cahaya Ruang, *Brightness* dan *Contrast* Televisi
Sumber: Perancangan

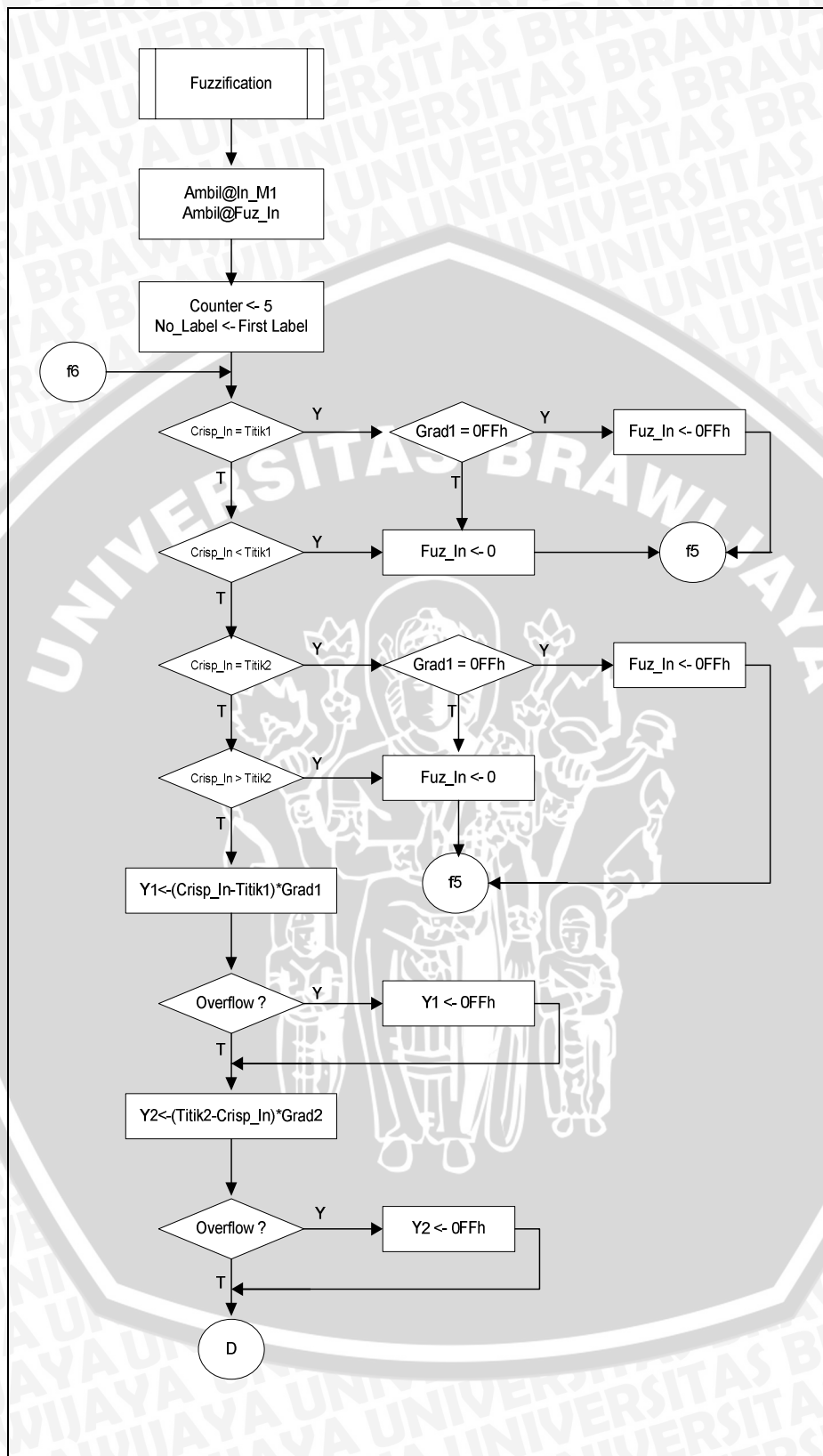
4.4.2 Perencanaan Sistem Fuzzy

Perencanaan perangkat lunak dalam sistem fuzzy ini meliputi perencanaan prosedur fuzzifikasi, prosedur *rule evaluation*, dan prosedur defuzzifikasi. Selain itu juga perencanaan *membership function input* dan *output* serta perencanaan *rule-rule* yang digunakan dalam *rule evaluation*.

4.4.2.1 Perencanaan Prosedur Fuzzifikasi

Sistem fuzzifikasi yang dikembangkan untuk tugas akhir ini menggunakan sistem basis data untuk tiap label fuzzy set yang digunakan. Untuk sebuah label digunakan 4 byte data, yaitu titik1, gradien1, titik2 dan gradien2. Titik1 dan titik 2 adalah titik perpotongan fuzzy set dengan sumbu horizontal. Gradien1 adalah gradien untuk titik1 dan merupakan gradien positif. Gradien2 adalah gradien untuk titik2 dan merupakan gradien negatif. Sebuah crisp input yang hendak dipetakan menjadi fuzzy input akan dibandingkan dengan titik1 dan titik2. Bila crisp input ini terletak pada titik1 atau titik2 dan gradien pada titik yang bersangkutan adalah OFFh. Maka fuzzy input untuk label itu adalah sebesar OFFh. Bila gradiennya bukan OFFh, maka fuzzy inputnya adalah 0. Bila crisp input terletak pada titik1 dan titik2, maka fuzzy input dihitung dengan mengambil nilai terkecil dari dua buah hasil perkalian dari jarak titik dengan crisp input dengan gradien titik yang bersesuaian. Prosedur yang dibuat adalah untuk lima label fuzzy set. Diagram alir prosedur fuzzifikasi ditunjukkan dalam Gambar 4.9.

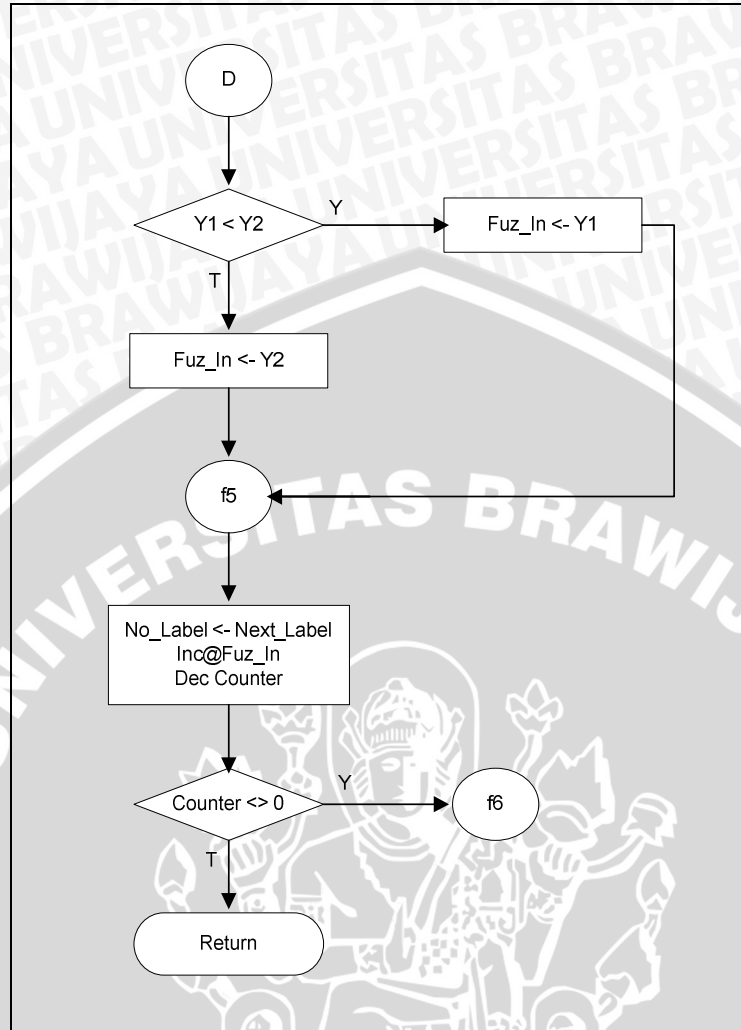




Gambar 4.9 Diagram Alir Prosedur Fuzzifikasi

Sumber: Perancangan



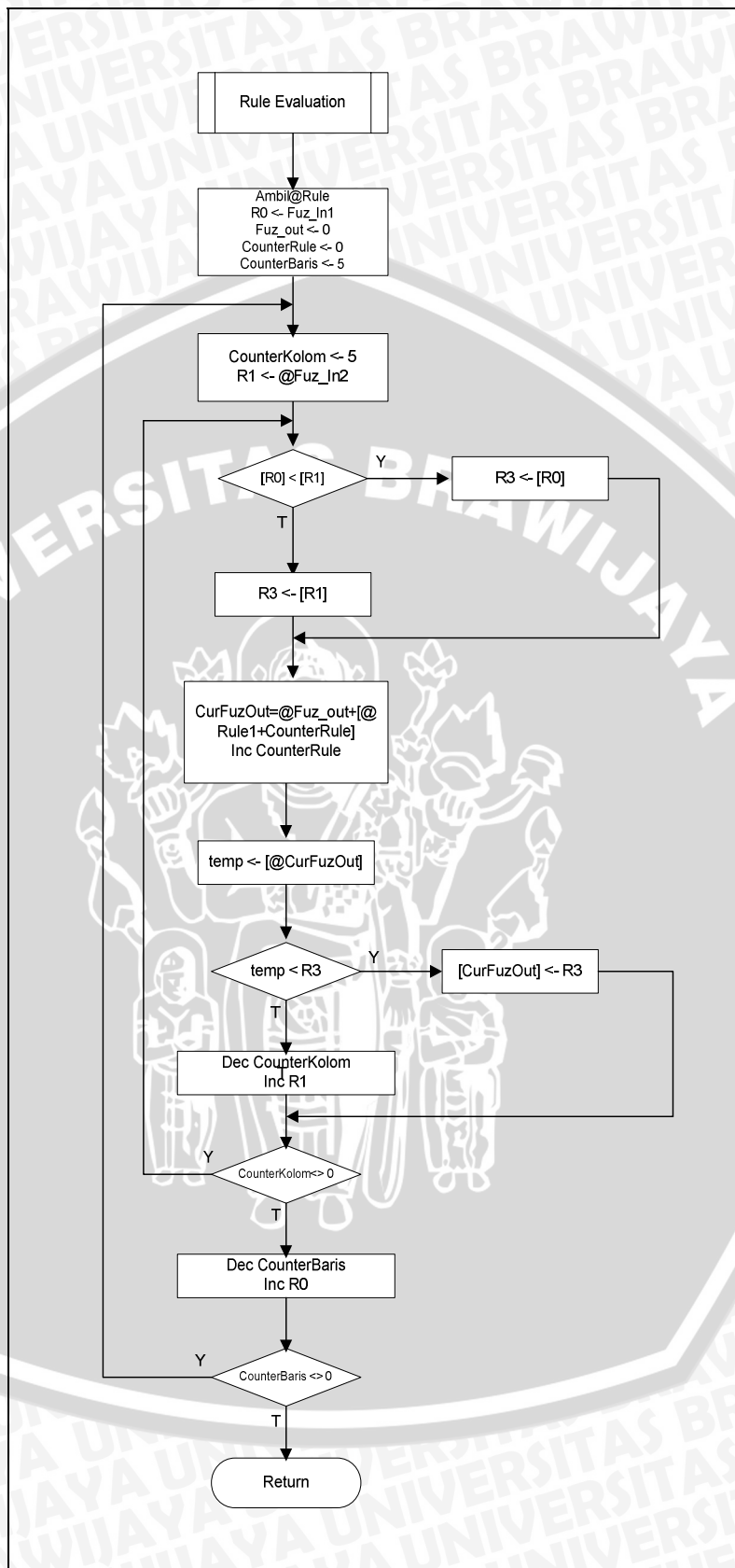


Gambar 4.10 Diagram Alir Prosedur Fuzzifikasi (Sambungan)

Sumber: Perancangan

4.4.2.2 Perencanaan Prosedur Rule Evaluation

Prosedur ini mengaplikasikan pernyataan *if-then* dengan dua buah *antecedent* dan sebuah *consequent*. Input yang dibutuhkan adalah alamat awal dari dua buah kelompok *fuzzy input* yang digunakan sebagai *antecedent* dan alamat awal dari rule yang akan digunakan. *Rule* disusun berdasarkan urutan yang pasti yaitu dimulai dari *rule* kolom1 baris1 *fuzzy associative memory* (FAM), diikuti dengan *rule* untuk kolom1 baris2, dan seterusnya. *Rule* disini berisi kode untuk salah satu dari lima buah label *fuzzy set output*. Diagram alir prosedur *rule evaluation* ditunjukkan dalam Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Diagram Alir Prosedur Rule Evaluation

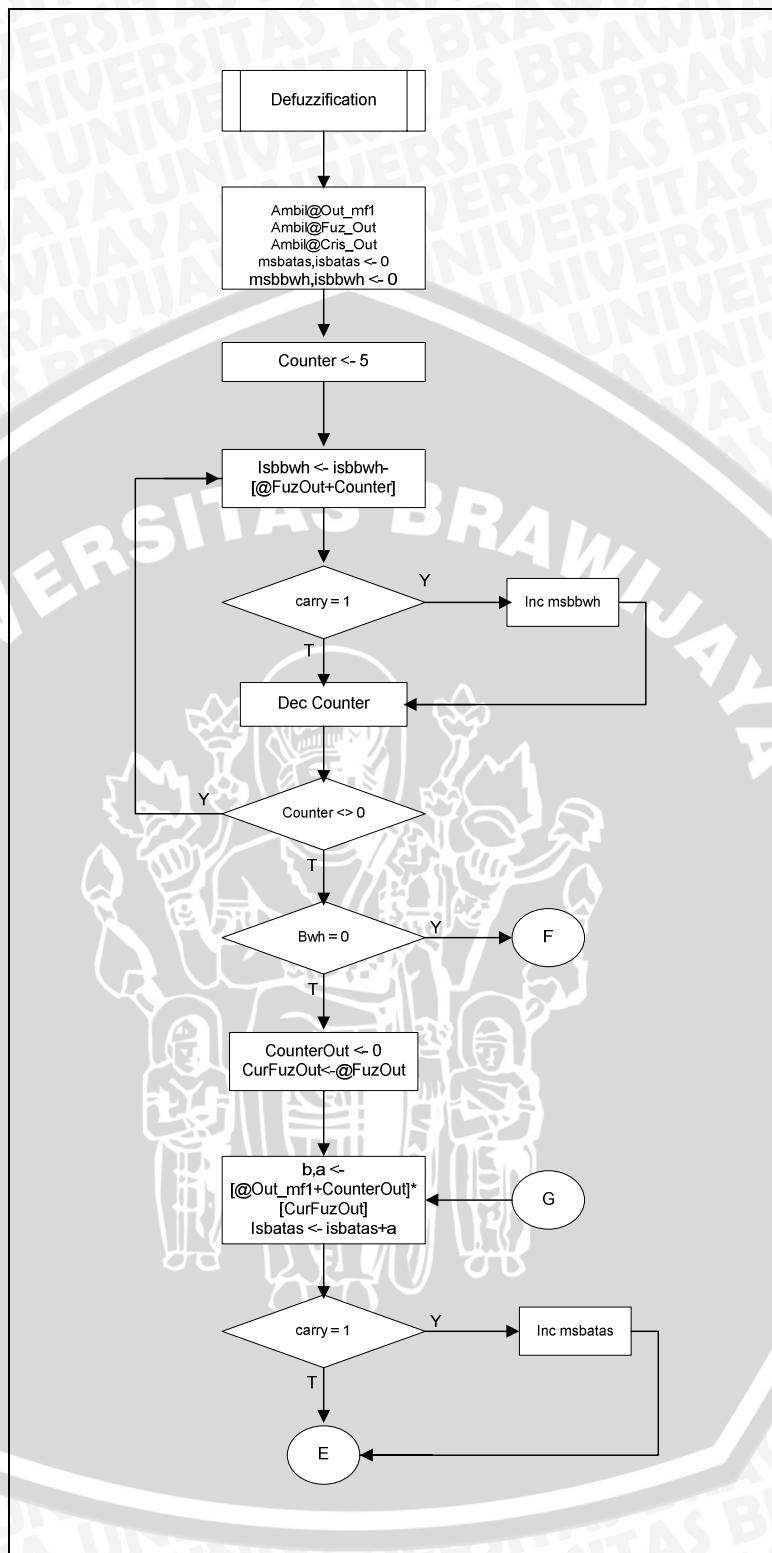
Sumber: Perancangan

Karena sistem fuzzy yang digunakan ini mempunyai 5 label untuk fuzzy set input, maka diperlukan 25 rule untuk menyelesaikan sebuah FAM. Aturan yang digunakan untuk menghitung rule strength adalah *minimum inference*. Aturan yang digunakan untuk menghitung *fuzzy output* adalah *maximum inference*.

4.4.2.3 Perencanaan Prosedur Defuzzifikasi

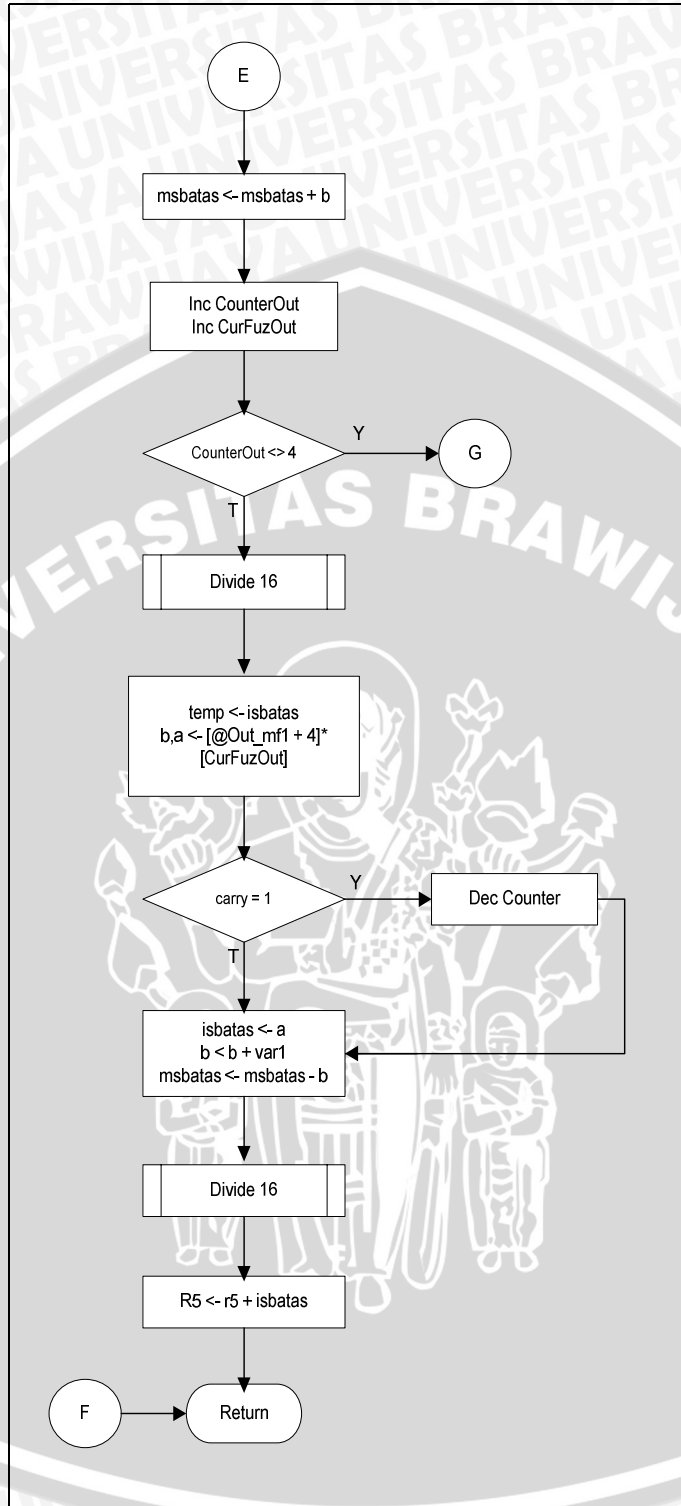
Pada prosedur defuzzifikasi ini, membership function output yang digunakan berbentuk *singleton*. Membership function output terdiri atas 5 buah label. Metode yang digunakan untuk menghitung nilai crisp output adalah *center of gravity*. Diagram alir prosedur defuzzifikasi ditunjukkan dalam Gambar 4.12.





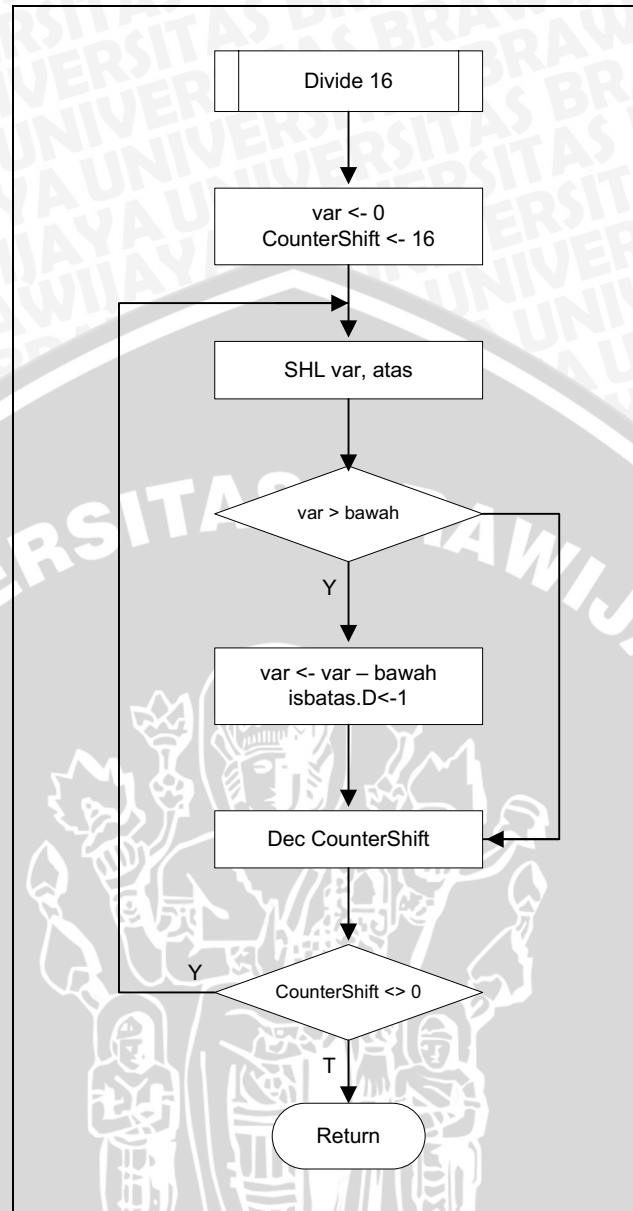
Gambar 4.12 Diagram Alir Prosedur Defuzzifikasi

Sumber: Perancangan



Gambar 4.13 Diagram Alir Prosedur Defuzzifikasi (Sambungan)

Sumber: Perancangan

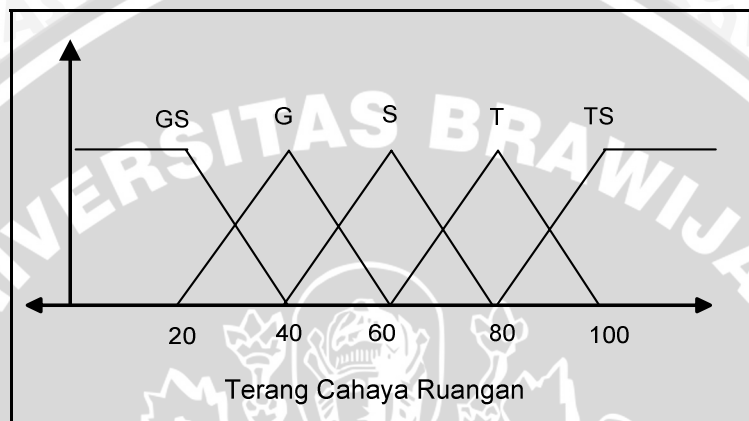


Gambar 4.14 Diagram Alir Pembagian 16 Bit
Sumber: Perancangan

4.4.2.4 Perencanaan *Membership Function*

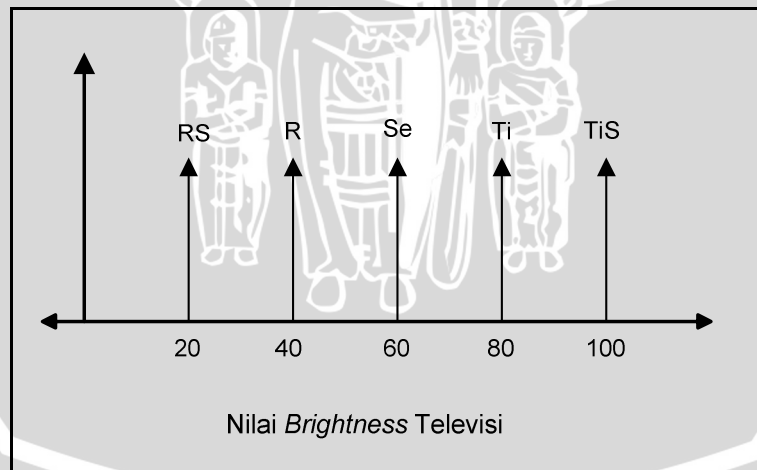
Input yang digunakan dalam sistem *fuzzy* ini adalah intensitas cahaya ruangan, *brightness* dan *contrast* televisi. Untuk masing-masing input mempunyai 5 buah label *membership function*, yaitu Gelap Sekali (GS), Gelap (G), Sedang (S), Terang (T), dan Terang Sekali (TS). Sedangkan untuk *brightness* dan *cotrast* digunakan 5 buah label *membership function (singleton)*, yaitu Rendah Sekali (RS), Rendah

(R), Sedang (Se), Tinggi (Ti), dan Tinggi Sekali (TiS). Adapun bentuk *membership function* yang digunakan bisa dilihat pada gambar 4.15, 4.16 dan 4.17. Dalam hal ini *membership function* dari *input* yang lain yakni *brightness* dan *contrast* televisi merupakan *output* juga dari sistem ini. Jadi *input* ini akan di feedback kembali sebagai *input* yang kedua secara memori pada program.



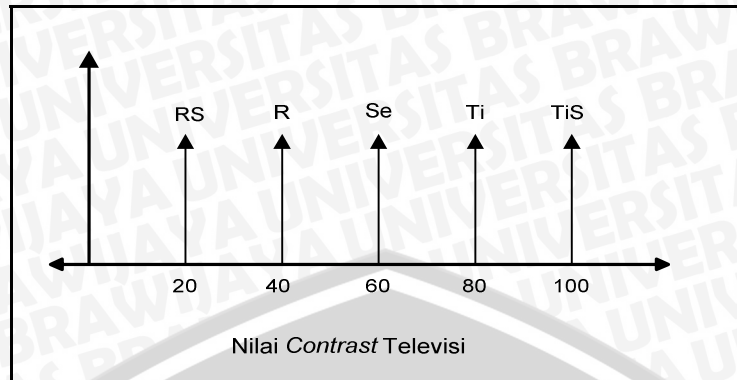
Gambar 4.15 *Membership Function* Terang Cahaya Ruangan

Sumber: Perancangan



Gambar 4.16 *Membership Function* Nilai Brightness Televisi

Sumber: Perancangan



Gambar 4.17 Membership Function Nilai Contrast Televisi

Sumber: Perancangan

Pada membership function output (singleton) digunakan 5 buah label yaitu Rendah Sekali (RS), Rendah (R), Sedang (Se), Tinggi (Ti), dan Tinggi Sekali (TiS). Dikarenakan *brightness* dan *contrast* televisi juga merupakan output dari sistem maka *membership function output* dapat dilihat pada gambar 4.16 dan 4.17.

Penempatan titik-titik dari label pada daerah *membership function* ini ditentukan berdasarkan percobaan yang paling baik responnya. Harga ini dapat ditala (*tunning*) tergantung dari kondisi *respon* sistem dilapangan. Titik-titik label ini akan ditala terus-menerus guna mendapatkan suatu kedudukan yang terbaik, yaitu yang mempunyai *respon* terbaik untuk sistem yang dibuat. Disinilah letak keunggulan dari sistem kendali *fuzzy* yakni tidak diperlukan adanya suatu perhitungan eksak matematis yang rumit untuk menyelesaikan suatu masalah yang ada, namun cukup dengan menggunakan aturan-aturan dan *membership function* terbaik yang dapat diketahui dengan berbekal banyaknya ujicoba yang dilakukan.

4.4.2.5 Perencanaan Rule Yang Digunakan

Setelah selesai membuat *membership function*, langkah selanjutnya adalah merancang *rule-rule* yang akan digunakan untuk mengevaluasi harga *fuzzy input* yang telah dihasilkan oleh proses fuzzifikasi agar menjadi suatu harga *fuzzy output*. Berikut ini adalah *Fuzzy Associative Memory* dari *brightness* dan *contrast* televisi.

Tabel 4.1 Fuzzy Associative Memory dari brightness dan contrast televisi

| Brightness Sebelum | Contrast Sebelum | Terang Cahaya Ruang | Brightness | Contrast |
|--------------------|------------------|---------------------|------------|----------|
| RS | RS | GS | RS | RS |
| RS | RS | G | R | R |
| RS | RS | S | Ti | Ti |
| RS | RS | T | Ti | Ti |
| RS | RS | TS | TiS | TiS |
| RS | R | GS | RS | RS |
| RS | R | G | Se | Se |
| RS | R | S | Ti | Ti |
| RS | R | T | Ti | Ti |
| RS | R | TS | TiS | TiS |
| RS | Se | GS | RS | RS |
| RS | Se | G | Se | Se |
| RS | Se | S | Se | Se |
| RS | Se | T | Ti | Ti |
| RS | Se | TS | Ti | Ti |
| RS | Ti | GS | RS | RS |
| RS | Ti | G | Se | Se |
| RS | Ti | S | Se | Se |
| RS | Ti | T | Se | Se |
| RS | Ti | TS | TiS | TiS |
| RS | TiS | GS | RS | RS |
| RS | TiS | G | Se | Se |
| RS | TiS | S | Se | Se |
| RS | TiS | T | Ti | Ti |
| RS | TiS | TS | Ti | Ti |
| R | RS | GS | RS | RS |
| R | RS | G | Se | Se |



Tabel 4.2 Fuzzy Associative Memory dari brightness dan contrast televisi (Sambungan)

| Brightness Sebelum | Contrast Sebelum | Terang Cahaya Ruang | Brightness | Contrast |
|--------------------|------------------|---------------------|------------|----------|
| R | RS | S | Ti | Ti |
| R | RS | T | TiS | TiS |
| R | RS | TS | TiS | TiS |
| R | R | GS | RS | RS |
| R | R | G | Se | Se |
| R | R | S | Se | Se |
| R | R | T | Ti | Ti |
| R | R | TS | TiS | TiS |
| R | Se | GS | RS | RS |
| R | Se | G | Se | Se |
| R | Se | S | Se | Se |
| R | Se | T | TiS | TiS |
| R | Se | TS | TiS | TiS |
| R | Ti | GS | RS | RS |
| R | Ti | G | Se | Se |
| R | Ti | S | Se | Se |
| R | Ti | T | Ti | Ti |
| R | Ti | TS | Ti | Ti |
| R | TiS | GS | RS | RS |
| R | TiS | G | R | R |
| R | TiS | S | Ti | Ti |
| R | TiS | T | Ti | Ti |
| R | TiS | TS | Ti | Ti |
| Se | RS | GS | RS | RS |
| Se | RS | G | R | R |
| Se | RS | S | Ti | Ti |
| Se | RS | T | Ti | Ti |
| Se | RS | GS | Ti | Ti |



Tabel 4.3 Fuzzy Associative Memory dari brightness dan contrast televisi (Sambungan)

| Brightness Sebelum | Contrast Sebelum | Terang Cahaya Ruang | Brightness | Contrast |
|--------------------|------------------|---------------------|------------|----------|
| Se | R | GS | RS | RS |
| Se | R | G | R | R |
| Se | R | S | Ti | Ti |
| Se | R | T | Ti | Ti |
| Se | R | TS | TiS | TiS |
| Se | Se | GS | R | R |
| Se | Se | G | R | R |
| Se | Se | S | Se | Se |
| Se | Se | T | Ti | Ti |
| Se | Se | TS | TiS | TiS |
| Se | Ti | GS | R | R |
| Se | Ti | G | Se | Se |
| Se | Ti | S | Se | Se |
| Se | Ti | T | Ti | Ti |
| Se | Ti | TS | TiS | TiS |
| Se | TiS | GS | R | R |
| Se | TiS | G | Se | Se |
| Se | TiS | S | Se | Se |
| Se | TiS | T | Ti | Ti |
| Se | TiS | TS | TiS | TiS |
| Ti | RS | GS | R | R |
| Ti | RS | G | Se | Se |
| Ti | RS | S | Se | Se |
| Ti | RS | T | Ti | Ti |
| Ti | RS | TS | TiS | TiS |
| Ti | R | GS | R | R |
| Ti | R | G | Se | Se |
| Ti | R | S | Se | Se |



Tabel 4.4 Fuzzy Associative Memory dari brightness dan contrast televisi (Sambungan)

| Brightness Sebelum | Contrast Sebelum | Terang Cahaya Ruang | Brightness | Contrast |
|-----------------------|---------------------|---------------------------|------------|----------|
| Ti | R | T | Ti | Ti |
| Ti | R | TS | TiS | TiS |
| Ti | Se | GS | Se | Se |
| Ti | Se | G | Se | Se |
| Ti | Se | S | Se | Se |
| Ti | Se | T | Ti | Ti |
| Ti | Se | TS | TiS | TiS |
| Ti | Ti | GS | Se | Se |
| Ti | Ti | G | Se | Se |
| Ti | Ti | S | Se | Se |
| Ti | Ti | T | Ti | Ti |
| Ti | Ti | TS | TiS | TiS |
| Ti | TiS | GS | Se | Se |
| Ti | TiS | G | Se | Se |
| Ti | TiS | S | Ti | Ti |
| Ti | TiS | T | Ti | Ti |
| Ti | TiS | TS | TiS | TiS |
| TiS | RS | GS | Se | Se |
| TiS | RS | G | Se | Se |
| TiS | RS | S | Ti | Ti |
| TiS | RS | T | Ti | Ti |
| TiS | RS | TS | TiS | TiS |
| TiS | R | GS | Se | Se |
| TiS | R | G | Se | Se |
| TiS | R | S | Ti | Ti |
| TiS | R | T | TiS | TiS |
| TiS | R | TS | TiS | TiS |
| TiS | Se | GS | Se | Se |



Tabel 4.5 Fuzzy Associative Memory dari *brightness* dan *contrast* televisi (Sambungan)

| <i>Brightness</i> Sebelum | <i>Contrast</i> Sebelum | Terang Cahaya Ruang | <i>Brightness</i> | <i>Contrast</i> |
|------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|-----------------|
| TiS | Se | G | Se | Se |
| TiS | Se | S | Ti | Ti |
| TiS | Se | T | TiS | TiS |
| TiS | Se | TS | TiS | TiS |
| TiS | Ti | GS | R | R |
| TiS | Ti | G | Se | Se |
| TiS | Ti | S | Ti | Ti |
| TiS | Ti | T | TiS | TiS |
| TiS | Ti | TS | TiS | TiS |
| TiS | TiS | GS | R | R |
| TiS | TiS | G | Se | Se |
| TiS | TiS | S | Ti | Ti |
| TiS | TiS | T | TiS | TiS |
| TiS | TiS | TS | TiS | TiS |

Keterangan:

- | | | | |
|----|-----------------|-----|-----------------|
| GS | = Gelap Sekali | RS | = Rendah Sekali |
| G | = Gelap | R | = Rendah |
| S | = Sedang | Se | = Sedang |
| T | = Terang | Ti | = Tinggi |
| TS | = Terang Sekali | TiS | = Tinggi Sekali |

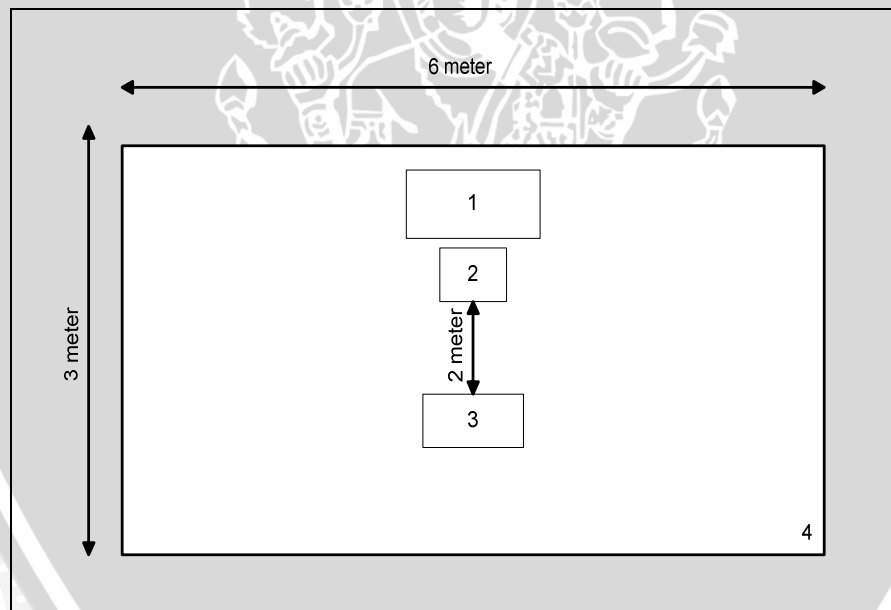
Rule yang terbentuk diatas diperoleh dari percobaan dan pengambilan contoh dari ruangan dengan luas hampir sama yaitu 3 x 6 meter dan penerangan yang berbeda-beda. *Rule* harus memenuhi keinginan pengguna televisi. Setelah didapatkan hasilnya, kemudian dibentuk *rule* yang memenuhi dan dapat mewakili dari semua keinginan pengguna seperti pada *label* diatas.

BAB V

PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

Untuk mengetahui hasil perancangan, dilakukan pengujian dan analisis data terhadap alat yang telah dibuat. Pengujian dilakukan terhadap masing-masing blok rangkaian dengan tujuan untuk mengetahui apakah blok-blok rangkaian tersebut bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Setelah dilakukan pengujian untuk masing-masing blok, kemudian dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan.

Pengujian dilakukan sesuai dengan kondisi fisik penempatan alat dan televisi. Pengujian dilakukan di dalam ruangan 3 x 6 meter dengan jarak lampu pijar dan sensor cahaya adalah dua meter. Posisi lampu berada satu garis dengan penampang depan sensor penerima cahaya (LDR).



Gambar 5.1 Posisi Perangkat Pada Ruangan

- Keterangan :
1. Televisi
 2. Alat Untuk Mengatur *Brightness* dan *Contrast* Gambar
 3. Lampu pijar
 4. Ruangan 3 x 6

Pengujian yang dilakukan meliputi :

1. Pengujian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega8535.
2. Pengujian Sensor Cahaya.
3. Pengujian RPS.
4. Pengujian Rangkaian Digital to Analoga Converter.
5. Pengujian Pada Televisi.
6. Pengujian Perangkat Lunak.
7. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.

5.1 Pengujian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega8535.

5.1.1 Tujuan Pengujian

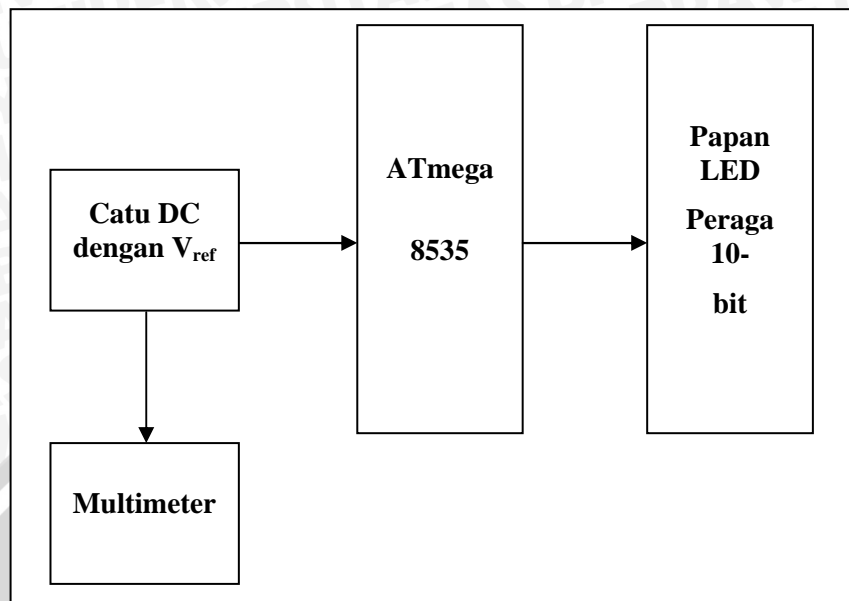
Pengujian mikrokontroler dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian minimum sistem dapat berjalan dengan baik. Pengujian dilakukan dengan program sederhana yang memberikan nilai masukan pada *port* dan melihat hasil keluarannya pada LED peraga.

5.1.2 Prosedur Pengujian

Peralatan yang digunakan dalam pengujian minimum sistem mikrokontroler ATmega8535 adalah:

- Catu daya 5 V
- Rangkaian minimum sistem ATmega8535
- Papan LED peraga
- Multimeter *digital*

Pengujian mikrokontroler yang dilakukan adalah pengujian ADC *internal* mikrokontroler dimana ADC ATmega8535 dapat mengkonversi masukan dari RPS yang berupa sinyal analog agar dapat diproses untuk dikonversi menjadi sinyal digital sehingga dapat diketahui apakah ADC *internal* dari mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik atau tidak.

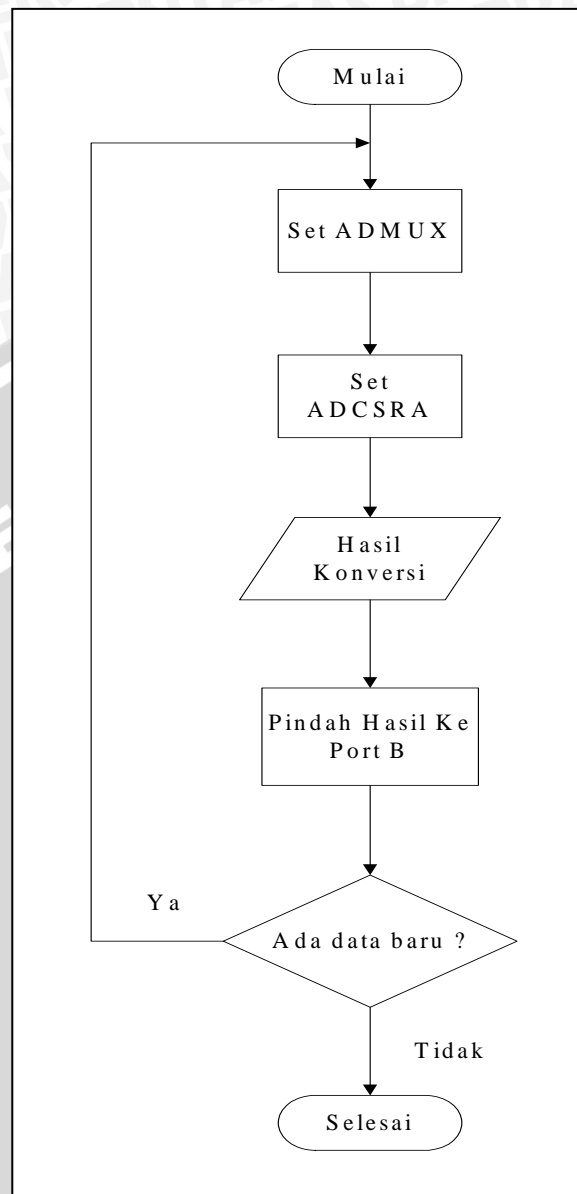


Gambar 5.2 Blok Diagram Pengujian Minimum Sistem Mikrokontroler ATmega8535

5.1.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Pengujian kerja ADC menggunakan sebuah papan LED peraga dengan keluaran biner 10 bit dari ADC. Untuk masukan ADC berasal dari pemberian tegangan masukan tiap *step* sebesar 1V yang dimaksudkan untuk mengetahui respon ADC saat adanya perubahan tegangan.

Berikut ini adalah *flowchart* program pengujian kerja ADC dengan 1 masukan :



Gambar 5.3 Flowchart Pengujian ADC Internal 1 Masukan

Program pengujian ADC 1 masukan hanya digunakan untuk mengetahui apakah ADC *internal* dari mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik sehingga dari sini dapat ditentukan masukan ADC pada minimum sistem bekerja, proses pengujian di atas tidak termasuk dalam program utama. Hasil dari pengujian ADC 1 masukan dapat dilihat dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian ADC 1 Masukan

| No. | Tegangan (V) | LED | | | | | | | | | |
|-----|--------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | B9 | B8 | B7 | B6 | B5 | B4 | B3 | B2 | B1 | B0 |
| 1. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2. | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4. | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5. | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 6. | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Proses pengujian ADC menunjukkan ADC merespon sinyal dari tegangan yang diubah secara bervariasi, pengujian dilakukan dengan variasi tegangan dimaksudkan untuk menguji hasil konversi yang dikeluarkan oleh ADC *internal*, pengujian ADC ini membuktikan bahwa ADC *internal* mikroprosesor sebagai masukan dapat berfungsi dengan baik.

5.2 Pengujian Sensor Cahaya

5.2.1 Tujuan Pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor cahaya dapat bekerja dengan baik sehingga dapat membaca perubahan cahaya dalam ruangan.

5.2.2 Prosedur Pengujian

Peralatan yang dibutuhkan dalam pengujian rangkaian sensor cahaya antara lain sebagai berikut:

- Sensor cahaya LDR
- Lampu dimmer

Pengujian terhadap sensor cahaya LDR dilakukan dengan mengukur *resistanst* dari LDR tersebut dengan memberikan *input* terang cahaya berbagai tingkatan. Dalam hal ini diberikan delapan tingkatan untuk mengetahui karakteristik LDR. Tingkatan terang diambil dari lampu *dimer* dengan penambahan tingkatan terang cahaya yang konstan (diambil 8 tingkatan mulai dari titik gelap sampai terang maksimum). Tingkatan gelap menunjukkan *resistansi* LDR sebesar 1890 k Ω dari pada

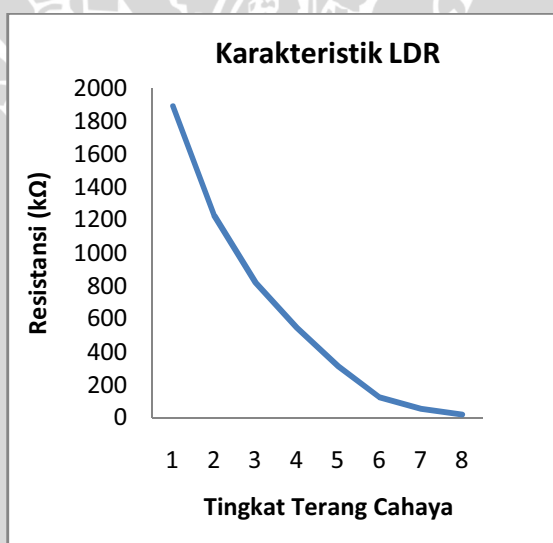
tingkatan cahaya terang sekali menunjukkan *resistansi* sebesar 21 k Ω . Hal ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik LDR.

5.2.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil dari pengamatan LDR terhadap perubahan terang cahaya dapat dilihat dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Pengujian LDR Terhadap Perubahan Terang Cahaya

| Tingkat Terang cahaya | Resistansi (k Ω) |
|-----------------------|--------------------------|
| 1 (5 Watt) | 1890 |
| 2 (15 Watt) | 1229 |
| 3 (40 Watt) | 821 |
| 4 (75 Watt) | 548 |
| 5 (150 Watt) | 314 |
| 6 (175 Watt) | 125 |
| 7 (190 Watt) | 56 |
| 8 (250 Watt) | 21 |



Gambar 5.4 Grafik karakteristik LDR

Dilihat dari grafik diatas terlihat bahwa Resistansi LDR tidak berbanding lurus terhadap perubahan terang cahaya.

5.3 Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal (RPS)

5.3.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian RPS adalah untuk mengetahui perubahan output dari RPS terhadap perubahan terang cahaya ruangan.

5.3.2 Prosedur Pengujian

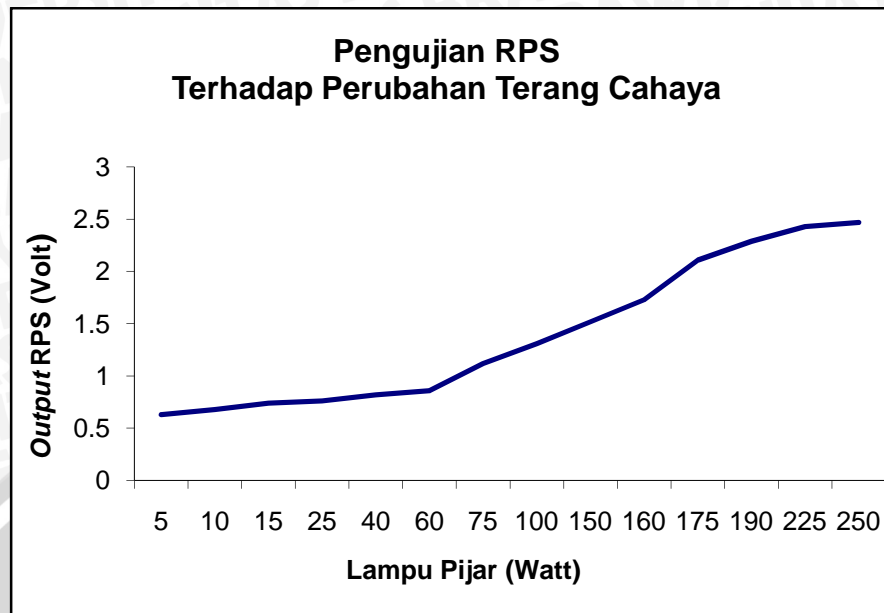
Pengujian pada rangkaian ini akan diukur output dari RPS yang berupa tegangan DC berdasarkan perubahan terang cahaya yang dikelompokkan berdasarkan perubahan dengan menggunakan beberapa lampu pijar yang berbeda-beda dayanya didalam ruangan 3 x 6 meter dan jarak lampu pijar terhadap sensor cahaya dua meter. Pengelompokan berdasarkan lampu pijar karena pengukuran terang cahaya tidak dilakukan dengan suatu alat pengukur, tetapi dari berbagai sample lampu pijar.

5.3.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian RPS terhadap perubahan terang cahaya dapat dilihat pada table 5.3.

Tabel 5.3 Pengujian RPS Terhadap Perubahan Terang Cahaya

| Lampu Pijar (Watt) | Out RPS (Volt) |
|--------------------|----------------|
| 5 | 0,63 |
| 10 | 0,68 |
| 15 | 0,74 |
| 25 | 0,76 |
| 40 | 0,82 |
| 60 | 0,86 |
| 75 | 1,12 |
| 100 | 1,31 |
| 150 | 1,52 |
| 150 dan 10 | 1,73 |
| 150 dan 25 | 2,11 |
| 150 dan 40 | 2,29 |
| 150 dan 75 | 2,43 |
| 150 dan 100 | 2,47 |



Gambar 5.5 Grafik Pengujian RPS Terhadap Perubahan Terang Cahaya

Dan hasil pengujian diatas terlihat bahwa tegangan keluaran dari RPS memberikan respon yang cukup baik terhadap perubahan lampu pijar yang digunakan. Dalam hal ini tegangan keluaran RPS tidak dapat maksimum yakni kurang lebih 5 volt seperti perhitungan pada perancangan karena sumber cahaya yang digunakan adalah lampu pijar, dimana terang maksimum percobaan hanya pada daya 150 watt dan 100 watt nyala bersama-sama dan ruangan dibuat gelap terisolasi dari cahaya luar. Sedangkan pada perancangan terang maksimum dihitung dengan cahaya ruangan dimana sinar matahari dapat masuk ke dalam ruangan.

5.4 Pengujian Rangkaian Digital to Analog Converter

5.4.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian rangkaian DAC adalah untuk mengetahui *output* yang akan digunakan sebagai pendorong tegangan *brightness* dan *contrast* televisi.

5.4.2 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan *output* dari DAC yang telah melalui rangkaian pengubah arus menjadi tegangan, *input* merupakan nilai digital dan *output* mempunyai besaran tegangan (Volt) yang akan digunakan untuk mendorong tegangan *brightness* dan *contrast*

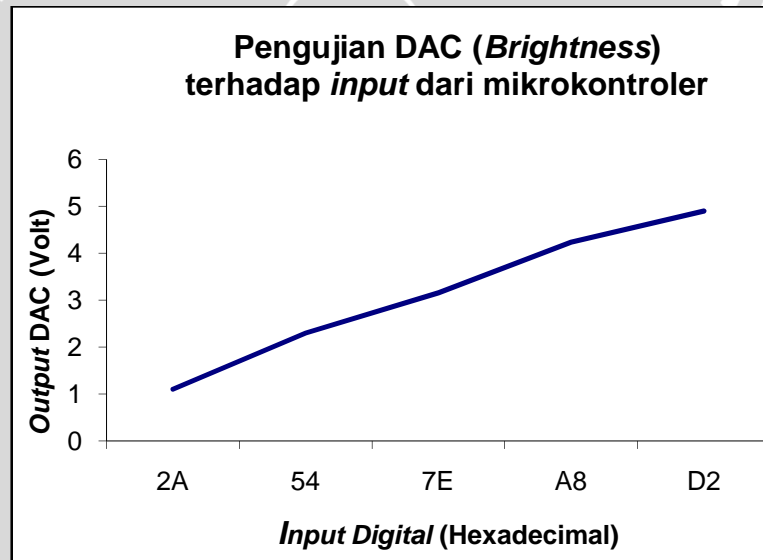
pada televisi sesuai dengan yang diinginkan dan sesuai dengan *output membership function*.

5.4.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil dari input dan output yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Tabel 5.4 Pengujian DAC (*Brightness*) terhadap *input* dari mikrokontroler

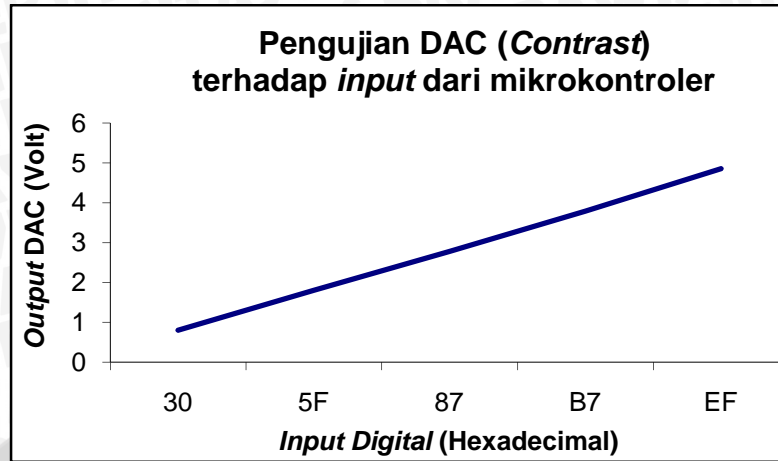
| Input Digital (Hexadecimal) | Output DAC (Volt) |
|------------------------------------|--------------------------|
| 2A | 1,1 |
| 54 | 2,3 |
| 7E | 3,16 |
| A8 | 4,23 |
| D2 | 4,9 |



Gambar 5.6 Grafik Pengujian DAC (*Brightness*) terhadap *input* dari mikrokontroler

Tabel 5.5 Pengujian DAC (*Contrast*) terhadap *input* dari mikrokontroler

| Input Digital (Hexadecimal) | Output DAC (Volt) |
|------------------------------------|--------------------------|
| 30 | 0,8 |
| 5F | 1,8 |
| 87 | 2,78 |
| B7 | 3,79 |
| EF | 4,86 |



Gambar 5.7 Grafik Pengujian DAC (*Contrast*) terhadap *input* dari mikrokontroler

Pengujian diatas dilakukan dengan memberikan input digital terbagi lima kelompok. Pengelompokan diatas didasarkan untuk membaca *membership function output* yang diberi label yakni Rendah Sekali, Rendah, Sedang, Tinggi, dan Tinggi Sekali. Pengambilan nilai input seperti diatas akan menghasilkan *output* tegangan yang digunakan untuk mendorong *brightness* dan *contrast* televisi yakni pada nilai 20, 40, 60, 80, 100 yang tertera pada layar televisi seperti pada kondisi normal tanpa adanya *feature* tambahan yang dibuat pada tugas akhir ini. Semakin besar tegangan yang mampu dikeluarkan oleh masing-masing DAC semakin besar pula nilai *brightness* dan *contrast* yang ada pada televisi.

5.5 Pengujian Pada Televisi

5.5.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian pada televisi adalah untuk melihat perubahan tegangan pada *brightness* dan *contrast* berdasarkan tingkat nilai yang ada pada layar televisi yang nantinya akan digunakan sebagai dasar pembentukan input DAC supaya memberikan hasil tegangan sesuai dengan yang diinginkan oleh televisi.

5.5.2 Prosedur Pengujian

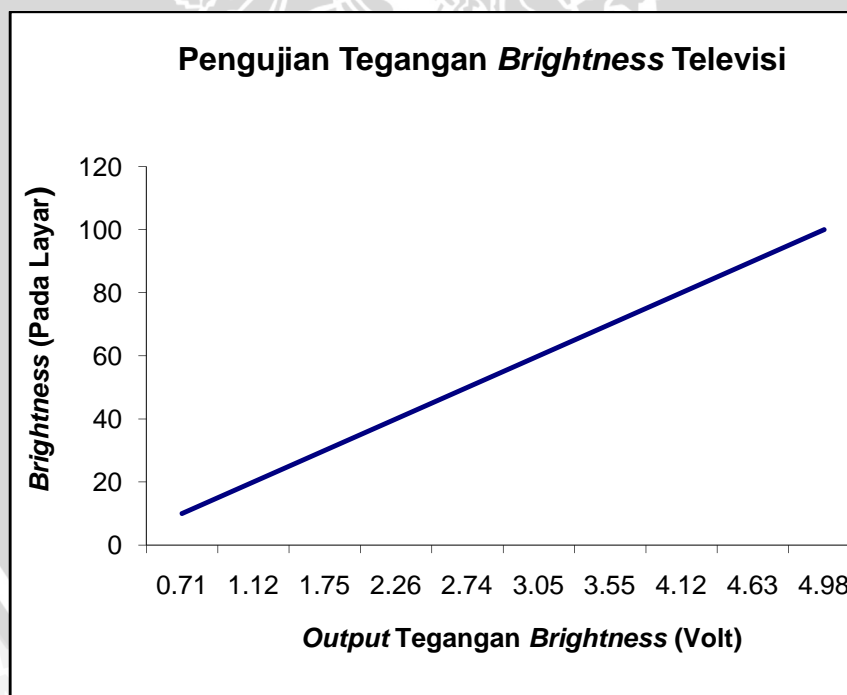
Pengukuran diambil dari kaki IC yang men-drive tegangan *brightness* dan *contrast*.

5.5.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian terlihat pada table berikut ini.

Tabel 5.6 Pengujian Tegangan *Brightness* Televisi

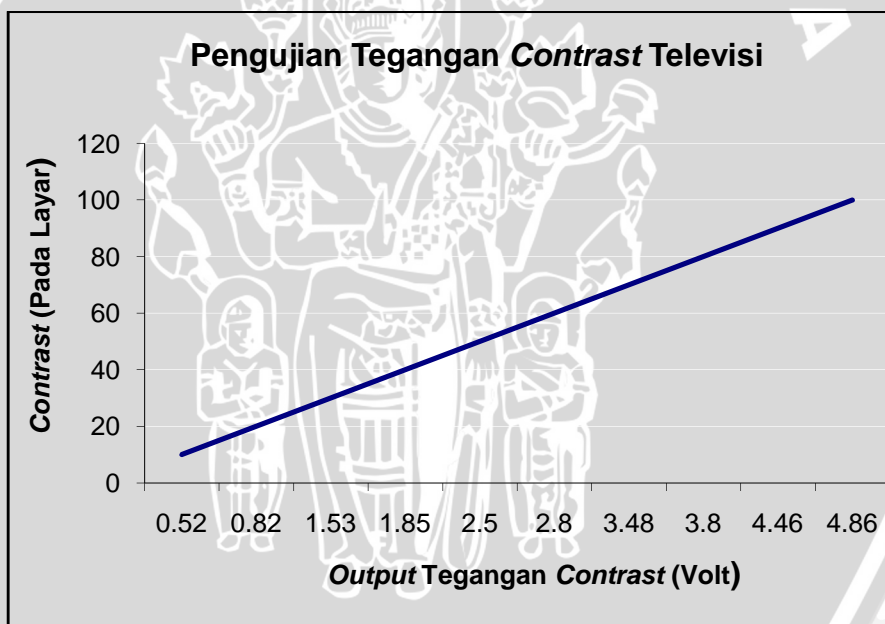
| <i>Brightness</i> (Pada Layar) | Output Tegangan <i>Brightness</i> (Volt) |
|--------------------------------|--|
| 10 | 0,71 |
| 20 | 1,12 |
| 30 | 1,75 |
| 40 | 2,26 |
| 50 | 2,74 |
| 60 | 3,05 |
| 70 | 3,55 |
| 80 | 4,12 |
| 90 | 4,63 |
| 100 | 4,98 |



Gambar 5.8 Grafik Pengujian Tegangan *Brightness* Televisi

Tabel 5.7 Pengujian Tegangan *Contrast* Televisi

| <i>Contrast</i> (Pada Layar) | Output Tegangan <i>Contrast</i> (Volt) |
|------------------------------|--|
| 10 | 0,52 |
| 20 | 0,82 |
| 30 | 1,53 |
| 40 | 1,85 |
| 50 | 2,5 |
| 60 | 2,8 |
| 70 | 3,48 |
| 80 | 3,8 |
| 90 | 4,46 |
| 100 | 4,86 |



Gambar 5.9 Grafik Pengujian Tegangan *Contrast* Televisi

5.6 Pengujian Perangkat Lunak

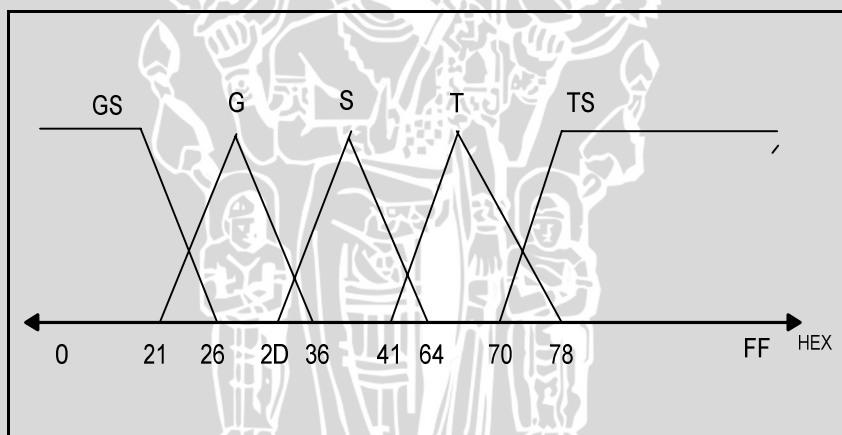
5.6.1 Tujuan Pengujian

Pengujian perangkat lunak dilakukan untuk mengetahui berapa besar keakuratan *software* yang telah dibuat dibandingkan dengan perhitungan secara manual diatas kertas dengan metode *fuzzy logic*.

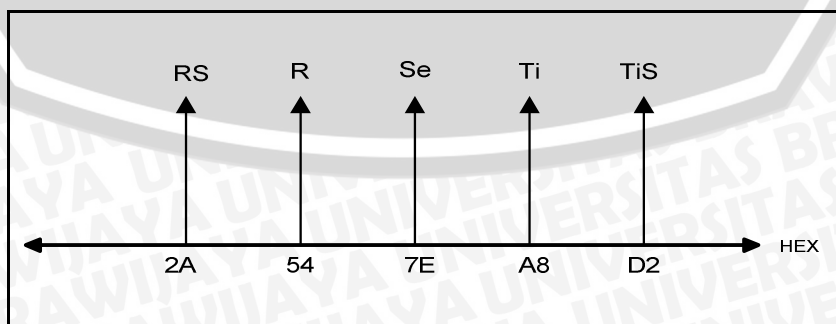
5.6.2 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan memberikan nilai input terang cahaya ruangan, *brightness* dan *contrast* televisi secara manual langsung dimasukkan dalam software dan perhitungan manual. Untuk melakukan pengujian tersebut terlebih dahulu dibentuk *membership function input* maupun *output*.

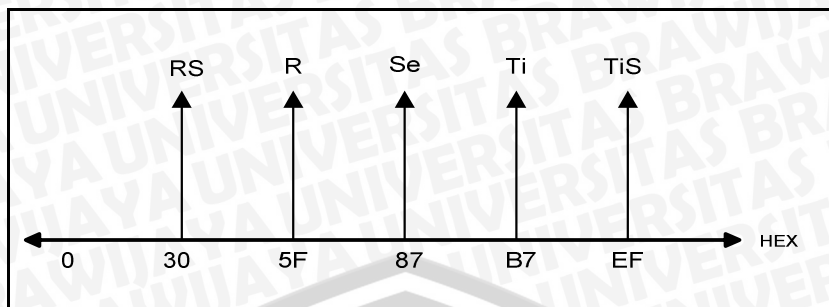
Bentuk *membership function* dari input cahaya, *input brightness*, *input contrast* dan output dari sistem dapat dilihat pada gambar. *Membership function* yang dibentuk adalah *singleton* dengan output secara diskrit. Jadi nilai *crisp output* yang dihasilkan akan diikuti pada *membership function output* yang terdekat. Pembentukan *membership function* ini dibentuk berdasarkan hasil pengamatan dan beberapa contoh penerangan ruangan dimana ruangan tersebut terdapat sebuah televisi. Setelah memperoleh beberapa sample penerangan atau cahaya maka dibentuk *membership function* sebagai berikut:



Gambar 5.10 *Membership Function* Terang Cahaya Ruangan



Gambar 5.11 *Membership Function* Nilai *Brightness* Televisi



Gambar 5.12 Membership Function Nilai Contrast Televisi

Keterangan : GS = Gelap Sekali RS = Rendah Sekali
 G = Gelap R = Rendah
 S = Sedang Se = Sedang
 T = Terang Ti = Tinggi
 TS = Terang Sekali TiS = Tinggi Sekali

5.6.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil dari pengujian *secara* perhitungan diatas kertas dengan metode *fuzzy* dan perhitungan secara software yang telah dibuat dapat dilihat pada tabel 5.4 dan tabel 5.5. Apabila dibandingkan nilai *cris output* yang dihasilkan antara perhitungan diatas kertas secara *fuzzy* dan secara software didapatkan nilai yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa software dibentuk telah memenuhi kriteria yang diinginkan dan sesuai dengan metode *fuzzy* yang digunakan.

5.7 Pengujian Sistem secara Keseluruhan

5.7.1 Tujuan Pengujian

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kerja secara keseluruhan sistem apakah sesuai dengan perencanaan awal yang diharapkan.

5.7.2 Prosedur Pengujian

Pengujian dilakukan dengan merangkai keseluruhan sistem, yaitu dari masing-masing blok rangkaian disusun menjadi sebuah sistem. Setelah semua blok rangkaian telah terpasang secara keseluruhan, catu daya dihubungkan pada masing-masing blok rangkaian sesuai dengan spesifikasi rangkaian. Kemudian kondisi keluaran alat dianalisis apakah sesuai dengan perencanaan.

Peralatan yang digunakan untuk pengujian ini adalah :

- Televisi
- Catu daya AC 220 V
- AVR ATmega8535 *minimum system*
- *Hardware System*
- Lampu Pijar

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem untuk merespon perubahan terang cahaya ruangan sebagai input dan bagaimana output yang dihasilkan. Pengujian dilakukan dengan memberikan nilai brightness dan contrast tertentu pada saat sistem dinyalakan pertama kali sedangkan nilai color adalah 40 point pada layar dibuat tetap. Nilai yang diberikan mula-mula untuk brightness maupun contrast adalah nilai minimum dari output yang dihasilkan dari sistem tersebut yakni sebesar 20 point yang tertera pada layar televisi. Bila nilai tersebut dilakukan oleh microprocessor berarti harus dikonversikan ke dalam bentuk bilangan hexadecimal sesuai percobaan DAC 0800 yaitu 2AH untuk brightness dan 30H untuk contrast. Berdasarkan *membership function input* maupun *output* yang telah dibentuk, sistem diuji dengan memberikan masukan terang cahaya yang

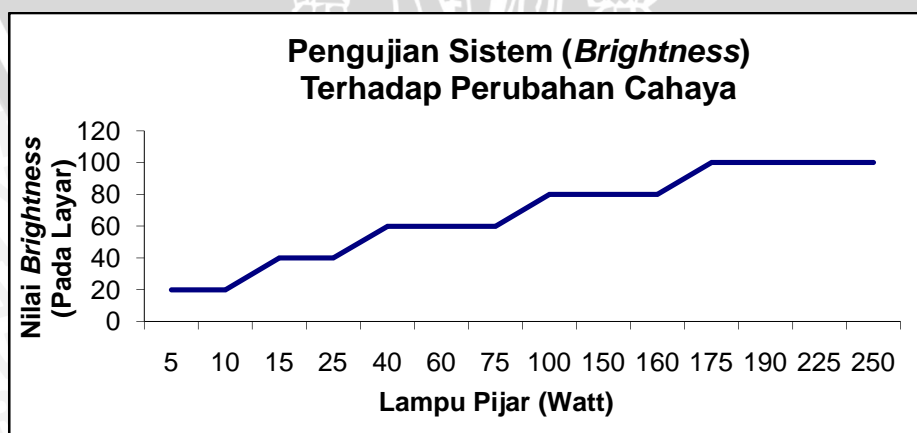
berbeda-beda dengan menggunakan lampu pijar, besar dayanya sebagai variabel yang diubah-ubah.

5.7.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Respon sistem yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 5.8 Pengujian Sistem (*Brightness*) Terhadap Perubahan Cahaya

| Lampu Pijar (Watt) | Output Digital Processor (Hexadecimal) | Output DAC (Volt) | Nilai <i>Brightness</i> (Pada Layar) |
|--------------------|--|-------------------|--------------------------------------|
| 5 | 2A | 1,1 | 20 |
| 10 | 2A | 1,1 | 20 |
| 15 | 54 | 2,3 | 40 |
| 25 | 54 | 2,3 | 40 |
| 40 | 7E | 3,16 | 60 |
| 60 | 7E | 3,16 | 60 |
| 75 | 7E | 3,16 | 60 |
| 100 | A8 | 4,23 | 80 |
| 150 | A8 | 4,23 | 80 |
| 150 dan 10 | A8 | 4,23 | 80 |
| 150 dan 25 | D2 | 4,9 | 100 |
| 150 dan 40 | D2 | 4,9 | 100 |
| 150 dan 75 | D2 | 4,9 | 100 |
| 150 dan 100 | D2 | 4,9 | 100 |



Gambar 5.13 Grafik Pengujian Sistem (*Brightness*) Terhadap Perubahan Cahaya

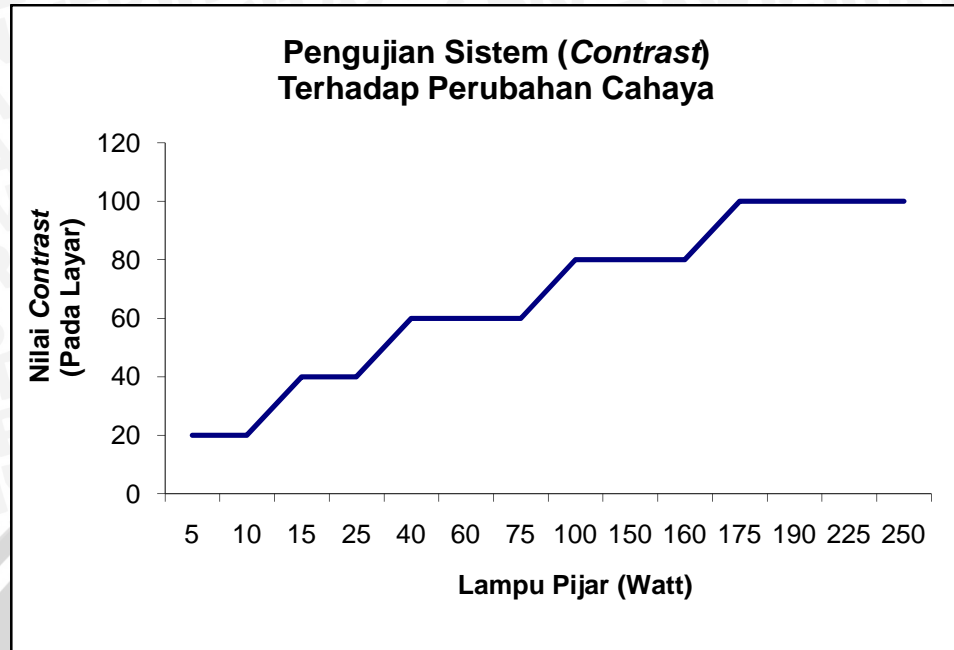
Dari pengamatan *respon sistem* pada grafik diatas, nilai *brightness* 20 merupakan kondisi Rendah Sekali, nilai 40 kondisi Rendah, nilai 60 kondisi Sedang, nilai 80 kondisi Tinggi dan nilai 100 kondisi *brightness* Tinggi Sekali. Pada respon sistem tabel 5.8 *output* yang dihasilkan baik.

Kondisi rendah dicapai pada saat lampu yang menyala mempunyai daya 15 watt. Pada saat lampu yang menyala mempunyai daya 150 dan 100 watt maka nilai *output brightness* menunjukkan kondisi Tinggi Sekali.

Sedangkan untuk respon dari sistem yang berhubungan dengan nilai *contrast* dapat dilihat pada tabel 5.9 sebagai berikut:

Tabel 5.9 Pengujian Sistem (*Contrast*) Terhadap Perubahan Cahaya

| Lampu Pijar (Watt) | Output Digital Processor (Hexadecimal) | Output DAC (Volt) | Nilai Contrast (Pada Layar) |
|-------------------------------|---|------------------------------|--|
| 5 | 30 | 0,8 | 20 |
| 10 | 30 | 0,8 | 20 |
| 15 | 5F | 1,8 | 40 |
| 25 | 5F | 1,8 | 40 |
| 40 | 87 | 2,78 | 60 |
| 60 | 87 | 2,78 | 60 |
| 75 | 87 | 2,78 | 60 |
| 100 | B7 | 3,79 | 80 |
| 150 | B7 | 3,79 | 80 |
| 150 dan 10 | B7 | 3,79 | 80 |
| 150 dan 25 | EF | 4,86 | 100 |
| 150 dan 40 | EF | 4,86 | 100 |
| 150 dan 75 | EF | 4,86 | 100 |
| 150 dan 100 | EF | 4,86 | 100 |



Gambar 5.14 Grafik Pengujian Sistem (*Contrast*) Terhadap Perubahan Cahaya

Seperti halnya dengan respon sistem yang menunjukkan nilai *brightness* relatif baik seiring dengan perubahan dari kondisi terang cahaya lampu yang berbeda-beda, pada tabel 5.9 dapat diamati bahwa respon sistem juga menunjukkan bahwa nilai *output contrast* cukup sensitif.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan baik pengujian per blok rangkaian maupun pengujian sistem secara keseluruhan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *Fuzzy Logic Controller* dapat dipakai untuk pengontrolan *brightness* dan *contrast* televisi berdasarkan kondisi cahaya ruang. Penerapan *Fuzzy* baik untuk *input* sistem yang tidak linear dan tidak mempunyai model secara matematis.
2. Penggunaan sistem *fuzzy* tidak memerlukan fungsi alih yang rumit untuk memproses suatu data *input* menjadi data *output*, tetapi hanya diperlukan *membership function* yang diperoleh dari pengambilan *experiment* pada kenyataan yang ada.
3. Respon sistem yang dihasilkan cukup baik, dimana nilai *brightness* dan *contrast* gambar televisi berubah berbanding lurus dengan perubahan terang cahaya.

6.2 Saran

Meskipun alat ini sudah dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, namun ada beberapa hal yang dapat dikembangkan dari alat ini di kemudian hari, antara lain:

1. Dengan dukungan sistem mekanik yang lebih baik maka penampilan dari alat akan lebih menarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmel. 2003. *8-bit AVR Microcontroller with 8Kbytes in System Programmable Flash*. www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8535.pdf,
dicuplik pada 03 Agustus 2008.
- Gulley, Ned. Jang, J-S. Roger. 1995. *Fuzzy Logic Toolbox For Use with MATLAB*. The MathWorks, Inc.
- Jamshidi, Mohammad.1997. *Applications of fuzzy logic: towards high machine intelligence quotient sistem* , Prentice-Hall, Inc. New Jersey.
- Jones, Larry., and Chin A. Foter. 1991. *Electronic Instruments and Measurement. Second Edition*. United State Of America : Prentice-Hall, Inc.
- Kuswadi, Son. 2000. *Kendali Cerdas*. EEPIS Press : Surabaya.
- Lin, Ching-Ten. Lee, CS. George. 1996. *Neural Fuzzy Systems, A Neuro-Fuzzy Synergism to Intelligent Systems*. Prentice-Hall International, Inc.: New Jersey
- Malvino, Albert Paul. 1987. *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Jilid 1, terjemahan Barmawi. Jakarta : Erlangga.
- Malvino, Albert Paul. 1987. *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Jilid 2, terjemahan Barmawi. Jakarta : Erlangga.
- Ogata, Katsuhiko. 1997. *Teknik Kontrol Automatik*. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Pavel, H. 2003. *CodevisionAVR V1.25.2 user manual*. <http://www.hpinfootech.ro>
Diakses pada 25 Agustus 2009.
- Putra, I. Gst. Agung Gede Angga Sulaksana. 2008. *Alat Otomatisasi Penggantian Air pada Akuarium*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang : Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Tooley, Mike. 2002. *Rangkaian Elektronik Prinsip dan Aplikasi*. Jakarta.
- William, D. Cooper. 1985. *Instrumentasi Elektronika dan Teknik Pengukuran*. Edisi Kedua. Jakarta Pusat. Penerbit : Erlangga.

Lampiran 1

FOTO ALAT

