

3100098010107

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM AGC DAN AFC BERBASIS FUZZY LOGIC CONTROLLER NLX220 PADA RADIO FM

TUGAS AKHIR

Disusun oleh :

MUHAMMAD JAILANI

NRP : 2290 100 035

RSE
629.8
Jai
p-1

1997



PENGITIKATAN	
No. 13-100-035-001	
Tgl. 13-11-97	13-Nov-97
No. 4	4
No. 7449	7449

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1997**

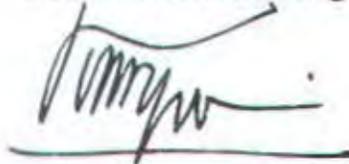
**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM
AGC DAN AFC BERBASIS FUZZY LOGIC
CONTROLLER NLX220 PADA RADIO FM**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro
Pada Bidang Studi Elektronika
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Mengetahui/Menyetujui

Dosen Pembimbing



Ir. KARYADI, MSc.

**SURABAYA
Oktober, 1997**

ABSTRAK

Automatic Gain Control (AGC) dan *Automatic Frequency Control (AFC)* adalah dua parameter penting dalam penerimaan gelombang radio. Baik buruknya kualitas audio ditentukan oleh kedua hal tersebut. Pengaturan AGC yang tidak optimal, yang sesuai dengan kuat sinyal radio yang diterima, dapat menyebabkan kerusakan pada ujung depan (*front end*) penguat RF atau bahkan hilangnya sinyal radio yang diinginkan. Begitu juga yang terjadi jika tidak ada atau tidak optimalnya pengaturan AFC, akan mempengaruhi kualitas audio yang dihasilkan.

Dalam tugas akhir ini direncanakan suatu sistem kontrol pada *Automatic Gain Control (AGC)* dan *Automatic Frequency Control (AFC)* pada radio FM dengan dua pengambilan parameter yakni kuat sinyal gelombang radio (FSM) dan pergeseran frekwensi, dimana dua parameter ini sangat mempengaruhi kualitas penerimaan gelombang radio. Sistem kontrol yang dilakukan yakni menggunakan logika Fuzzy, yang memiliki pendekatan (*aproksimasi*) penalaran manusia dibanding sistem kontrol lainnya.

Dengan kontrol Logika Fuzzy yang dipakai dalam tugas akhir ini pengaturan Gain pada penguat RF dan pengaturan pergeseran frekwensi dapat dikontrol secara maksimal sesuai dengan kuat sinyal radio yang diterima.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadlirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya , sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dalam waktu yang telah ditentukan. Tugas akhir yang diambil berjudul :

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM AGC DAN AFC BERBASIS FUZZY LOGIC CONTROLLER NLX220 PADA RADIO FM

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih atas terselesaikannya tugas akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Karyadi, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan dorongan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Soetikno selaku Koordinator Bidang Studi Elektronika, Jurusan Teknik Elektro FTI ITS, yang telah memberikan segala fasilitas serta bimbingannya.
3. Bapak Ir. Teguh Yuwono ,selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro FTI ITS.
4. Seluruh Staf Dosen Bidang Studi Elektronika dan Karyawan di Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS.
5. Seluruh keluarga penulis atas segala bantuan, doa dan dorongannya.
6. Teman-teman di Bidang Studi Elektronika yang telah banyak memberikan bantuan, sumbangan pemikiran serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik serta saran demi penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis mengharapkan agar tugas akhir ini banyak berguna bagi perkembangan dan pengetahuan kita.

Surabaya, September 1997

Penulis

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	x
BABI PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Metodologi	3
1.5 Sistematika Pembahasan	3
1.6 Relevansi	4
BAB II TEORI PENUNJANG	5
2.1.1 SISTIM RADIO FM	5
2.1.2 RF AMPLIFIER	6
2.1.3 MIXER	7
2.1.4 Osilator Lokal	8
2.1.5 Penguat IF	9
2.1.6 Blok penguat IF	10
2.1.7 Quadratur Detector	10
2.1.8 Automatic Frekwensi Control	12

2.1.9	Automatic Gain Control (AGC)	13
2.1.9.1	Sistem AGC sederhana	14
2.1.9.2	Sistem Delayed AGC	15
2.1.9.3	Sistem Auxiliary AGC	15
2.1.10	Demodulasi Stereo	17
2.1.11	Deemphasis	19
2.2	Konversi Sinyal Analog	20
2.2.1	Teori Sampling - Kriteria Nyquist	21
2.2.2	Sample & Hold (<i>S/H</i>)	21
2.2.3	Kuantisasi	22
2.2.4	Dual-Slope A/D Converter	23
2.3	Operasional Amplifier	27
2.3	Pengikut Tegangan	27
2.3.2	Penguat Diffrensial Dasar	28
BAB III TEORI LOGIKA FUZZY		30
3.1	Pendahuluan	30
3.2	Struktur Dasar Logika Fuzzy	33
3.2.1	Unit Fuzzifikasi	34
3.2.2	Unit Dasar Pengambilan Keputusan Fuzzy (Knowledge Base)	35
3.2.3	Unit Defuzzifikasi	36
3.3	Deskripsi Umum	36

3.4	Deskripsi Pin	38
3.5	Arsitektur Device	39
3.6	Membership Function (MF)	40
3.7	Varlabel Fuzzy	43
3.8	Rule	44
3.9	Evaluasi Rule	45
3.10	Floating Membership Function	45
3.11	Operasional Device	48
3.12	Organisasi Memori	49
BAB V PENGUJIAN DAN PENGUKURAN		55
4.1	Perancangan sistem	55
4.2	Perancangan Hardware	57
4.2.1	Tuner FM	58
4.2.2	Penguat IF FM	59
4.2.2	Pengkondisi sinyal AFC	60
4.3	Rangkaian Dekoder Stereo	61
4.4	Modul NLX220	62
4.3	Perencanaan Software	63
4.3.1	Input	64
4.3.2	Output	64
4.3.3	Variabel Fuzzy	65
4.3.4	Rules	65

BAB V	PENGUJIAN DAN PENGUKURAN	67
4.1	Pengujian dan Pengaturan Alat	67
4.2	Modul Tuner FM	68
4.3	Bagian Penguat IF	68
4.4	Dekoder Stereo	79
4.5	Audio Amplifier	79
4.6	Pengujian Sistem	69
BAB VI	PENUTUP	71
6.1	Kesimpulan	71
6.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Blok diagram penerima heterogen	6
Gambar 2.2	Hasil-hasil distorsi dalam suatu penguat RF	7
Gambar 2.3	Skema dasar detektor quadratur analog	11
Gambar 2.4	Karakteristik tegangan AFC terhadap pergeseran frekwensi	12
Gambar 2.5	Karakteristik AGC	13
Gambar 2.6	Sistem AGC yang sederhana	14
Gambar 2.7	Konfigurasi Delayed AGC	15
Gambar 2.8	Auxiliary AGC	16
Gambar 2.9	Spektrum sinyal modulasi SCA dan Komposit stereo	17
Gambar 2.10	Blok diagram dekoder stereo	18
Gambar 2.11	Rangkaian Deemphasis dan Keluarannya	20
Gambar 2.12	Prinsip pengambilan sampling pada sebuah ADC	22
Gambar 2.13	Block diagram Dual Slope ADC	23
Gambar 2.14	Grafik output Integrator versus waktu	24
Gambar 2.15	Opamp sebagai pengikut tegangan	28
Gambar 2.16	Penguat diffrensial	29
Gambar 3.1	Membership Boolean dan Fuzzy	30
Gambar 3.2	Istilah-istilah dalam Fungsi Membership	31
Gambar 3.5	Fungsi Segitiga	33
Gambar 3.6	Tipikal Sistem Kontrol dengan Fuzzy Logic	34

Gambar 3.7	Struktur Dasar Fuzzy Logic Control	34
Gambar 3.8	Blok diagram Kontroller Fuzzy Logic	40
Gambar 3.9	Jenis Membership Function	42
Gambar 3.10	Membership Function Kecepatan	43
Gambar 3.11	Overlap Dua Membership Function	43
Gambar 3.12	Fuzzifikasi dari Temperatur input	44
Gambar 3.13	Floating Membership function	46
Gambar 3.14	Mode immediate defuzzifikasi	50
Gambar 3.15	Mode accumulate defuzzifikasi	51
Gambar 4.1	Diagram blok Sistem Pengatur AGC dan AFC berbasis controller NLX220	56
Gambar 4.2	Block diagram modul Tuner FM	59
Gambar 4.3	Rangkaian lengkap penguat IF FM LM3189	60
Gambar 4.4	Rangkaian Pengkondisi Sinyal AFC	61
Gambar 4.5	Rangkaian Dekoder Stereo	62
Gambar 4.6	Modul NLX220	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Suatu *Automatic Gain Control (AGC)* sangat diperlukan dalam penerimaan gelombang radio dikarenakan daerah kuat sinyal yang luas yang dijumpai pada terminal antena pada saat penerima ditala ke berbagai stasiun. Untuk mencegah pembebanan lebih (*overload*, dan distorsi berlebihan) dalam pencampur, penurunan gain dalam tingkat RF diperlukan kalau sinyal yang diterima kuat. Atau sebaliknya jika sinyal yang diterima lemah maka harus ada kenaikan gain pada tingkat RF. Dalam tingkat IF, AGC diperlukan untuk mencegah beban lebih dan untuk menjaga masukan sinyal yang tetap pada detektor, baik untuk kerja detektor optimum maupun untuk menjaga tetap keluaran audio.

Dasar-dasar Logika fuzzy telah disinggung oleh banyak ilmuwan satu dua abad yang lampau sebagai jawaban atas kelemahan logika Boolean namun baru pada sekitar pertengahan 1960-an Profesor Lofti Zadeh menjabarkannya secara terperinci, logika ini ternyata mampu menjawab ketidakmampuan logika Boolean dalam mengenali perubahan parameter yang tidak jelas.

Pemakaian controller logika fuzzy adalah untuk menyederhanakan pengaturan. Biasanya sistem kontrol memakai implementasi persamaan matematis, yang sulit untuk menentukan persisnya, dalam hal pengaturan. Persamaan matematis yang demikian ini seringkali menemui kesulitan untuk

diimplementasikan, karena begitu sangat berpengaruhnya ketidaklinearan device maupun ketergantungan didalam lingkungan yang ditempati. Apalagi sistem yang dipakai bertambah komplek dengan memperhitungkan masalah nonlinearitas sensor, misalnya. Padahal operator tersebut, dengan bekal pengetahuan, pengalaman dan kemampuan belajarnya dapat mengatur proses-proses itu tanpa harus tahu persamaan matematisnya. Mereka lebih memilih operasi secara kualitatif, yaitu bekerja dengan sifat tidak tepat, tidak tentu dan penuh keraguan. Ungkapan semacam ini disebut sebagai *ungkapan linguistik*. Logika pengambilan keputusan ini adalah dasar dari kontroler logika fuzzy yang diturunkan secara heuristik berdasarkan keadaan proses dan pengalaman operator. Sehingga bisa disebut controller logika fuzzy sebagai suatu controller yang merubah sistem kontrol linguistik ke dalam strategi kontrol otomatis.

1.2. Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah mempelajari dan merancang suatu sistem yang mengontrol AGC dan AFC suatu penerima radio FM agar tidak terjadi pembebanan lebih atau sebaliknya kurang gain pada sinyal-sinyal lemah..

1.3. Pembatasan masalah

Pada tugas akhir ini permasalahan akan dibatasi pada perancangan dan pembuatan sistem AGC dan AFC berbasis logika fuzzy yaitu *fuzzy microcontroller*

chip NLX220 , selain itu kondisi sistem akan ditampilkan melalui display untuk melihat unjuk kerja peralatan ini

1.4. Metodologi

Metodologi pembuatan tugas akhir ini adalah melakukan studi literatur mengenai proses dan teknik penerimaan gelombang radio FM

Langkah berikutnya adalah mempelajari penggunaan logika fuzzy dalam proses kontrol suatu sistem. Dalam hal ini adalah mempelajari juga *chip* NLX220.

Selanjutnya dilakukan perencanaan dan pembuatan perangkat keras berupa sistem untuk pengontrolan AGC dan AFC pada radio FM

Pembuatan perangkat lunak merupakan langkah berikutnya yang berupa pembuatan rule-rule untuk fuzzy.

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian dan pengukuran alat. Dimana alat diuji perbagian dahulu baru diuji secara keseluruhan sistem.

Setelah selesai maka seluruh langkah diatas disusun dalam suatu laporan tugas akhir.

1.5 Sistematika

Laporan tugas akhir ini terdiri dari 6 bab yang tersusun sebagai berikut

Bab 1, pendahuluan yang berisi tentang latar belakang, tujuan, pembatasan masalah, metodologi, sistematika dan relevansi.

Bab 2, teori penunjang yang akan membahas proses dan teknik penerimaan radio FM, operasional amplifier dan teknik digital.

Bab 3, pembahasan *chip fuzzy logic controller* NLX220, yaitu mengenai cara kerja, diagram blok, proses pem-fuzzy-an, dan diagram waktu.

Bab 4, perancangan dan pembuatan perangkat keras meliputi perancangan rangkaian penerima radio FM beserta penguat audio serta sistem untuk NLX220 berikut sistem kontrolnya.

Bab 5 adalah pengujian dan pengukuran terhadap sistem yang dibuat, baik perbagian maupun secara keseluruhan.

Bab 7 adalah penutup yang meliputi kesimpulan tugas akhir, saran-saran, daftar pustaka dan lampiran.

1.6.Relevansi

Dengan membuat peralatan ini dapat diperoleh tambahan pengetahuan tentang logika Fuzzy, disamping itu peralatan ini diharapkan dapat memperbaiki keandalan suatu sistem penerima radio FM.

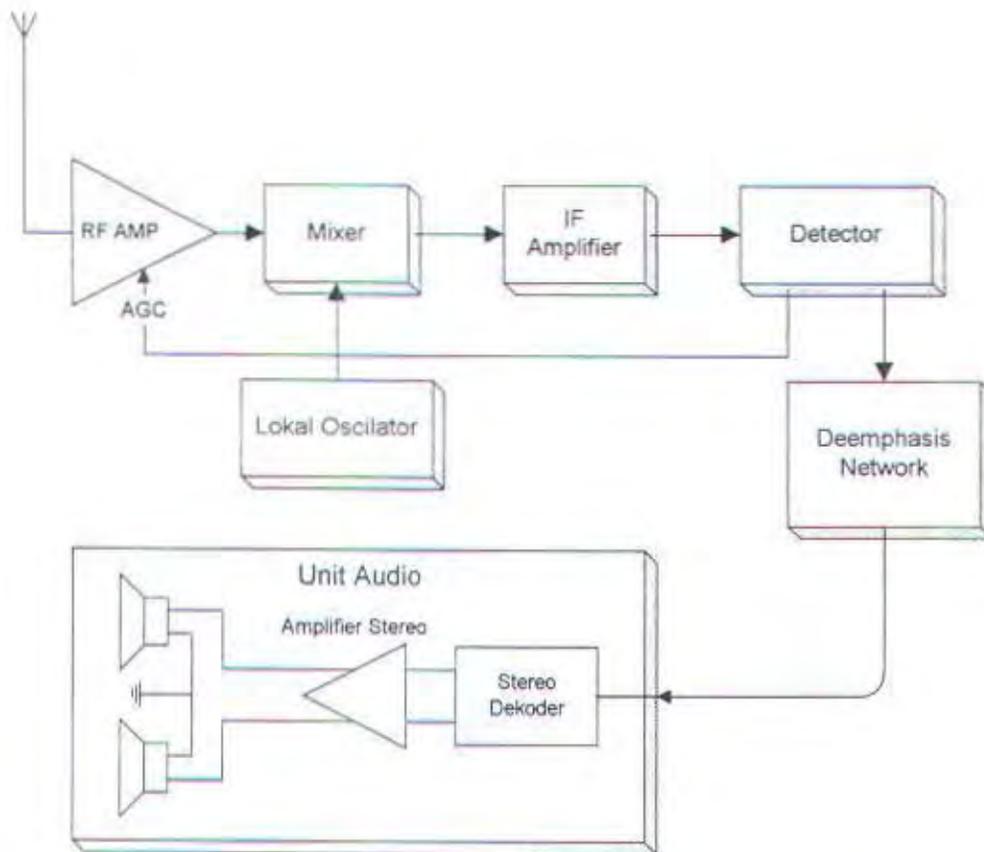
BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1.1 SISTIM RADIO FM

Hampir semua penerima FM saat ini menggunakan prinsip superheterodye, yang telah populer sejak pertama kali diperkenalkan tahun 1930-an. Dengan semakin berkembangnya teknologi elektronika makin berkembang pula teknik-teknik yang digunakan dalam penerimaan FM, namun secara garis besar masih tetap mengacu pada prinsip superheterogen. Hanya pada bagian-bagian tertentu saja yang mengalami perubahan, misalnya Lokal Osilator yang saat ini lebih populer dengan PLL (Phase Locked Loop) atau frekuensi synthesizer untuk menggantikan VFO (Variabel Frequency Oscillator) atau tampilan digital yang sekarang ini lebih disukai dibanding dengan menggunakan metode analog tradisional.

Kebanyakan sistem yang digunakan dalam penerima FM superheterodyne menggunakan konversi tunggal, namun pada kasus-kasus tertentu digunakan multi konversi untuk mendapatkan selektifitas yang lebih baik. Multi konversi sering kali dipakai pada penerima radio amatir atau penerima FM pita sempit yang membutuhkan selektifitas tinggi. Diagram blok penerima FM konversi tunggal dapat dilihat pada Gambar dibawah ini



Gambar 2.1 Blok diagram penerima radio superheterodyne

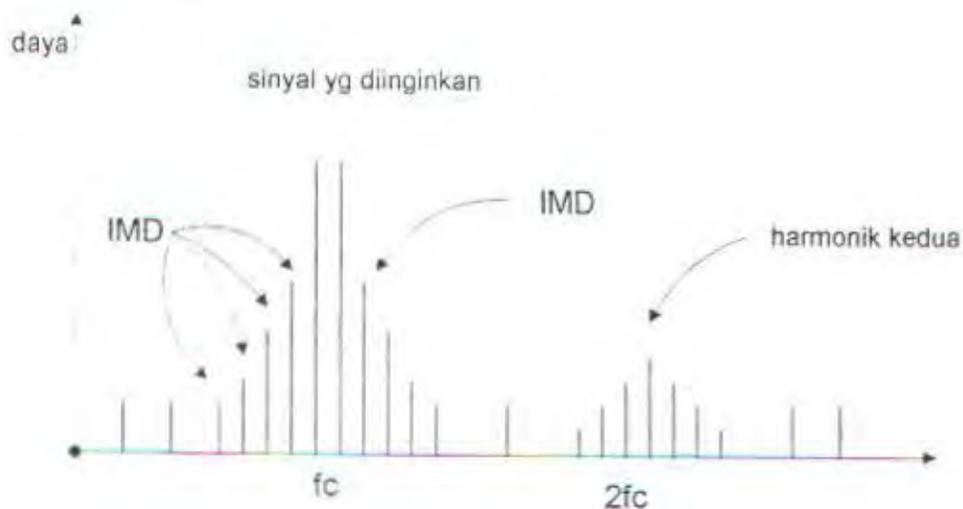
2.1.2 RF AMPLIFIER

Keuntungan yang dapat dipetik dari penggunaan penguat RF ini adalah berkurangnya masalah *frekuensi bayangan* dan efek *radiasi balik dari osilator lokal*. Tanpa penguat RF ini, dikhawatirkan sinyal osilator lokal dapat lebih mudah dikopel balik ke antena penerima sehingga tanpa sengaja memancarkan interferensi¹. Alasan utama digunakannya FET sebagai element aktif pada penguat

¹ Modern Electronic Communication, Gary M. Miller, p.197, Prentice-Hall International, Inc, 1987, fourth edition

RF tersebut dikarenakan FET memiliki *distorsi orde ketiga* yang lebih rendah. Keuntungan lain dari penggunaan penguat RF adalah untuk memperbaiki gambaran noise dari penerima radio.

Dalam transistor atau komponen lain yang menghasilkan distorsi orde ketiga, yang terjadi karena adanya sinyal yang diinginkan dan yang tidak diinginkan masuk bersamaan, modulasi amplitudo pada sinyal yang tidak diinginkan dapat dipindahkan ke pembawa yang diinginkan. Modulasi silang ini sangat menyusahkan terutama kalau sinyal yang diinginkan sangat lemah, dan berada dalam saluran yang berdekatan dengan sinyal yang tidak diinginkan serta kuat, yang berasal dari pemancar terdekat.



Gambar 2.2 Hasil-hasil distorsi dalam suatu penguat RF

2.1.3 MIXER

Prinsip utama dari penyampur adalah jika dua sinyal *dicampur* dalam alat/komponen tidak linear maka akan dihasilkan suatu frekwensi jumlah ataupun frekwensi selisih yang tidak ada pada masukan. Jadi penyampur (*mixer*) ini dapat

menggunakan diode, transistor atau FET yang ketiga-tiganya merupakan komponen tidak linear. Penyampur ini biasanya merupakan tingkat paling berderau dalam ujung depan (*front end*) pesawat penerima, sehingga dianjurkan untuk menggunakan FET dibandingkan BJT (*Bipolar Junction Transistor*)

Tugas utama dari penyampur ini adalah menghasilkan frekwensi selisih saja ($f_{LO}-f_{RF}$) yaitu frekwensi IF sebesar 10.7 Mhz dan menekan frekwensi- frekwensi lain yang tidak diperlukan dengan jalan melewatkannya pada suatu filter.

2.1.4 Osilator Lokal

Osilator Lokal (*LO*) bertugas memberikan sinyal yang bersesuaian dengan sinyal RF yang datang didalam penyampur untuk menghasilkan sinyal frekwensi antara (*Intermediate Frequency*). Karena frekuensi LO (f_{LO}) menentukan frekuensi jumlah atau frekuensi selisih (f_{IF}) yang akan dihasilkan pada keluaran penyampur, maka frekuensi LO harus stabil sehingga penalaan penerima tidak akan mengalami pergeseran (*drift*) dengan adanya perubahan temperatur, tegangan catu dan sebagainya.

Sebagian besar penerima radio memiliki dua rangkaian tala: yaitu pada tingkat RF dan dalam osilator lokal. Pada tingkat RF menala pada frekuensi f_{RF} yang diinginkan, sedangkan osilator lokal harus berubah untuk menjaga frekuensi selisih yang tetap yakni pada frekuensi f_{IF} . Frekwensi LO-lah yang menentukan apa yang dapat lewat IF. Kalau rangkaian RF sedikit salah tala (*mistune*), maka tidak begitu besar distorsi yang dihasilkan, karena rangkaian ini tidak memiliki

selektifitas yang tinggi. Sebaliknya, kalau f_{LO} tidak persis sama dengan $f_{RF} + f_{IF}$, maka akan dihasilkan sinyal frekwensi selisih yang keluar melalui penyampur tidak akan terpusat dalam pita lewat (passband) IF. Karena itu filter IF dirancang dengan selektifitas tinggi untuk penolakan saluran berdampingan, yang dapat menimbulkan distorsi.

Jika frekwensi osilator lokal bergeser, akan dihasilkan distorsi atau bahkan sinyal yang sama sekali hilang. Hal ini dapat dicegah dengan menggunakan rangkaian kendali frekwensi otomatis (*AFC*).

2.1.5 Penguat IF

Pemilihan frekuensi antara tergantung pada berbagai faktor. Untuk FM frekuensi IF yang digunakan adalah 10.7 Mhz, yang dulu dipilih pada jamannya penerima tabung, dimana pemilihan f_{IF} yang rendah menghasilkan perolehan tingkat yang lebih tinggi, dengan stabilitas yang lebih baik, dan kurang mendapat kesukaran karena pengaruh kapasitansi tambahan dan induktansi kawat². Lebar pita yang lebih besar diperlukan untuk FM, sehingga memerlukan frekuensi IF yang lebih tinggi agar memudahkan persyaratan perencanaan filter IF. Filter ini harus memiliki penurunan tajam agar dapat menolak sinyal saluran yang berdekatan, namun pada saat yang sama dapat menghindarkan distorsi, filter ini harus memiliki sifat linearitas fase (terhadap frekuensi) dalam pita lewat (passband).

² Teknik Radio Benda Padat, Krauss Herbert L, UI-Press, 1990, p. 303

Suatu sistem IF yang khas (Gambar 2.5) terdiri dari rangkaian tala LC, satu penguat rangkaian terpadu, filter IF kristal atau keramik dan suatu detektor atau penguat IF kedua kemudian detektor. Kebanyakan detektor FM komersial dimasukkan ke dalam chip IC yang juga termasuk beberapa tingkat penguat IF.

2.1.6 Blok penguat IF

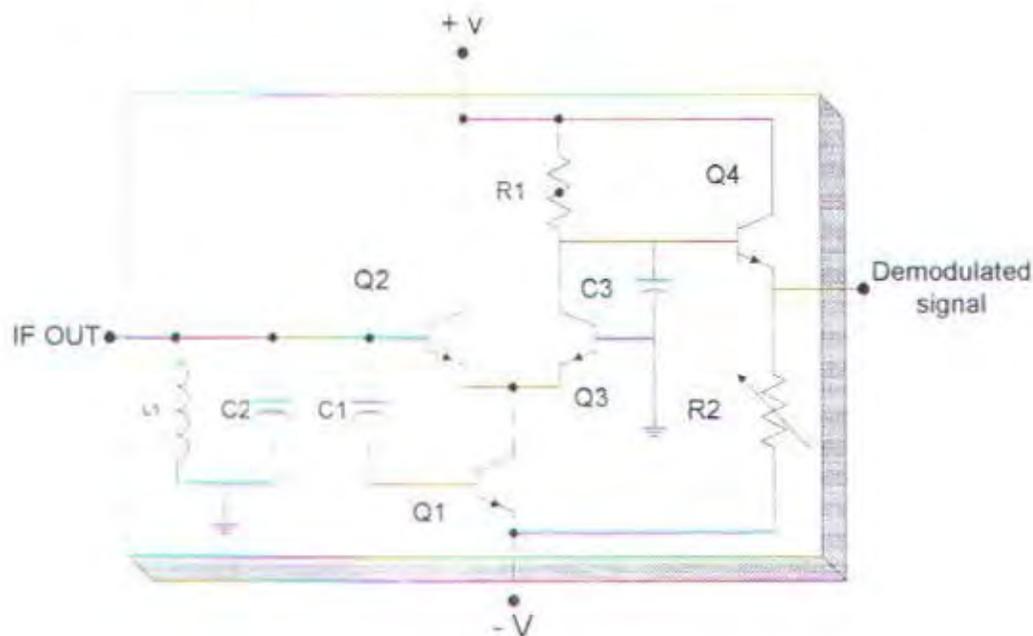
Penguat IF yang digunakan dalam tugas akhir ini menggunakan sistem konversi tunggal dimana memiliki kelebihan jika dibanding multi konversi, yang sebenarnya mampu untuk menaikkan selektifitas namun seringkali menurunkan dynamic range penerima.

Blok penguat IF ini selain bertugas sebagai penguat sekaligus juga sebagai pembatas/limiter dengan dilengkapi detektor level untuk masing-masing tahap. Limiter berfungsi sebagai pembatas amplitudo untuk semua input diatas nilai kritis guna menghilangkan sisa-sisa Amplitudo Modulation dan perubahan amplitudo akibat noise. Sinyal yang dihasilkan dari penguat IF/limiter ini berupa sinyal yang hampir mirip dengan sinyal persegi (square-wave-like).

2.1.7 Quadratur Detector

Pada dasarnya, suatu detektor FM merupakan rangkaian yang tegangan keluarannya sebanding dengan beda antara frekuensi acuan dan frekuensi sinyal masuk. Secara normal, detektor diatur sedemikian rupa sehingga tegangan keluaran besarnya sama, namun berlawanan polaritasnya, untuk frekuensi masukan yang berjarak sama diatas dan dibawah acuan.

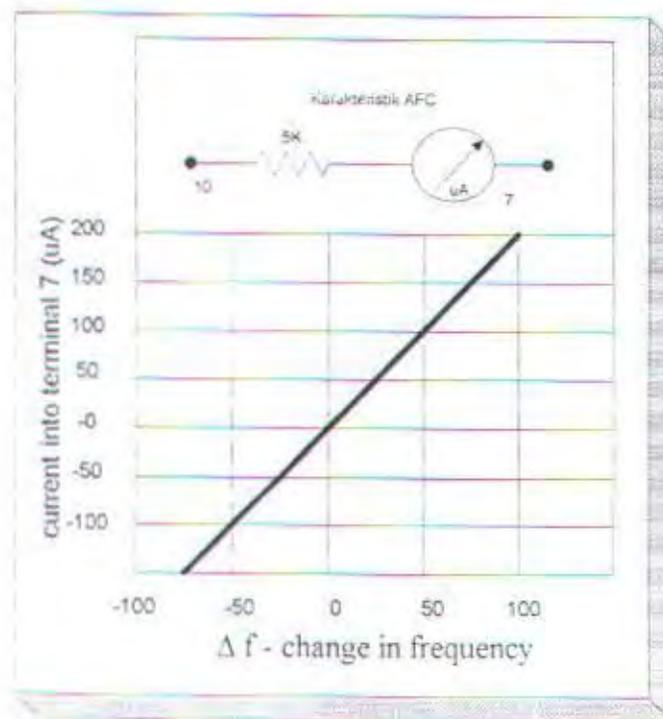
Suatu detektor quadratur analog menggunakan suatu konfigurasi differential amplifier seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini. Sinyal FM yang telah dibatasi (*limited FM signal*) menghidupkan transistor sumber arus (Q_1) dari pasangan differential $Q_2 + Q_3$. L_1 dan C_2 dibuat beresonansi pada frekuensi IF yakni 10.7 Mhz. Sedangkan kombinasi antara L_1 - C_2 - C_1 mengakibatkan pergeseran fase yang tergantung pada frekuensi antara dua sinyal yang dimasukkan ke Q_2 dan Q_1 . Konduksi yang melewati Q_3 tergantung pada hubungan fase dari dua sinyal pada waktu yang bersamaan. Pulsa-pulsa yang dibangkitkan oleh Q_3 kemudian "dijumlahkan" oleh filter Low Pass yang dibentuk oleh R_1 - C_3 , kemudian hasil sinyal ini dapat dipungut pada emitor Q_4 . R_2 diatur untuk mendapatkan output nol volt pada saat tidak ada carrier FM yang menyimpang.



Gambar 2.3 Skema dasar detektor quadratur analog

2.1.8 Automatic Frekwensi Control

Unit AFC digunakan pada penerima FM untuk menyetabilkan penerimaan. Prinsip kerja rangkaian ini adalah penerapan dari feedback negatif. Untuk itu diturunkan sebuah sinyal yang besarnya sebanding dengan deviasi rata-rata dari frekwensi tengah yang diterima pada titik tengah *Bandpass* IF pertama. Sinyal ini digunakan untuk mengubah reaktansi sebuah dioda tala (biasanya menggunakan varaktor) pada rangkaian LO. Varaktor ini akan menggeser frekwensinya, sedemikian sehingga cukup untuk mengimbangi deviasi dan membawa sinyal itu kembali ke tengah Bandpass IF. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar dibawah ini. Gambar 3.1 a adalah karakteristik keluaran tegangan AFC pada pin 7 pada IC LM3189.



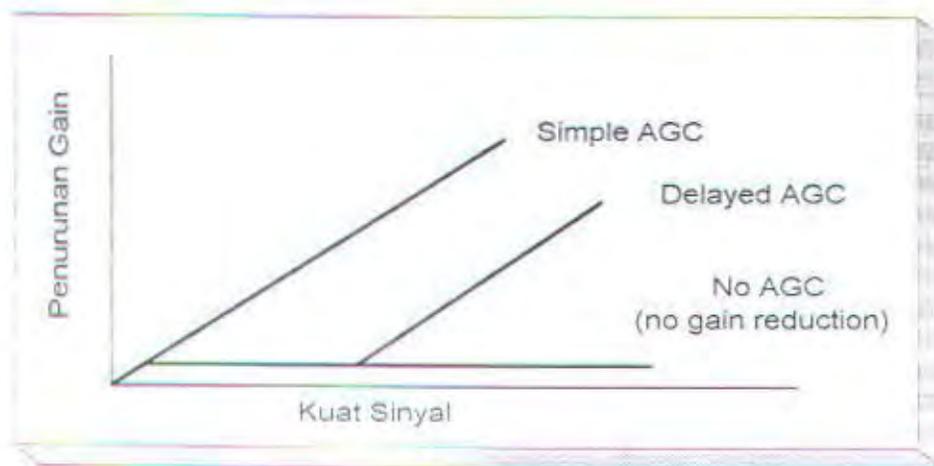
Gambar 2.4 Karakteristik tegangan AFC terhadap perubahan frekwensi

2.1.9 Automatic Gain Control (AGC)

Dibawah ini merupakan beberapa masalah yang akan dijumpai jika tidak tersedianya rangkaian Automatic Gain Control (AGC) :

- Pada saat menerima stasiun yang lemah, suara yang terdengar lirih sehingga terpaksa volume suara dikeraskan, namun tiba-tiba radio ditala pada suatu stasiun yang kuat, hal ini akan dapat merusak speaker karena begitu kerasnya, tapi jika dikecilkan, suara yang berasal dari stasiun yang lemah tidak akan terdengar.
- Sinyal yang diterima dari manapun stasiunnya selalu mengikuti perubahan cuaca dan kondisi ionosfer.
- Apalagi kalau radio penerimanya berupa radio bergerak, dimana sangat dipengaruhi oleh jarak antara penerima dan pemancar.

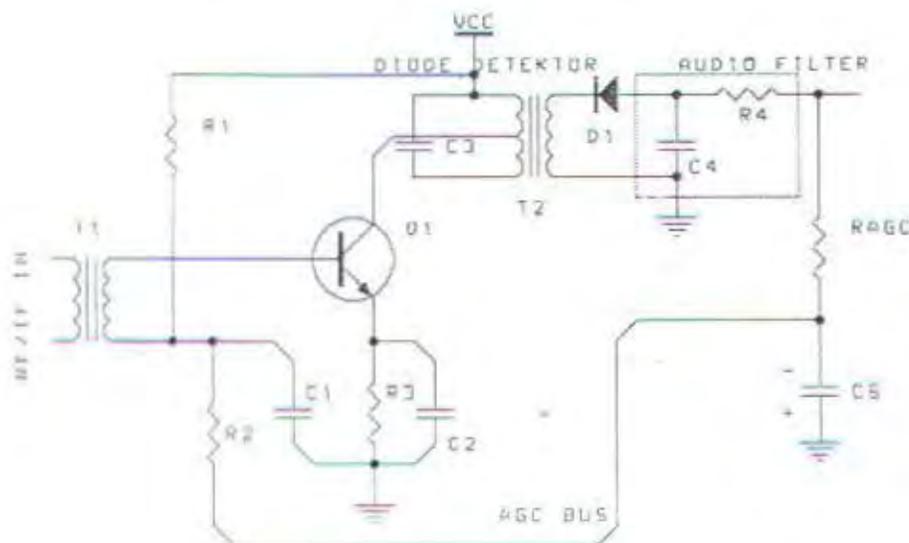
Ada banyak cara untuk membangun suatu rangkain AGC. dibawah ini terdapat beberapa cara untuk merealisasikan sistem AGC. Gambar dibawah ini merupakan karakteristik dari suatu AGC.



Gambar 2.5 Karakteristik AGC

1. Sistem AGC sederhana

Perubahan tegangan DC dari level AGC pada Gambar 2.4 dibawah ini dapat digunakan untuk mengontrol penguatan dari amplifier transistor common emittor (CE). Pada saat menerima sinyal yang sangat kuat, tegangan AGC yang melintasi kapasitor filter (C_{AGC}) berharga lebih negatif dibanding tegangan yang berada di basis Q_1 sehingga menyebabkan lebih banyak arus dc yang terbuang melalui R_2 sehingga arus yang berada di basis Q_1 berkurang., padahal R_1 , hanya menyuplai arus relatif konstan. Penguatan dari tahap CE ini yang dilengkapi dengan kapasitor bypass yang cenderung untuk proporsional terhadap arus bias dc, maka dari itu sinyal yang kuat akan menurunkan penguatan dari Q_1 . Pada penerimaan sinyal yang sangat lemah akan mengurangi gain dari Q_1 secara mendadak/langsung.

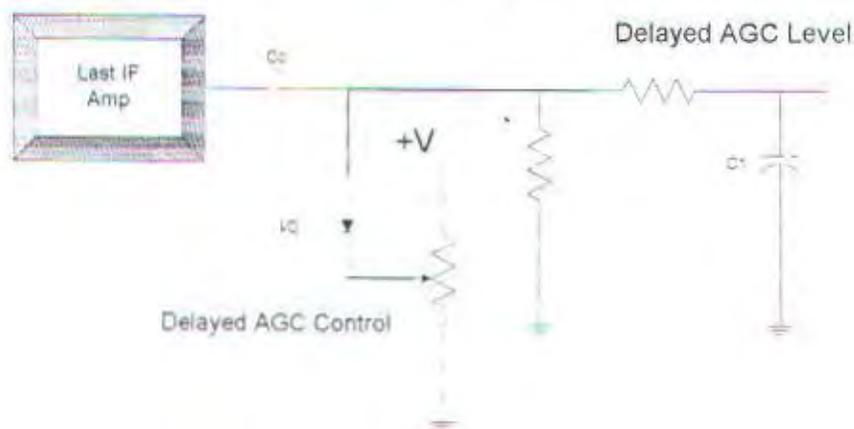


Gambar 2.6 Sistem AGC yang sederhana

2. Sistem Delayed AGC

Suatu sistem AGC yang tidak menyediakan suatu penurunan penguatan sampai sinyal tersebut mencapai harga-harga tertentu dan untuk itu tidak ada penurunan gain pada stasiun yang lemah penerimaannya.

Sebuah bias terbalik diterapkan pada cathode dari D_1 . Dengan demikian diode kelihatan seperti sebuah rangkaian terbuka terhadap sinyal ac yang berasal dari amplifier IF terakhir. Untuk output IF kecil saat D_1 terbuka, kapasitor C_1 melihat sinyal ac murni dan tidak ada level tegangan dc AGC yang dikirim ke tahap sebelumnya guna menurunkan gain. Jika output dari IF naik, pada akhirnya suatu titik akan dicapai dimana D_1 akan konduktif pada posisi level puncak positif.

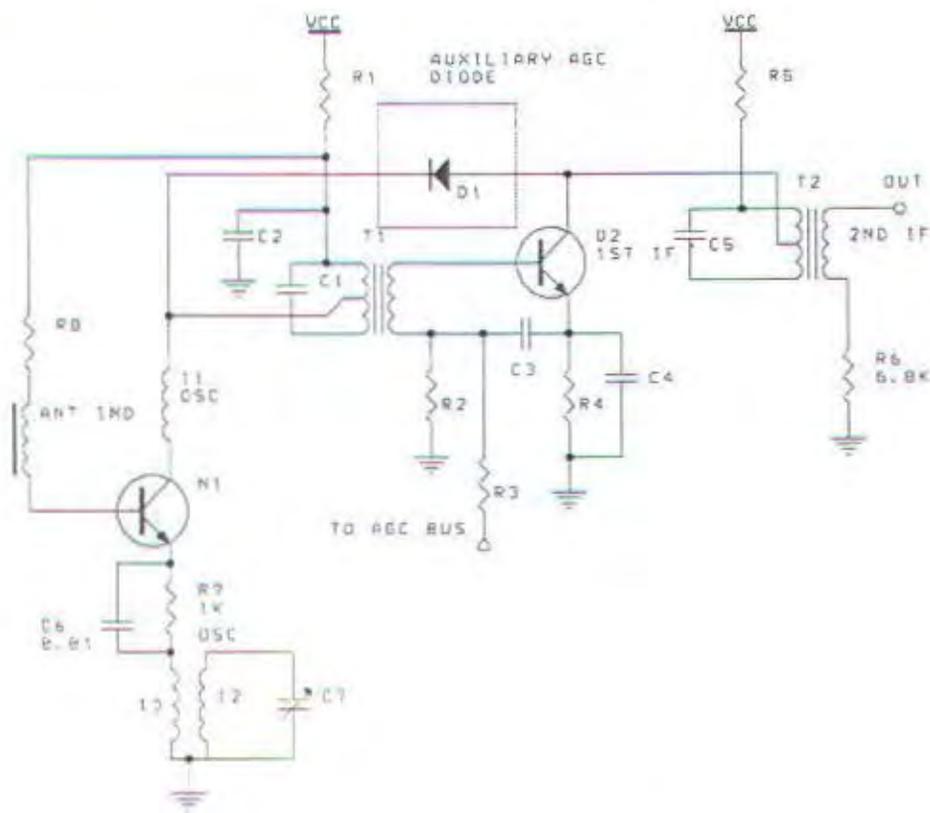


Gambar 2.7 Konfigurasi Delayed AGC

2. Sistem Auxiliary AGC

Sistem ini memakai teknik penurunan gain secara bertahap untuk beberapa sinyal yang kuat. Hal ini berfungsi untuk mencegah sinyal yang sangat kuat agar tidak terjadi beban lebih pada penerima. Pada Gambar 2.5 dibawah ini tampak

bahwa diode AGC auxiliary dihubungkan antara kolektor dari mixer dan transistor IF pertama. Pada kondisi sinyal normal, level DC pada masing-masing kolektor sedemikian rupa dibias terbalik. Pada kondisi ini diode memiliki resistansi yang tinggi dan tidak mempengaruhi rangkaian. Tegangan pada kolektor mixer cenderung konstan selama tidak dikontrol oleh normal AGC. Bagaimanapun juga kontrol AGC pada transistor IF pertama, untuk sinyal sangat kuat, menyebabkan arus basis dc menjadi turun dan selanjutnya arus kolektor juga turun. Resistansi diode akan menjadi rendah dan hal ini menyebabkan terbebaninya mixer tank (L_1C_1) dan menghasilkan penurunan bertahap pada sinyal yang dilewatkan ke IF tahap pertama.



Gambar 2.8 Auxiliary AGC

2.1.6 Demodulasi Stereo

Dalam sistem siaran FM stereo, sinyal L dan R tidak dipancarkan sendiri-sendiri, melainkan dipancarkan secara bersamaan yang digabung membentuk saluran jumlah ($L + R$) dan saluran selisih ($L - R$). Saluran jumlah dipancarkan langsung. Sedangkan saluran selisih memodulasi subpembawa 38-Khz, yang menghasilkan suatu sinyal Double Side Band / Suppressed Carrier (DSB/SC). Suatu fase sinyal "pilot" 19-kHz yang koheren dengan subpembawa 38-kHz dipancarkan untuk mensinkronkan osilator subpembawa dalam penerima dengan osilator subpembawa dalam pemancar. Spektrum yang lengkap ditunjukkan dalam gambar 2.4 di bawah ini.



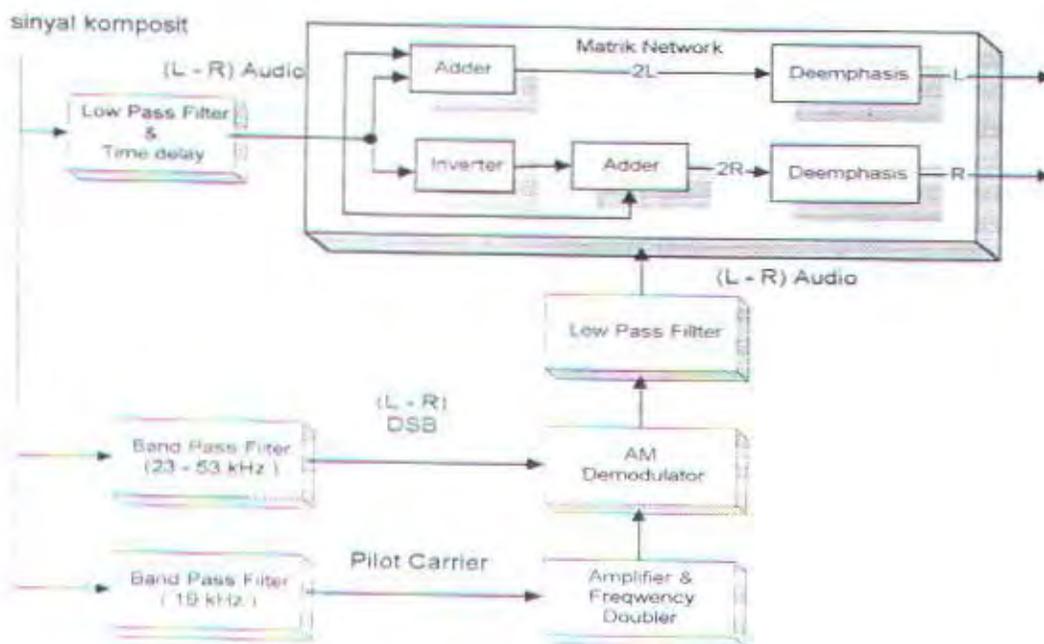
Gambar 2.9 Spektrum sinyal modulasi SCA dan Komposit stereo

Pada awal diperkenalkan siaran stereo, FCC mensyaratkan agar penerima monaural yang ada mampu menerima siaran stereo. Sinyal $L + R$ identik dengan yang dipancarkan oleh pemancar monaural dan ini dideteksi oleh semua penerima

monaural, ataupun mono tanpa modifikasi. Hal ini yang menyebabkan sinyal-sinyal $L+R$ dan $L-R$ dipancarkan bukan menurut L dan R .

Pilot dipancarkan sebagai pengganti subpembawa, karena 19 kHz jatuh kedalam bagian yang kosong dari spektrum gabungan. Seandainya pembawa 38 kHz dipancarkan, maka sinyal tersebut harus terpisah dari pita sisi $L - R$, yang hanya berbeda 30 Hz. Hal ini akan sangat memerlukan filter yang sangat mahal.

Pada dasarnya, suatu penerima FM mendemodulasikan sinyal stereo dan memulihkannya kembali spektrum pada Gambar 2.5. Karena frekuensi pemodulasi di atas 15 kHz tidak dipancarkan dalam siaran monofonik biasa, maka tingkat penguat audio dari penerima *monaural* hanya menghilangkan pembawa pilot dan saluran selisih dan penerima berlaku seolah-olah menerima siaran monaural. Sebaliknya, penerima stereo secara koheren mendemodulasikan sinyal $L + R$ dan $L - R$, dan dengan menjumlahkan dan mengurangkan informasi $L + R$ dan $L - R$ yang diterima, akan diperoleh kembali saluran kiri dan kanan yang asli.



Gambar 2.10 Blok diagram dekoder stereo

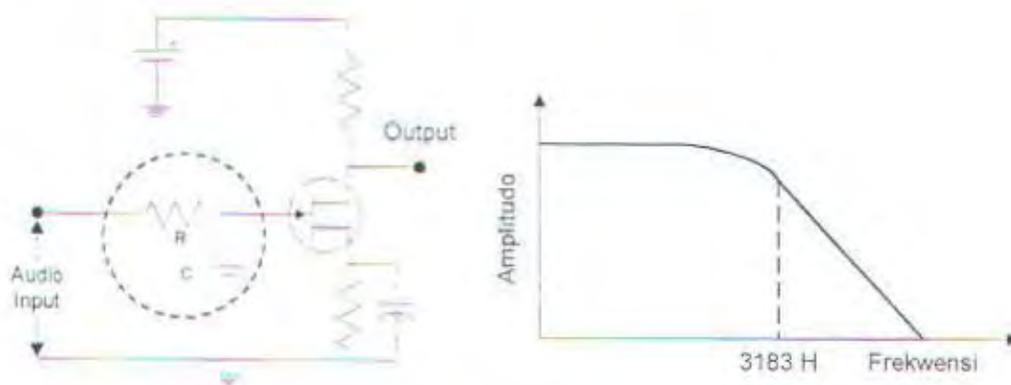
2.1.7 Deemphasis

Dalam subbab sebelumnya telah dijelaskan karakteristik detektor FM umum, telah ditunjukkan bahwa noise dalam bagian pita sisi IF penerima paling jauh dari pembawa didemodulasikan dengan keluaran audio yang lebih besar daripada noise dalam bagian yang terdekat dengan pembawa³. Ini berarti bahwa tingkat derau dalam bagian frekuensi lebih tinggi dari spektrum audio termodulasi lebih rendah. Sehingga sinyal audio yang terdengar akan memiliki perbandingan sinyal ke noise (SNR) akan kelihatan lebih besar untuk sinyal pemodulasi frekuensi rendah daripada sinyal pemodulasi dengan filter yang fungsi pindahnya berbanding lurus dengan frekuensi, maka sinyal termodulasi dan noise termodulasi akan memiliki amplitudo yang relatif sama pada frekuensi pemodulasi. Tetapi hal ini akan menimbulkan kesulitan berikutnya: distorsi dalam audio yang terdektesi. Distorsi ini dapat dihilangkan dengan jalan penyaringan dengan filter setelah dideteksi, yang fungsi pindahnya berubah terbalik menurut frekuensi.

Proses demikian disebut *preemphasis* pada pemancar dan *deemphasis* pada penerima. Menurut peraturan FCC filter emphasis untuk penggunaan dalam siaran merupakan rangkaian RL dengan konstanta waktu 50 mikrodetik dan filter deemphasis biasanya merupakan rangkain RC dengan konstanta waktu yang sama. Rangkaian deemphasis dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Sebenarnya preemphasis adalah suatu differensiator dan deemphasis merupakan rangkaian

³ Teknik radio benda padat, p. 360

integrator. Karena itu, sebagian dari sinyal audio diatas 3183 Hz dideferensialkan sebelum dipancarkan dan diintegrasikan sesudah diterima.



Gambar 2.11 Rangkaian Deemphasis dan Keluarannya

2.2 Konversi Sinyal Analog

Konverter A/D mengubah sinyal analog ke bentuk sinyal digital dimana masing-masing sample diekspresikan dengan kode-kode tertentu yang memiliki ketelitian terbatas. Dalam desain ADC digunakan metode tertentu, yang mana spesifikasinya ditentukan oleh kecepatan konversi (*conversion time*), ketelitian (*accuracy*), stabilitas (*stability*), maupun faktor biaya.

Terdapat dua macam metode dalam perencanaan ADC, yaitu dengan metode loop terbuka dan loop tertutup. Dengan loop terbuka dikenal *Flash ADC*, *Time Windows ADC*, *Single Ramp Integrating* dan *Dual Slope Integrating*. Sedangkan dengan metode tertutup dikenal nama-nama *Single Trackin ADC*, dan *Successive Approximation ADC*. Sedangkan dalam tugas akhir ini digunakan ADC jenis *Dual Slope Integrating*.

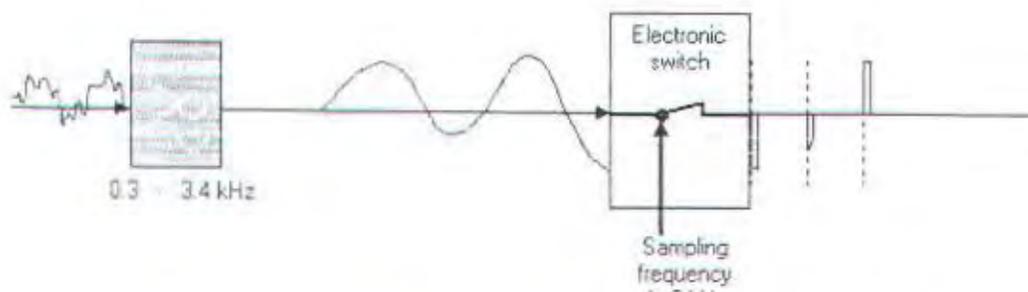
2.2.1 Teori Sampling - Kriteria Nyquest

Berdasarkan teorema Nyquest yang menyatakan bahwa frekuensi sampling minimal dua kali lebih tinggi dibanding dengan frekuensi sinyal yang disampling. Maka dari itu jika sinyal yang disampling diatas frekuensi Nyquest (f_N), tidak dapat dikonversi secara tepat dan menyebabkan timbulnya sinyal baru atau *Spurious Signal* di baseband, yang mana tidak terdapat pada sinyal aslinya. Fenomena non-linear ini adalah distorsi sinyal yang seringkali dinamai sebagai *aliasing*, sering juga disebut *Foldover distortion*. Distorsi ini hanya dapat dicegah dengan jalan memasang Low Pass Filter yang tepat untuk sinyal diatas frekuensi Nyquest f_N . Low Pass Filter ini, yang kadangkala disebut sebagai filter anti-aliasing, yang harus memiliki respon datar pada frekuensi baseband dan memperlemah frekuensi diatas frekuensi Nyquest sampai lemah. Hal lain yang dapat timbul karena adanya distorsi fase non linear yang disebabkan oleh filter anti-aliasing yaitu distorsi harmonik dan degradasi yang tanpa sengaja terdengar. Karena adanya keterbatasan faktor pada filter anti-aliasing dalam pengontrolan lebar bidang dan distorsi fase pada sinyal input, maka dibutuhkan filter anti-aliasing yang memiliki performan yang tinggi untuk memperoleh resolusi tinggi dan distorsi yang minimum

2.2.2 SAMPLE & HOLD (S/H)

Pada filter anti-aliasing ditambahkan suatu rangkaian yakni rangkain *sample and hold*. Walaupun sinyal analog terus menerus berubah, output dari rangkain *sample and hold* harus mampu menjaga secara konstan antar *sample* sehingga

sinyal ini dapat dikuantisasi secara tepat. Hal ini memungkinkan konverter sehingga memiliki waktu yang cukup untuk membandingkan sinyal analog terhadap level referensi yang biasanya dibangkitkan sendiri oleh suatu rangkain/komponen konverter A/D secara internal. Jika output dari rangkain sample and hold berubah-ubah selama T (periode sampling), hal ini akan menyebabkan terbatasnya performan dari konverter A/D. Masing-masing dari level referensi ini ditandai sebagai kode digital. Dengan berdasarkan pada hasil perbandingan, sebuah digital encoder (pengkode digital) membangkitkan suatu kode digital sesuai dengan level sinyal input yang telah dimasukkan.



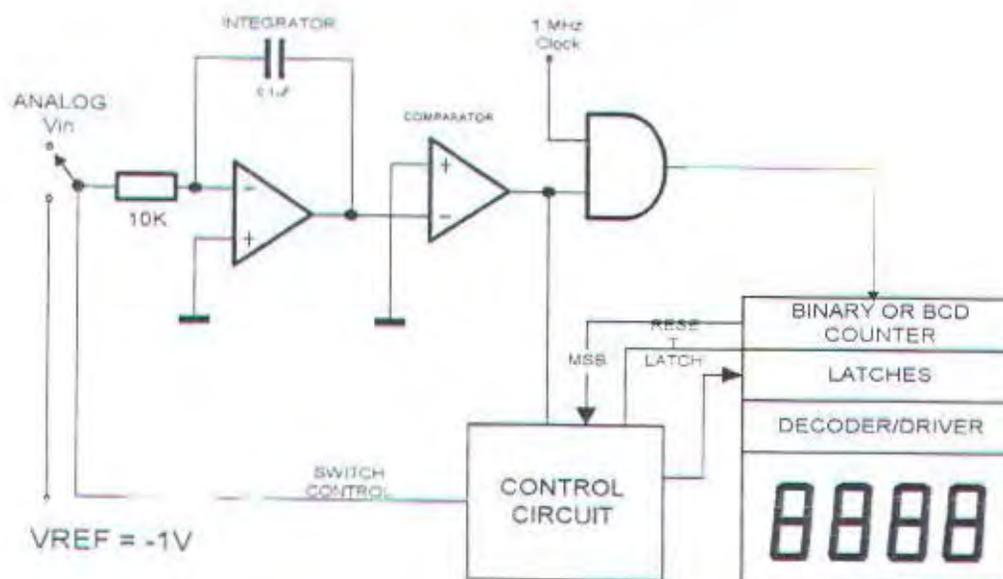
Gambar 2.12 Prinsip pengambilan sampling pada sebuah ADC

2.2.3 KUANTISASI

Proses 'pembulatan' nilai sinyal ke 'level-level' yang telah ditentukan. Apabila kita telah menentukan level-level amplitudo diskrit dari sinyal dan sinyal input berada diantara dua level diskrit tersebut, maka harus dilakukan pembulatan ke atas atau kebawah. Dengan demikian akan terjadi suatu error yang disebut dengan *Error Kuantisasi*

2.2.4 Dual-Slope A/D Converter

Blok diagram dari rangkaian *Dual-Slope A/D Converter* sangat mirip dengan *Single-Slope A/D Converter* kecuali pada switch di bagian input, yang akan memilih tegangan input atau tegangan referensi untuk dihubungkan dengan *input comparator* seperti tampak dalam gambar dibawah ini.

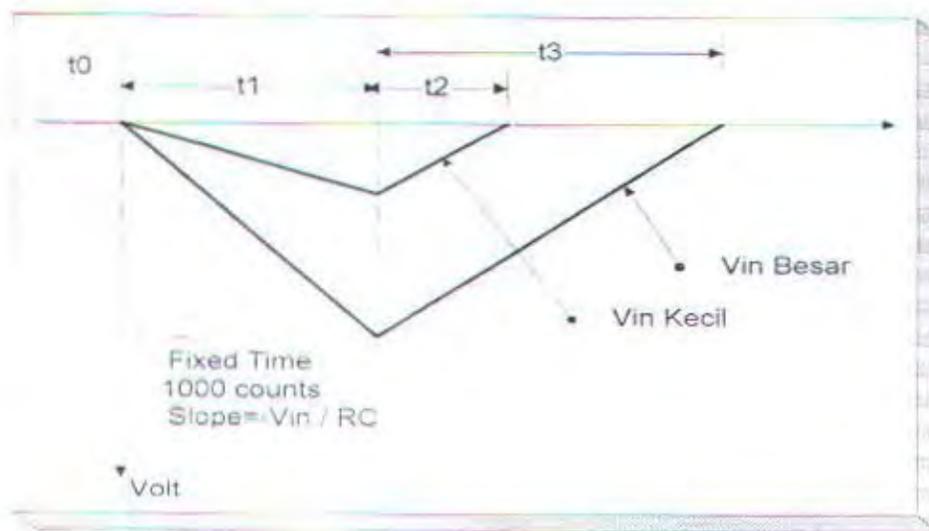


Gambar 2.13 Block diagram Dual Slope ADC

Bagian pertama dari rangkaian ini adalah *ramp generator*. Inverting input dari opamp ditahan/dijaga pada kondisi ground semu oleh opamp. Suatu tegangan, katakanlah, 2 Volt dikenakan pada input dari resistor 10 K yang akan menyebabkan mengalirnya arus konstan sebesar 0.2 mA melalui resistor ke titik pertemuan antara ujung resistor yang lain dengan salah satu ujung kapasitor. Karena arus ini tidak dapat mengalir ke input opamp yang memiliki impedansi sangat tinggi, maka arus ini kemudian mengumpul pada plate dari kapasitor. Guna

menjaga input opamp pada kondisi ground semu, maka opamp harus menarik arus yang besarnya sama dari plate kapasitor sisi lainnya. Selagi masa pengisian kapasitor, tegangan output pada opamp harus naik dan lebih negatif guna menjaga aliran arus supaya tetap konstan. Tegangan yang melintasi kapasitor selama pengisian oleh arus konstan adalah fungsi *ramp linear*. Jika tegangan input positif, output dari integrator ramp berpolaritas negatif, sebaliknya jika tegangan input negatif, output dari integrator ramp berpolaritas positif.

Kemiringan dari ramp dapat dihitung dengan mudah yakni dengan menggunakan hubungan dari $q = CV$ untuk kapasitor dan $q = It$. Jika kedua persamaan diatas digabung akan didapatkan bahwa $\delta V / \delta t = I / C$. Jika arus sama dengan V_{IN} / R akan didapatkan bahwa $\delta V / \delta t = V_{in} / RC$. Tampak pada persamaan terakhir bahwa kemiringan dari V_{IN} adalah tetap. Untuk nilai yang telah diberikan seperti tampak pada gambar dibawah ini bahwa input sama dengan + 2 Volt dan output slope adalah -2 V/ms.



Gambar 2.14 Grafik output Integrator versus waktu

Ketika output integrator mendorong inverting input dari komparator negatif, output kapasitor berguling menjadi positif dan mengaktifkan gerbang AND. Hal ini menyebabkan clock masuk ke counter. Output integrator dibuat menjadi ramp negatif untuk sejumlah hitungan tertentu. Hal ini ditunjukkan oleh gambar dibawah ini sebagai $t1$. Saat counter mencapai hitungan tertentu, rangkaian kontrol akan mereset counter ke 0 dan memindahkan input integrator ke tegangan referensi negatif. Tegangan input negatif akan menyebabkan output integrator x ditunjukkan $t2$ pada gambar tersebut. Ketika tegangan input integrator mencapai diatas 0 lagi, output komparator akan menjadi low. Rangkaian kontrol mendeteksi transisi ini dan memberikan sinyal strobe ke latches untuk me-latch keluaran counter. Selanjutnya rangkaian kontrol akan mereset counter ke posisi 0 dan memindahkan input integrator kembali ke tegangan input. Kemudian mulai lagi proses konversi berikutnya. Jumlah dari hitungan yang telah disimpan didalam latch adalah sebanding dengan tegangan input V_{IN} .

Output integrator pada kondisi waktu yang tetap $t1$ turun sampai pada suatu tegangan yang sama dengan $(V_{IN}/RC) * t1$. Untuk kembali ke 0, integrator harus menanjak naik sejumlah tegangan tertentu. Untuk periode integrasi referensi $t2$ tegangan V sama dengan $(V_{REF}/RC) * t2$. Kedua persamaan untuk V dapat dibuat persamaan sebagai berikut :

$$\frac{V_{IN}}{RC} \times t1 = \frac{V_{REF}}{RC} \times t2$$

$$V_{IN} \times t1 = V_{REF} \times t2$$

$$t_2 = V_{IN} \times \frac{t_1}{V_{REF}}$$

Karena RC muncul pada kedua sisi persamaan maka akan saling meniadakan. Arti praktis dari hal ini adalah bahwa R dan C tidak memiliki pengaruh pada akurasi pembacaan keluaran. Hal ini merupakan keuntungan besar jika dibandingkan dengan single ramp converter. Hasil akhir persamaan diatas menunjukkan bahwa output counter t_2 adalah berbanding lurus hanya dengan V_{IN} sebab V_{REF} dan t_1 adalah konstan / bernilai tetap.

Untuk rangkaian pada gambar dibawah ini, t_1 adalah 1000 hitungan untuk clock 1 Mhz atau 1 ms dan V_{REF} adalah -1 Volt. Untuk 2 Volt sinyal input t_2 akan bernilai $(2 \text{ V}/1\text{V}) * 1000$ hitungan. atau 2000 hitungan. Grafik dibawah ini mewakili keluaran integrator untuk input tegangan yang lebih kecil , misalnya 0.8 Volt maka t_2 akan bernilai 800 hitungan. Pembacaan akan menunjukkan nilai 0.800 Volt.

Tegangan input yang tidak diketahui di kenakan pada input integrator untuk hitungan dengan jumlah yang tetap yakni t_1 . Counter akan mereset ke 0 dan integrator input dihubungkan dengan tegangan Referensi. Jumlah hitungan yang dibutuhkan integrator untuk kembali ke 0 berbanding lurus dengan tegangan input.

Keuntungan dual slope konverter adalah sangat akurat, murah dan tahan terhadap variasi suhu pada komponen R dan C. Salah satu kekurangannya adalah kecepatan konversi lambat.

2.3 OPERASIONAL AMPLIFIER

Nama *penguat operasional* telah diberikan kepada penguat gain-tinggi dulu, yang dirancang untuk melaksanakan tugas-tugas matematis seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian. Semuanya bekerja dengan tegangan tinggi sampai setinggi ± 300 Volt, namun masih sanggup untuk menyelesaikan berbagai perhitungan, seperti misalnya penyelesaian soal-soal kalkulus, yang tidak ekonomis untuk dilakukan sebelum penemuan penguat ini.

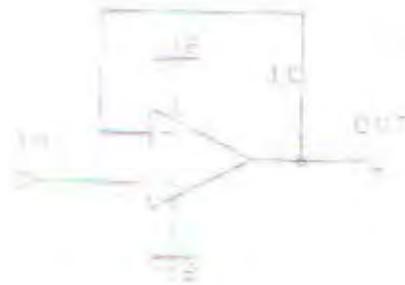
Salah satu penggunaan opamp yang paling penting adalah sebagai *penguat*. Penguat adalah suatu rangkaian yang menerima sebuah isyarat dimasukkannya dan mengeluarkan sebetuk isyarat tak-beubah yang lebih besar di keluarannya. Ciri khas rangkaian penguat adalah adanya rangkaian umpan balik negatif.

2.3.1 Pengikut Tegangan

Rangkaian pada Gambar dibawah ini disebut *pengikut tegangan* atau juga disebut *pengikut sumber*, *penguat gain satu*, *penguat penyangga* atau *penguat isolasi*. Tegangan masukannya E_i , diterapkan langsung ke masukan (+)nya. Karena tegangan pin (+) dari opamp itu bisa dianggap 0 Volt, maka

$$V_o = E_i$$

Sehingga tegangan keluaran menyamai tegangan masukan baik besarnya maupun tandanya. Karena itu tegangan keluarannya *mengikuti* tegangan masukan atau sumbernya.

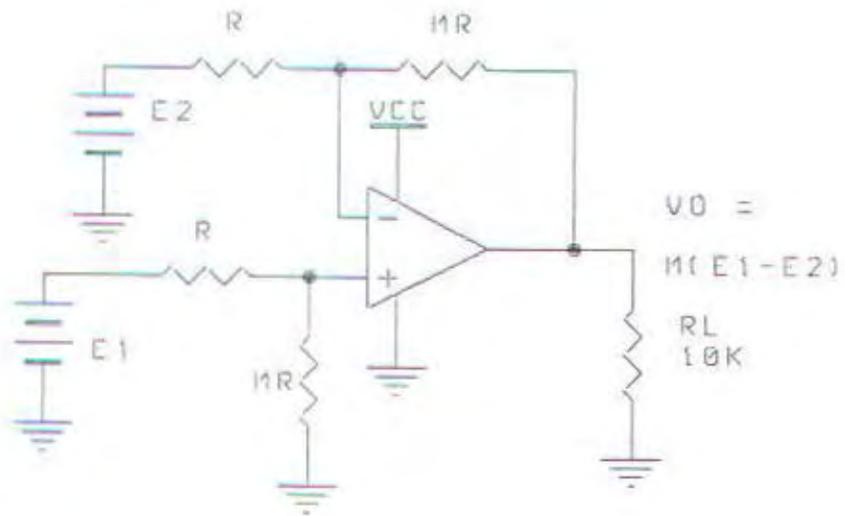


Gambar 2.15 Opamp sebagai pengikut tegangan

2.3.2 Penguat Diffrensial Dasar

Penguat diffrensial dapat mengukur maupun memperkuat isyarat-isyarat kecil yang terbenam dalam isyarat-isyarat yang jauh lebih besar. Jika E_1 diganti oleh sebuah hubungan singkat, E_2 menghadapi penguat pembalik dengan gain sebesar $-mE_2$. Sekarang dimisalkan E_2 dihubung singkatkan. E_1 akan terbagi diantara R dan mR untuk menerapkan tegangan sebesar $E_1 m / (1 + m)$ pada masukan (+) opamp tersebut. Tegangan yang terbagi ini menghadapi penguat -tak membalik dengan gain sebesar $(m + 1)$. Tegangan keluaran akibat E_1 adalah tegangan yang terbagi, $E_1 m / (1 + m)$, dikali gain penguat tak-membalik itu, $(1+m)$, yang memberikan $m E_1$. Karena itu, E_1 dan E_2 masing-masing ada dimasukan (+) dan masukan (-), maka besarnya V_o adalah $E_1 m - E_2 m$, atau

$$V_o = m E_1 - m E_2 = m (E_1 - E_2)$$



Gambar 2.16 Penguat diffrensial

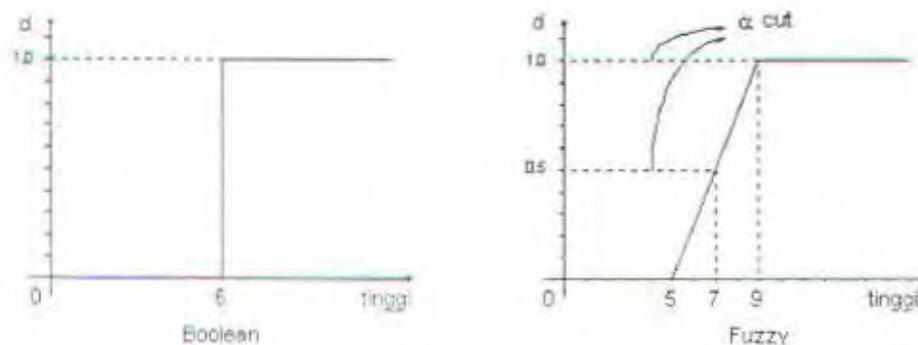
BAB III

TEORI LOGIKA FUZZY

3.1 Pendahuluan

Pada pertengahan tahun 1965 Prof. Lotfi Zadeh dari universitas California di Berkeley memperkenalkan teori logika fuzzy. Teori ini merupakan generalisasi dari logika multi nilai dan logika konvensional atau logika Boolean dalam kasus-kasus tertentu. Beberapa tahun kemudian teori ini dikembangkan ke arah aplikasi kontrol praktis.

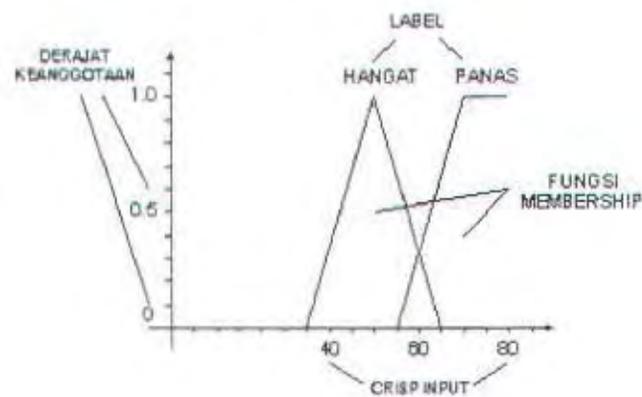
Fungsi utama dari logika fuzzy adalah untuk aplikasi kontrol dengan mendefinisikan term dan rule yang intuitif sebagai pengganti fungsi matematis yang kompleks atau tidak linear. Dengan demikian logika fuzzy merupakan aproksimasi dari penalaran manusia. Perbedaan utama dari logika fuzzy dan logika konvensional adalah logika fuzzy tidak hanya mengevaluasi dua nilai true atau false, tetapi lebih dari itu fuzzy memberikan/mengijinkan derajat keanggotaan dari beberapa set/himpunan serta memungkinkan range yang kontinu.



Gambar 3.1 Membership Boolean dan Fuzzy

Sebagai contoh klasik, suatu elemen secara pasti hanya mempunyai dua kemungkinan, menjadi anggota atau tidak. Tetapi dalam fuzzy elemen itu dapat mempunyai kemungkinan menjadi anggota dari beberapa set/himpunan dengan nilai keanggotaan (degree of membership) yang terletak antara 0 dan 1, seperti terlihat pada gambar 3.1

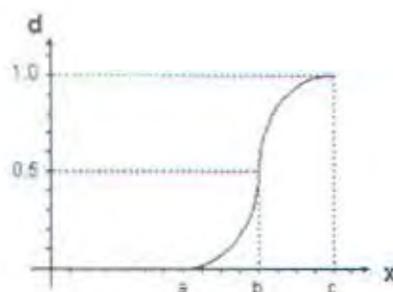
Bagian-bagian dari fungsi membership.



Gambar 3.2 Istilah-istilah dalam Fungsi Membership

Macam-macam bentuk fungsi keanggotaan :

Fungsi S :

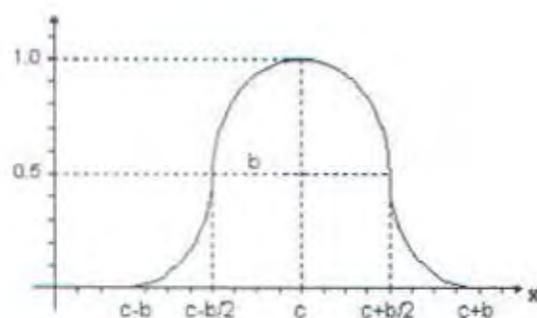


Gambar 3.3 Fungsi S

atau secara matematis:

$$\begin{aligned}
 S(x; a, b, c) &= 0 && \text{untuk } x \leq a \\
 &= 2((x-a)/(c-a)) && \text{untuk } a \leq x \leq b \\
 &= 1-2((x-a)/(c-a)) && \text{untuk } b \leq x \leq c \\
 &= 1 && \text{untuk } x \geq c
 \end{aligned}$$

Fungsi π

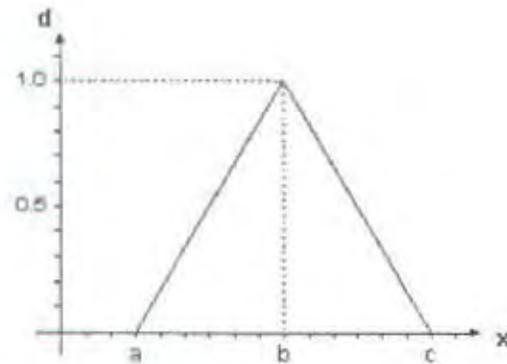


Gambar 3.4 Fungsi π

atau secara matematis :

$$\begin{aligned}
 (x; a, b) &= S(x; c-b, c-b/2, c) && \text{untuk } x \leq c \\
 &= 1-S(x; c, c+b/2, c+b) && \text{untuk } x \geq c
 \end{aligned}$$

Fungsi Segitiga



Gambar 3.5 Fungsi Segitiga

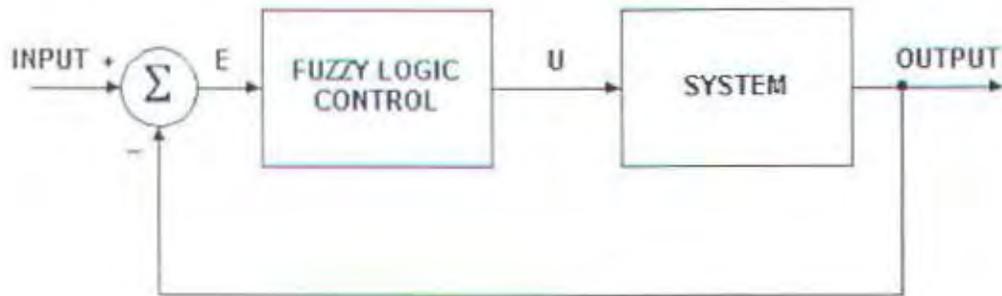
atau secara matematis:

$$\begin{aligned}
 T(x; a, b, c) &= 0 && \text{untuk } x \leq a \text{ dan } x \geq c \\
 &= (x-a)/(b-a) && \text{untuk } a \leq x \leq b \\
 &= (c-x)/(c-b) && \text{untuk } b \leq x \leq c
 \end{aligned}$$

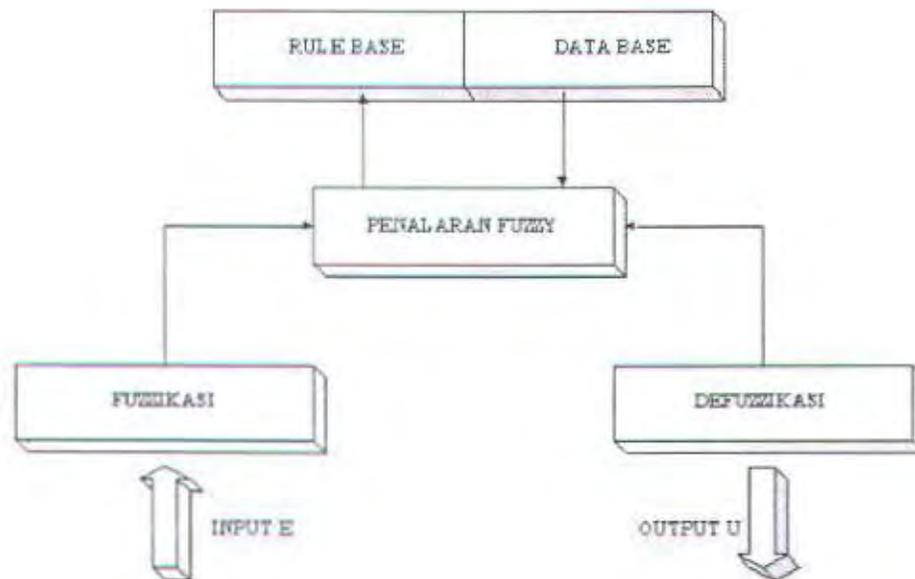
3.2 Struktur Dasar Logika Fuzzy

Fuzzy logic controller secara tipikal dapat digolongkan ke dalam sistem kontrol close-loop seperti pada gambar 3.6. Pada gambar 3.7 diperlihatkan elemen utama dari fuzzy logic controller adalah unit fuzzifikasi, unit penalaran fuzzy, data dasar pengambilan keputusan fuzzy (knowledge base) dan unit defuzzikasi.

Unit data base (knowledge base) terdiri dari dua bagian utama yaitu data base untuk mendefinisikan fungsi membership dan rule base yang menghubungkan nilai fuzzy input dengan nilai fuzzy output.



Gambar 3.6 Tipikal Sistem Kontrol dengan Fuzzy Logic



Gambar 3.7 Struktur Dasar Fuzzy Logic Control

3.2.1 Unit Fuzzifikasi

Fuzzikasi adalah proses memetakan (mapping) crisp input ke dalam set/himpunan fuzzy. Data crisp yang sudah ter-map diubah menjadi variabel label dari fungsi membership yang sesuai (nilai fuzzy input). Definisi fuzzikasi:

$$x = \text{fuzzifier}(x_0)$$

dimana :

x_0 : crisp input

x : set/himpunan fuzzy

Fuzzifier : Fuzzikasi yang memetakan crisp input ke dalam set fuzzy

3.2.2 Unit Dasar Pengambilan Keputusan Fuzzy (Knowledge Base)

Knowledge base terdiri dari data base dan rule base. Data base terdiri dari parameter-parameter fuzzy sebagai set/himpunan fuzzy atau mendefinisikan fungsi membership dari tiap-tiap range variable. Dalam mendefinisikan data base terdapat beberapa pertimbangan yaitu, range (universe of discourse) tiap-tiap variable, jumlah set/himpunan fuzzy dan bentuk fungsi membership yang digunakan.

Rule Base mengandung pendefinisian rule control fuzzy untuk mengatur kerja sistem, sehingga diperoleh sistem kontrol yang diinginkan. Rule base ini

memcerminkan penalaran manusia terhadap sistem kontrol tersebut. Pendefinisian rule secara garis besar adalah sebagai berikut:

Rule 1 IF x_1 is A_{11} AND ... AND x_m is A_{1m} THEN y is B_1

Rule 1 IF x_1 is A_{11} AND ... AND x_m is A_{1m} THEN y is B_1

Rule 1 IF x_1 is A_{11} AND ... AND x_m is A_{1m} THEN y is B_1

3.2.3 Unit Defuzzifikasi

Defuzzikasi adalah proses memetakan (mapping) nilai output fuzzy ke nilai non fuzzy (crisp) dan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$y_o = \text{defuzzifier}(y)$

dimana y : nilai output fuzzy

y_o : nilai non-fuzzy (crisp)

defuzzifier : proses defuzzikasi yang didefinisikan

Pada umumnya metode defuzzikasi yang digunakan adalah :

◆ Metode mean of max (MOM)

Metode ini juga disebut Height Defuzzification adalah metode yang menghasilkan nilai output rata-rata dari nilai-nilai output maksimum fungsi membership.

◆ Metode center of gravity (COG)

Metode ini menghasilkan nilai output yang merupakan gravity dari distribusi nilai output fungsi membership. Metode ini paling banyak digunakan.

3.3 Deskripsi Umum

NLX220 merupakan device yang membentuk kalkulasi logika fuzzy secara langsung di hardware. Karena memang dibuat khusus sebagai controller, sehingga mudah dipakai, unjuk kerjanya bagus, memiliki keistimewaan, dan tangguh dalam lingkungan yang kasar. Device ini terdiri dari 4 analog input dan output dengan sumber clock internal. NLX 220 akan menyerap daya yang rendah saat operasi normal dan mempunyai mode power-down yang akan mengurangi daya dengan faktor 10. Fuzzy logic sangat sesuai dengan proses-proses yang mempunyai input data yang acak dan sistem tidak linier untuk laju sistem kontrol yang tangguh. Metodologinya memakai deskripsi secara linguistik dari sistem, sehingga menjadikannya sangat intuitif dan mudah untuk dipakai. Dapat juga dipakai untuk menambahkan kecerdasan pada produk-produk industri, misalnya untuk meningkatkan performansi, manambah feature, dan meningkatkan efisiensi. NLX220P bisa diprogram yang sesuai untuk development dan produksi yang terbatas. Kompatibilitas pin NLX220 memakai teknologi OTP untuk storage dan sesuai untuk produksi yang beragam.

Memori menyimpan MF Fuzzy dan parameter rule. Pengorganisasian memori fleksibel dan dengan efisien mengadaptasi keperluan dari aplikasinya. Device ini menyimpan 111 variabel Fuzzy yang diorganisasikan dalam bentuk keperluan rulenya.

Device menyediakan 6 tipe MF yang berbeda untuk berbagai aplikasi. MF mempunyai slope konstan dan hanya perlu spesifikasi tipe, lebar, dan center.

NLX220 juga menyediakan floating MF, dimana lebar dan center bisa 'float' dibuat berubah-ubah dengan dinamis. Floating MF dimanfaatkan untuk mengukur penurunan, membuat timer, atau meng-adjust untuk men-drive sensor.

Ada dua metode Defuzzifikasi, immediate dan accumulate. Immediate akan men-drive output untuk harga yang sudah tertentu dan accumulate untuk menambahkan harga yang telah ada.

3.4 Deskripsi Pin

Input

- **RESET**, untuk menginisialisasi device dengan sinyal aktif low. Harus tetap aktif hingga sedikitnya 8 clock untuk memastikan operasi yang lama telah habis. Dapat diaktifkan dengan rangkaian delay power-up. Dengan Reset akan mengaktifkan mode low-power.
- **AIN(0-3)**, input data analog yang dengan internal akan dikonversikan ke 8 bit data digital. Input yang tidak dipakai harus di-ground-kan.
- **XIN**, clock input, boleh dipakai eksternal input clock atau dengan kristal, di mana ujung satunya di-ground-kan.
- **PROG**, untuk saat pemrograman NLX220P. Pin ini tidak dipakai pada NLX220. Saat operasi harus di-ground-kan.
- **PRESCALE**, input logika '1' menandakan dalam mode prescale dan '0' dalam operasi normal. Pin ini di-ground-kan saat mode prescale tidak pernah digunakan atau dihubungkan dengan pin READY untuk operasi kontinyu.

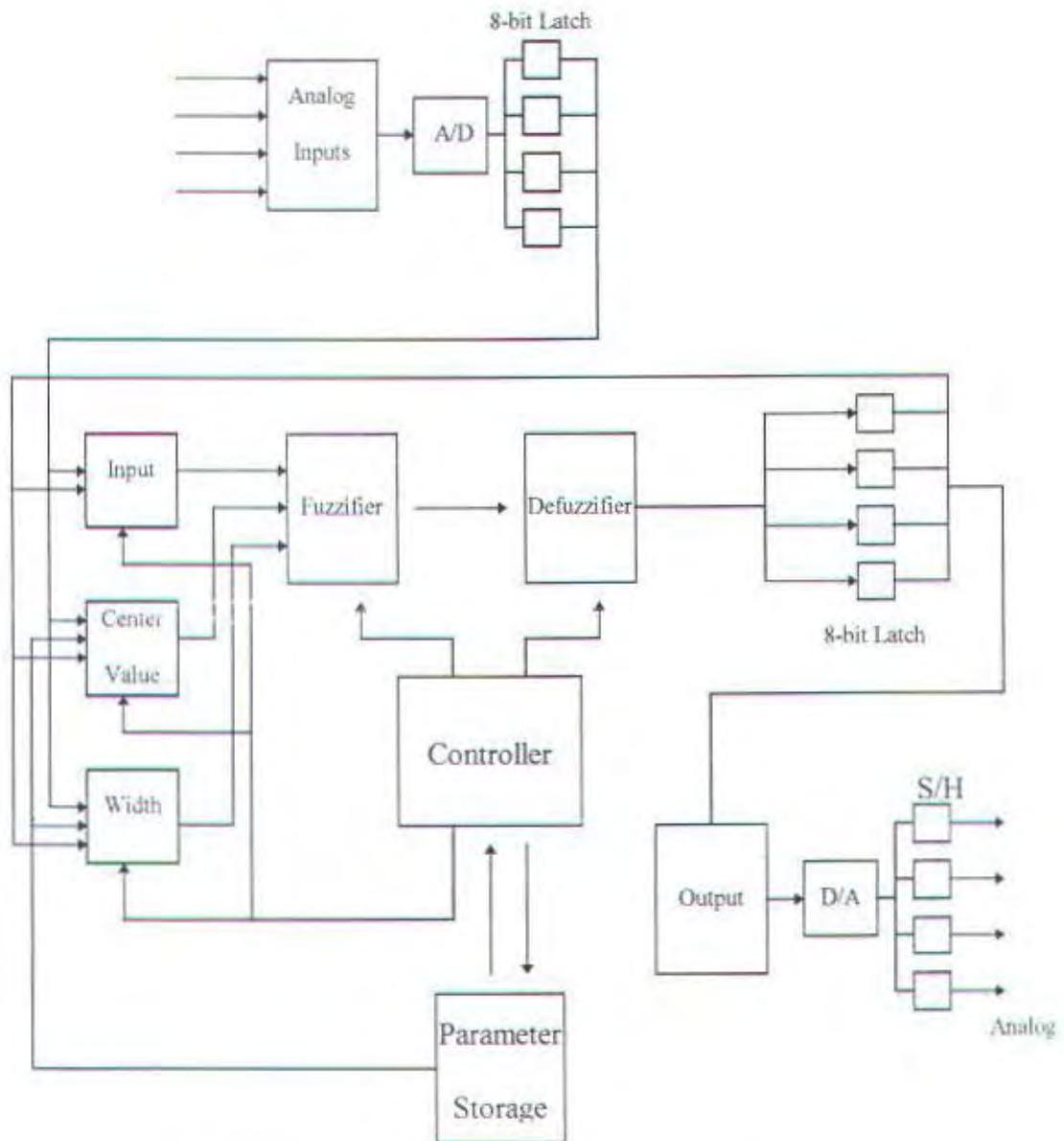
Mode juga bisa dipanggil selama pengoperasian oleh logika eksternal. Setelah RESET diaktifkan, PRESCALE input harus dipertahankan pada logika rendah sedikitnya selama 4 clock.

Output

- AOUT (0-3), Analog output, 8 bit data digital dikonversikan secara internal ke level analog.
- READY, setelah reset pin ini menandakan device mulai men-sample dan memproses data. Pin ini seharusnya tidak dihubungkan atau disambungkan dengan PRESCALE selama pengoperasian.
- VREF, memfilter referensi tegangan internal, hubungkan ke ground dengan 0,1uF kapasitor.

3.5 Arsitektur Device

Device ini adalah stand alone controller Fuzzy logic yang membentuk semua kalkulasi di dalam hardware dan tidak memerlukan software. Input dapat secara langsung dihubungkan ke sensor atau switch, demikian juga outputnya langsung dihubungkan dengan piranti analog atau digunakan untuk fungsi kontrol. Komponen utama NLX220 adalah Fuzzifier, Defuzzifier, dan Controller. Fuzzifier mengkonversikan input data ke dalam data Fuzzy, dan dalam hubungannya dengan controller, akan mengevaluasi data fuzzy dengan definisi set rule yang dimasukkan yang menggambarkan sistem kontrol yang dimaksud. Setelah rule-rule dievaluasi, Defuzzifier memberikan nilai aksi ke output yang bersesuaian.



Gambar 3.8 Blok diagram Kontroller Fuzzy Logic

3.6 Membership Function (MF)

MF dipakai untuk membagi input ke dalam bagian-bagian dimana inputnya biasanya bervariasi. MF dibandingkan dengan data input untuk mengetahui dimana data tersebut akan ditempatkan. Tempat-tempat tersebut tergantung disainernya dalam mengklasifikasikan data, misalnya hangat, cepat, atau tinggi.

Dalam hal ini termometer, pembagiannya suhunya dibuat sehalus mungkin, misal :

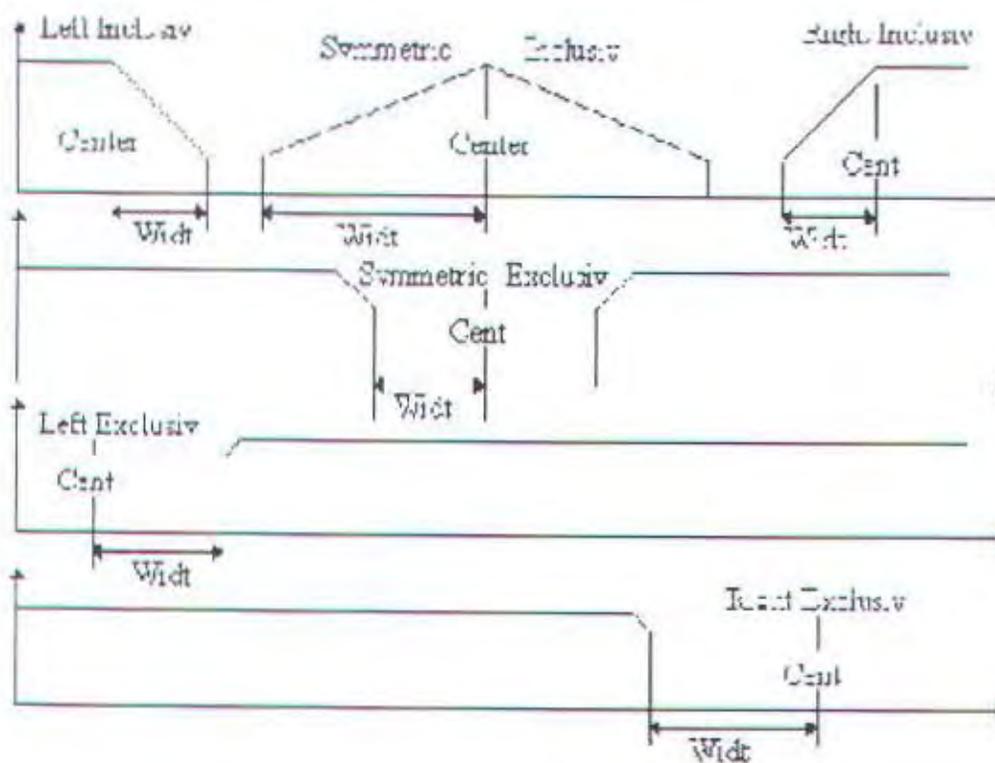
1. Di bawah 60 F = Dingin
2. 60 F - 70 F = Cool
3. 70 F - 75 F = Moderat
4. 75 F - 85 F = Warm
5. Di atas 85 F = Panas

Pembagian ini hanya secara intuitif saja. Di dalam Fuzzy Logic 5 bagian ini disebut MF. Pembagian ini boleh terjadi overlap, dimana datanya berarti member dari kedua MF. Misalnya dingin dengan cold.

NLX220 mensupport 6 macam slope:

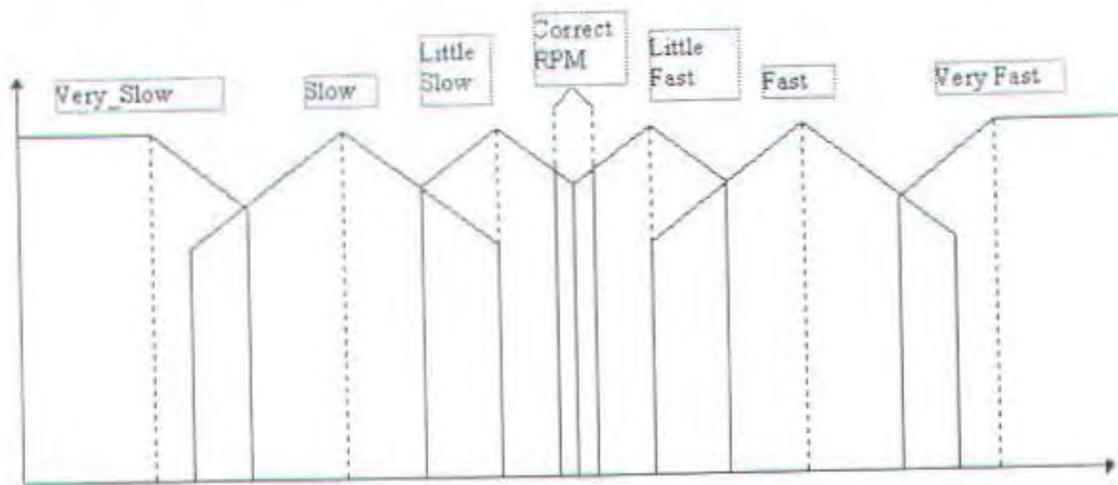
1. Left Inclusive
2. Symmetrical Inclusive
3. Right Inclusive
4. Symmetrical Exclusive
5. Left Exclusive
6. Right Exclusive

Di dalam aplikasinya didefinisikan dengan nama, tipe bentukannya, dan nilai numerik center dan width-nya. Pemilihan MF harus hati-hati agar dapat menyederhanakan banyak model. Misalnya, dalam termometer Dingin adalah left inclusive dan Panas right Inclusive MF.



Gambar 3.9 Jenis Membership Function

Ketepatan kontrol pada operating point yang diinginkan dapat diberikan dengan sempitnya Symmetrical Inclusive MF. Aplikasinya kontrol motor, yang perlu sekali kepresisian. Contoh dari gabungan dari tipe dan lebar yang berbeda dipakai untuk memonitor kecepatan motor.



Gambar 3.10 Membership Function Kecepatan

MF dapat di-overlap-kan agar membentuk tipe MF baru seperti trapezoidal, yang merupakan gabungan dari Left Inclusive dan Right Inclusive. Data input yang masuk ke dalam tipe trapezoid adalah member dari kedua MF tersebut.



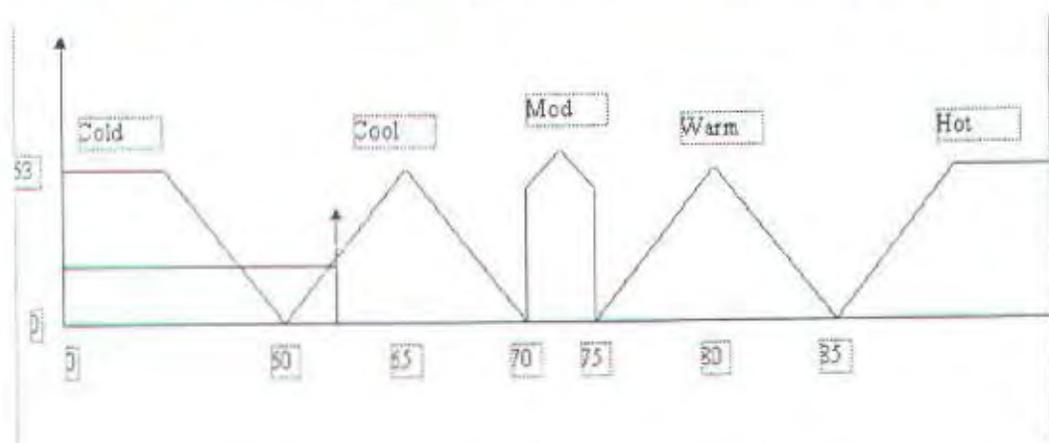
Gambar 3.11 Overlap Dua Membership Function

3.7 Varabel Fuzzy

Adalah ekspresi linguistic yang menunjukkan input bersesuaian dengan MF di sumbu mendatarnya. Varabel Fuzzy berdasarkan pada Membership Function dan Input variabel, seperti misalnya :

if Temperatur is Cool

Di dalam contoh ini 'Temperatur' adalah input dan 'Cool' adalah Membership Function. Hubungannya dikerjakan oleh Fuzzifier, hasilnya adalah data Fuzzy yang menunjukkan derajat mana data input yang sesuai dengan MF. Data Fuzzy adalah numerik dan berkisar antara 0 - 63 di dalam NLX220.



Gambar 3.12 Fuzzifikasi dari Temperatur input .

3.8 Rule

Rule adalah berisi satu atau lebih variabel Fuzzy dan sebuah nilai aksi ke outputnya. Rule dipakai untuk memberitahu ke controller bagaimana menanggapi perubahan input data. Misalnya :

Output -5 if Velocity is Fast and Acceleration is Positive

Output +5 if Velocity is Little_Slow and Acceleration is Zero

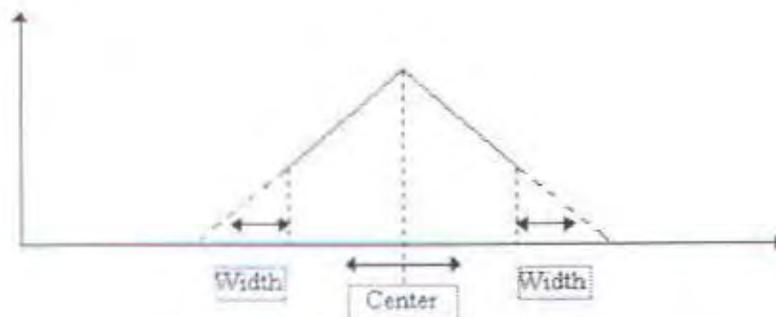
Di rule pertama, variabelnya adalah 'Velocity is Fast' dan kedua 'Acceleration is Positive'. Aksi '-5' dan '+5' diberikan ke output untuk mengurangi atau mempercepat motor. Jika memakai tanda ' \pm ' berarti memakai mode output accumulate yang menunjukkan bahwa output bisa ditambah atau dikurangi.

3.9 Evaluasi Rule

Ada beberapa metode untuk mengevaluasi Rule Fuzzy Logic. NLX220 mengevaluasi dengan teknik dua step MAX-of-MIN. Step pertama - MIN, semua nilai variabel Fuzzy dibandingkan dan nilai paling rendah mewakili Rule. Step kedua - MAX, nilai rule dibandingkan dan nilai paling tinggi yang menang. Membership function, variabel Fuzzy, dan Rule dibuat dan dikelompokkan menurut keperluan aplikasi. Sifat-sifat fisik sistem yang mau dikontrol harus dipahami sebelum memasukkan model Fuzzy.

3.10 Floating Membership Function

Keistimewaan memakai fungsi Floating MF. Floating yang dimaksudkan adalah nilai center dan width dari MF dapat dibuat berubah-ubah, yang biasanya adalah nilainya tetap dan disimpan di memori. Di dalam floating membership function nilainya dapat berasal dari input atau output



Gambar 3.13 Floating Membership function.

Beberapa MF dibuat floating saat entri data. Floating MF berfungsi merubah nilai center dan width sebagai data dari perubahan pilihan input atau output. Misalnya :

IN1 is small (0, 25, Symmetrical Inclusive)

IN2 is small (0, 25, Symmetrical Inclusive)

Dimana : 0 = center

25 = width

Dua variabel Fuzzy tadi dapat digabungkan menjadi:

Output +1 if IN 1 is small and IN2 is small

dimana varabel fuzzy 'IN1 is small' membandingkan input IN1 dengan membership function konvensional 'small'. Floating MF membuatnya akan menjadi lebih ringkas dengan variabel Fuzzy dan rule berikut :

IN1 is small_difference (IN2, 25, symmetrical Exclusive)

Output +1 if IN1 is small_difference

Di dalam variabel Fuzzy, center dari MF *small_difference* di definisikan oleh nilai *IN2* yang disimpan di *latch* input.

Saat proses Fuzzifikasi, sebuah input dikurangkan dari center dan nilai absolutnya di-inversikan untuk mengukur bagaimana sedekat mungkin hal itu dapat match dengan nilai centernya. Ketika fuzzifikasi floating MF akan mengurangi satu input dengan yang lain. Floating MF seperti contoh di atas digunakan untuk mengkalibrasi input sensor over time, dengan cara langsung membandingkan dua input. Nilai stabil sensor dibandingkan dengan set tegangan. Rule kalibrasi mengecek derajat dari ketidaktepatan dan menyimpannya ke dalam output latch. Jika input dalam kalibrasi, center akan match dan nilai koreksi adalah nol. Koreksi ketidaktepatan yang besar akan menyimpan nilai yang besar juga. Koreksi digunakan untuk meng-adjust floating center dari MF di dalam rule yang memproses data sensor. Floating MF dapat digabungkan dengan aksi floating output untuk memperoleh derivatif dari nilai input. Rule dapat mereferensikan sebuah input sebagai aksi floating sehingga melewatkannya secara langsung ke output latch.

Selama input sampel berikutnya, nilai output latch memilih MF nilai center, yang berakibat berkurangnya nilai input yang sebelumnya. Beda nilai, dibagi oleh sampling interval, adalah nilai derivatif yang dapat dijadikan acuan di dalam rule. Sebagai contoh pemakaian input atau aksi di dalam mengukur percepatan motor. Rule yang memberikan nilai input ke dalam output latch adalah :

$VALUE_TO = IN1$ if $IN1$ is $MUST_WIN(0, 0, \text{Right Inclusive})$

Rule memberikan $IN1$ sebagai nilai aksi . $MUST_WIN$ adalah tipe $Right Inclusive$ mulai nol sehingga apapun nilai $IN1$, rule harus menang dan nilai $IN1$ diberikan ke output latch.

Rule kedua menghitung derivatif dan meng-adjust output drive ke motor :

$ACCEL \pm$ if $IN1$ is $VALUE_T1 (VALUE_T0, 25, \text{Symmetrical Inclusive})$

Maksudnya rule menentukan apakah nilai input pada $T1$ masih di dalam range 25 dari nilai awal saat $T0$. Di dalam aplikasi aktual, perlu MF lain untuk menentukan polaritas derivatif dan rule yang lain untuk menjankau varasi yang lebar.

Contoh di atas floating membership function digunakan dengan jelas. Di dalam aplikasinya, floating MF dipakai ekstensif untuk menyimpan memory karena lebih sedikit memakai varabel dan rule untuk mendeteksi perbedaan input daripada fungsi-fungsi konvensional yang biasa.

3.11 Operational Device

Pemrosesan data meliputi beberapa step. Pertama, data sampel analog dikoversikan ke digital dan dilatch. Berikutnya Fuzzifier membandingkan isi dari input latch dengan variabel fuzzy untuk menemukan nilai varabel. Fuzifiier juga membentuk penghitungan MAX-of-MIN untuk mencari pemenang rule. Terakhir, Defuzzifier menentukan pemenang aksi rule dan menahannya untuk konversi ke analog output atau untuk internal feedback.

- **Fuzzifier**

Adalah membandingkan data input latch dengan MF untuk menghitung nilai fuzzy variabel. Ketika penghitungan MIN rule dilakukan, nilainya mewakili rule yang disimpan. Ketika penghitungan MAX dilakukan pada seluruh variabel yang mereferensikan nilai output, nilai rule pemenang akan diberikann ke Defuzzifier.

- **Pembaharuan pada Output yang Latch**

Rule dievaluasi dalam urutan saat masuknya. Banyak rule dapat mereferensikan output dan output dapat direferensikan berulang-ulang di dalam sebuah set rule. Ketika sebuah rule atau grup rule memberikan output yang dievaluasi dan rule selanjutnya memasukkan referensi ke output lain, compiler akan menyertakan kode untuk Last Rule dengan output latch untuk di-update dengan nilai pemenang yang baru. Latch data juga bisa dengan cepat dipakai sebagai feedback. Jika setelah pemrosesan rule yang berefek ke output lain, processor menemukan rule atau grup rule lain yang menunjuk output sebelumnya , output latch akan di-update lagi. Peng-update-an output mungkin bisa sesering mungkin selama proses sebagaimana disana ada bagian grup terpisah yang mereferensikannya.

Sebagaimana sebelumnya, sampling input adalah kontinyu. Output Analog juga sering di-update terus menerus. Selama proses variabel Fuzzy mungkin mamakai data sample yang lalu atau dari data yang sedang dipakai proses tergantung dimana sampling input cycle berada relatif terhadap processing cycle.

Jika lebih dari satu grup rule yang mereferensi ke input dan output yang sama, maka nilai output akan berubah lebih dari satu kali selama sebuah proses cycle berdasar pada perbedaan input data.

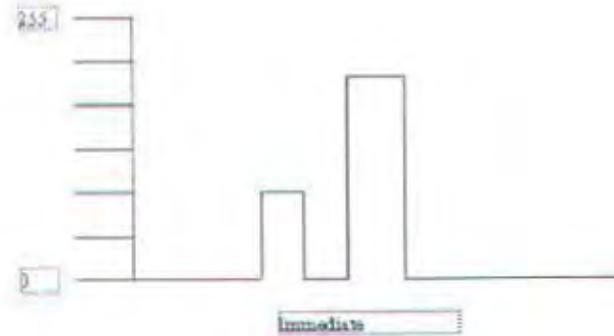
- **Defuzzifier**

Nilai aksi rule yang menang dan mode data diberikan ke defuzzifier. Data digital dari defuzzifier di-latch dan dikonversikan ke analog untuk mendrive output atau diumpanbalikkan kembali secara internal.

Jika semua rule dalam sebuah grup mereferensikan sebuah hasil evaluasi output nol, maka grup tidak akan merubah nilainya. Jika lebih dari satu rule mengevaluasi dengan hasil nilai paling tinggi dan tidak nol, maka rule pertama yang masuk akan menang dan aksinya menentukan output.

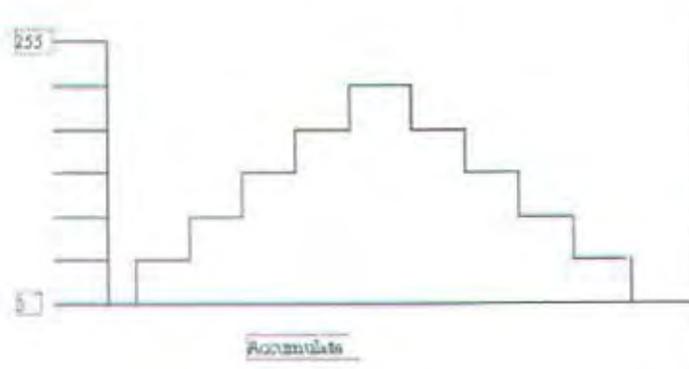
- **Metode Defuzzifikasi**

Hasil defuzzifikasi berpengaruh langsung ke output. Device ini mendukung dua metode defuzzifikasi, yaitu Accumulate dan Immediate. Mode immediate fungsinya sama dengan tabel, di mana nilai aksi yang menandakan ke rule pemenang selama pemasukan, diaplikasikan ke output. Immediate dipakai saat nilai output harus absolute.



Gambar 3.14 mode immediate defuzzifikasi

Mode accumulate adalah untuk menaikkan atau menurunkan nilai output yang ada dengan nilai pemenang rule. Output merupakan fungsi dari aksi sekarang dengan aksi sebelumnya. Digunakan pada perubahan output yang halus saat sistem dalam kontrol yang mendekati titik operasinya. Sangat berguna juga pada pembuatan timing.



Gambar 3.15 Mode accumulate defuzzifikasi

3.12 Organisasi Memori

Tabel Alokasi Memori NLX220

Alamat (Desimal)	(Alamat Hexadesimal)	Fungsi
0	00	Rule
223	DF	Rule
224	E0	Center
239	EF	Center
240	F0	Width
225	FF	Width

Tabel Command Byte / Alamat genap

7	6	5	4	3	2	1	0
WF	CF	I/O cont	I/O select	type 2-7			
AF	Mode				type 1		
AF	Mode		output select	type 0			

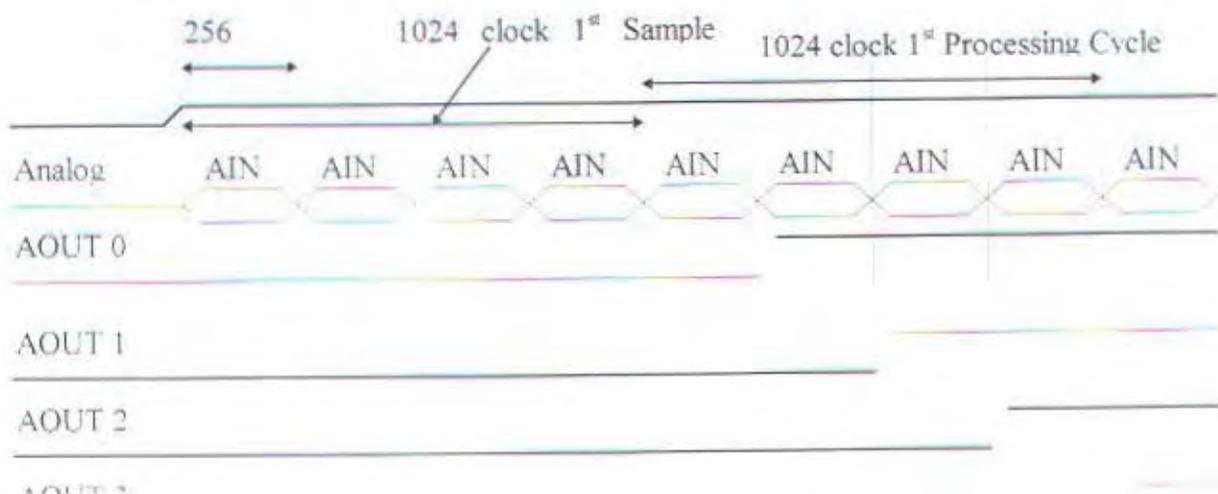
Tabel Select Byte / Alamat Ganjil

7	6	5	4	3	2	1	0
center select				width select			
	I/O cont		I/O select center		I/O cont		I/O select width
ACTION							
					I/O cont		I/O select action

Type	<u>2:3:0</u>	Width Select (0 - 3)
	0 0 0 Last Term of last Rule of given output	Used as address index (E0-EF) for fixed 6-bit value Width when type= 2-7 and WF= 0
	0 0 1 Last Term of Current Rule	
	0 1 0 MF, Symmetrical, Inclusive	Center Select (4 - 7)
	0 1 1 MF, Symmetrical, Exclusive	Used as Address index (F0-FF) for fixed 8-bit CENTER value when type = 2-7 and CF = 0
	1 0 0 MF, Left, Inclusive	
	1 0 1 MF, Left, Exclusive	
	1 1 0 MF, Right, Inclusive	
	1 1 1 MF, Right, Exclusive	
I/O Select	<u>4:3</u>	I/O Select Width <u>1:0</u>
	00 I/O port 0 as Input	00 I/O port 0 as Width (Type=2-7 and WF=1)
	01 I/O port 1 as Input	01 I/O port 1 as Width (Type=2-7 and WF=1)
	10 I/O port 2 as Input	10 I/O port 2 as Width (Type=2-7 and WF=1)
	11 I/O port 3 as Input	11 I/O port 3 as Width (Type=2-7 and WF=1)
I/O Control	<u>2</u>	I/O Control <u>2</u>
	0 Select from Inputs (Type = 2-7 and WF=1)	0 Select from Inputs (Type = 2-7 and WF=1)
	1 Select from outputs (Type = 2-7 and WF=1)	1 Select from outputs (Type = 2-7 and WF=1)
I/O Control	<u>3</u>	I/O Select Center <u>5:4</u>
	0 Select from Inputs	00 I/O port 0 as Input (type=2-7 and WF=1)
	1 Select from outputs	01 I/O port 1 as Input (Type=2-7 and WF=1)
		10 I/O port 2 as Input (Type=2-7 and WF=1)
		11 I/O port 3 as Input (Type=2-7 and WF=1)
Mode	<u>6</u>	I/O Control <u>6</u>
	0 Immediate, Output equals Action	0 Select from Inputs (Type = 2-7 and WF=1)
	1 Accumulate, Output equals current output plus two's complement Action (-128 to +127)	1 Select from outputs (Type = 2-7 and WF=1)
AF	<u>7</u>	ACTION (0 - 7)
	0 Select Action from select Byte (FIXED)	8-Bit Action value to be applied to an output due to winning of Last Term of Last Rule (Type = 1) or Last Term of Last Rule of given output (Type = 0), and AF = 0 (Fixed)

	1 Select Action from I/O via select Byte (FLOAT)	I/O Select Action <u>10</u> 00 I/O port 0 as Action (type=0-1 and AF=1) 01 I/O port 1 as Action (type=0-1 and AF=1) 10 I/O port 2 as Action (type=0-1 and AF=1) 11 I/O port 3 as Action (type=0-1 and AF=1)
Output Select	<u>4.3</u> 00 ACTION from current RULE set to Output 0 01 ACTION from current RULE set to Output 1 10 ACTION from current RULE set to Output 2 11 ACTION from current RULE set to Output 3	I/O Control <u>2</u> 0 Select from Inputs (Type = 0 - 1 and WF=1) 1 Select from outputs (Type = 0 - 1 and WF=1)
CF	<u>6</u> 0 Select Center from memory via Select byte (FIXED) 1 Select Center from I/O via Select byte (FLOAT)	
WF	<u>7</u> 0 Select Width from memory via Select byte (FIXED) 1 Select Width from I/O via Select byte (FLOAT)	

Timing Diagram



BAB IV

PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK DAN PERANGKAT KERAS

Sistematika dalam perancangan perangkat keras adalah :

1. Merancang diagram blok sistem secara keseluruhan dan cara kerja umum.
2. Merancang rangkaian elektronika untuk setiap blok sesuai dengan kebutuhannya.

4.1 Perancangan sistem

Diagram blok dari sistem yang direncanakan dapat dilihat pada Gambar 4.1. Dimana terdapat empat blok utama yakni blok Fuzzy Logic ,blok RadioFM, blok Amplifier Audio dan blok Tuning. Cara kerja umum dari Tugas Akhir ini adalah ; pada saat tidak ada stasiun radio /sinyal yang diterima, Blok Fuzzy Logic mematikan sistem audio dengan jalan memberikan sinyal *mute* kepada unit penguat IF supaya tidak terdengar bunyi desah yang mengganggu dan mengatur tegangan AGC pada kondisi yang optimum sehingga penerimaan lebih peka. Pada saat pencarian stasiun radio dan kemudian ditemukan, kuat sinyal dari stasiun radio tersebut dibaca oleh Blok Fuzzy Logic apakah sinyal tersebut kuat atau lemah. Jika sinyal tersebut kuat, maka Fuzzy mengat pada stasiun berfungsi sebagai pengatur AGC (*Automatic Gain Control*) dan AFC (*Automatic Frequency Control*) pada

BAB V

PENGUJIAN DAN PENGUKURAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian alat yang dilanjutkan dengan pengukuran dan kalibrasi masing-masing bagian hardware yang telah dibuat dengan menggunakan alat ukur yang tersedia. Alat ukur yang digunakan adalah Digital Multimeter GW (Good Will) tipe DWM-393, Osiloscope GW tipe GOS-622B dan Frequency Counter tipe GFC-8055G. Pengujian dan pengukuran serta enlaingment dilakukan secara bertahap yakni dimulai dari bagian Tuner FM, Penguat IF, Dekoder Stereo dan Amplifier Audio lengkap dengan Tone Controlnya. Selanjutnya adalah pengujian dan pengukuran bagian Fuzzy Logic Mikrokontroller.

4.1 PENGUJIAN DAN PENGUKURAN ALAT

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat sudah bekerja dengan baik atau belum dan apakah sudah sesuai dengan apa yang telah direncanakan sebelumnya. Pengujian dilakukan pada masing-masing modul yang telah dibuat yaitu;

- modul Tuner FM
- bagian Penguat IF
- Dekoder Stereo
- Modul Amplifier Audio
- Modul Fuzzy Logic Mikrokontroller

4.2 Modul Tuner FM

Untuk menguji Tuner FM ini dilakukan dengan jalan memberikan tegangan DC sebesar +12 Volt pada **pin +V** dan tegangan DC variabel 0 -12 Volt pada **pin Vtune** dan **pin AGC**. Sinyal yang keluar dari modul Tuner FM pada **pin IF** ini berupa sinyal IF dengan frekwensi 10.7 Mhz. Untuk memperoleh frekuensi yang diinginkan cukup dengan mengatur tegangan DC pada pin Vtune dan pada **pin OSC** mengeluarkan sinyal Lokal Oscilator dengan frekwensi yang dapat dilihat pada frekwensi meter.

4.3 Bagian Penguat IF

Pengujian pada rangkaian Penguat IF dilakukan dengan jalan memberikan sinyal IF FM yang berasal dari Tuner FM. Hal pertama yang harus dilakukan adalah mencari stasiun radio yang paling jelas didengar. Kemudian ferrit pada IFT (Intermediate Frequency Trafo) di putar-putar sampai didapatkan suara paling jelas dan bagus. Kuat sinyal yang diterima dapat dibaca pada pin 13 dengan modul display yang berwujud ADC dengan tampilan 7 segmen. Fasilitas mute dapat dihidupkan jika noise yang cukup besar atau pada saat tuner tidak menala pada satu stasiunpun , maka dengan jalan menerapkan tegangan DC sebesar yang diperlukan IC sesuai dengan data sheet yang ada sedemikian rupa sehingga suaranya tidak terdengar lagi.

4.4 Dekoder Stereo

Jika telah didapatkan satu stasiun yang kualitas suaranya bagus kemudian dilanjutkan dengan jalan mengatur potensiometer P1 sampai didapatkan sinyal stereo, yang ditandai dengan menyalnya lampu LED. Atau dengan mengukur frekwensi keluaran pada jalan pin 12 menggunakan frekwensi counter sehingga didapatkan frekwensi sebesar 19 Khz yaitu frekwensi tone pilotnya.

4.5 Audio Amplifier

Sebelum sinyal audio yang keluar dari dekoder stereo dikuatkan, terlebih dahulu diproses oleh rangkain Tone Control untuk diatur tonenya baik Bass maupun Treblenya sesuai dengan selera. Setelah melewati Tone Control baru kemudian dikuatkan oleh penguat audio untuk diumpankan pada speaker.

4.6 Pengujian Sistem

Dalam pengujian sistem hal pertama kali yang dilakukan adalah mengatur setting kuat sinyal yang diinginkan (*FSM*) dan hasil setting ini dapat dilihat pada display FSM. Kemudian input display dipindah ke FSM output untuk mengetahui tegangan keluarannya. Sebelum diadakan pengukuran terlebih dahulu radio dituning pada suatu stasiun tertentu. Hasil pengukuran tersebut ditebelkan seperti dibawah ini:

Tabel 5.1 Hasil pengukuran pengujian sistem

Tegangan Setting (Volt)	Tegangan FSM (FSM)
1.05	1.1
0.75	0.8
0.5	0.55
0.4	0.5

Dalam hal ini, terlihat bahwa sistem memiliki error, hal ini disebabkan oleh:

1. Karakteristik gelombang radio yang mudah terpengaruh sehingga lokasi sekitar berubah, penerimaan gelombang radio juga berubah.
2. Hasil pengukuran yang ditampilkan nilai berubah-ubah karena sinyal radio yang diterima mengandung modulasi yang berubah-ubah, kecuali untuk sinyal radio yang tidak dimodulasi.
3. Untuk sinyal kuat, penguatan tidak begitu berpengaruh.

BAB VI

PENUTUP

6.1 KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan dan pembuatan alat serta hasil pengukuran dan pengujian sistem secara keseluruhan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penggunaan teknologi Fuzzy Logic dapat diterapkan pada optimasi pengaturan gain dan kontrol frekwensi karena memiliki beberapa keunggulan antara lain :
 - Tidak memerlukan model matematika sehingga mempermudah proses perancangan.
 - Aturan Fuzzy bersifat intuitif sehingga mudah dimngerti
 - Mwmiliki fleksibilitas tionggi karena mudah untuk mengubah aturan/rule sesuai dengan keperluan.
2. Pengaturan AGC dan AFC menjadi lebih mudah dan lebih praktis dengan menggunakan alat yang telah dibuat, sehingga tidak dibutuhkan pengaturan manual.
3. Penunjukan parameter Field Strength Meter (FSM) dan sinyal Automatic Frequency Control (AFC) radio FM ini pada modul display menunjukkan angka/harga yang berubah-ubah, hal ini disebabkan oleh sinyal pemodulasi.
4. Kesalahan dalam pengambilan parameter disebabkan oleh adanya sinyal pemodulasi yang berubah-ubah.

6.2 SARAN

Untuk penyempurnaan dan pengembangan alat yang telah dibuat, penulis menyarankan :

1. Untuk pengaturan frekwensi yang lebih teliti dapat menggunakan sistem PLL yang memiliki ketelitian dan kestabilan tinggi.
2. Pengaturan dengan menggunakan sistem seperti ini sangat cocok untuk radio yang mobile (bergerak), karena kuat sinyal yang diterima sering berubah-ubah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Coughlin, Robert f. dan Driscoll, Frederick F. 1992, PENGUAT OPERASIONAL DAN RANGKAIAN TERPADU, Diterjemahkan oleh Herman Widodo Sumitro, Jakarta : Penerbit Erlangga.
2. Hayt William H. Jr and Neudeck Gerold W. ELECTRONIC CIRCUIT ANALYSIS AND DESIGN, Boston : Houghton Mifflin Company
3. Krauss, Herbert L. Bostian, Charles W and Raab, Frederick H, 1990, TEKNIK RADIO BENDA PADAT, Diterjemahkan oleh Sutanto, Jakarta : UI-Press
4. Malvino Albert Paul, Ph.D. PRINSIP-PRINSIP ELEKTRONIKA, 1986, Diterjemahkan oleh Hanapi Gunawan, Jakarta : Penerbit Erlangga
5. MODERN ELECTRONIC COMMUNICATION, New York : Prentice Hall International Editions
6. Weese, Dwight, 1995, APPROXIMATION OF A PID CONTROLLER USING A FUZZY LOGIC MICROCONTROLLER, Adaptive Logic Inc. PennWell Publishing Company Miller, Gary M. 1993,
7. ----- 1988, LOGIC DATA BOOK, California : National Semiconductor
8. -----1991, 303 RANGKAIAN ELEKTRONIKA, Jakarta : Penerbit PT Elex Media Computindo- Kelompok Gramedia
9. -----1991, DATA SHEET BOOK 1, Diterjemahkan oleh Wasito S, Jakarta : Penerbit PT Elex Media Computindo - Kelompok Gramedia-

10. ----1994, NEW RELEASES DATA BOOK, California : Maxim Integrated Products
11. -----, 1994, NLX220, NLX220P STAND-ALONE LOGIC CONTROLLERS, PRELIMINARY DATA, NeuraLogic

BIO DATA



Muhammad Jailani dilahirkan di Gresik, Jawa Timur pada tanggal 15 Mei 1971 dari pasangan Abdul Aziz dan Zulaikha yang saat ini bertempat tinggal di Jl KH Faqih Usman XV / 12, Gresik dan merupakan anak bungsu dari lima bersaudara.

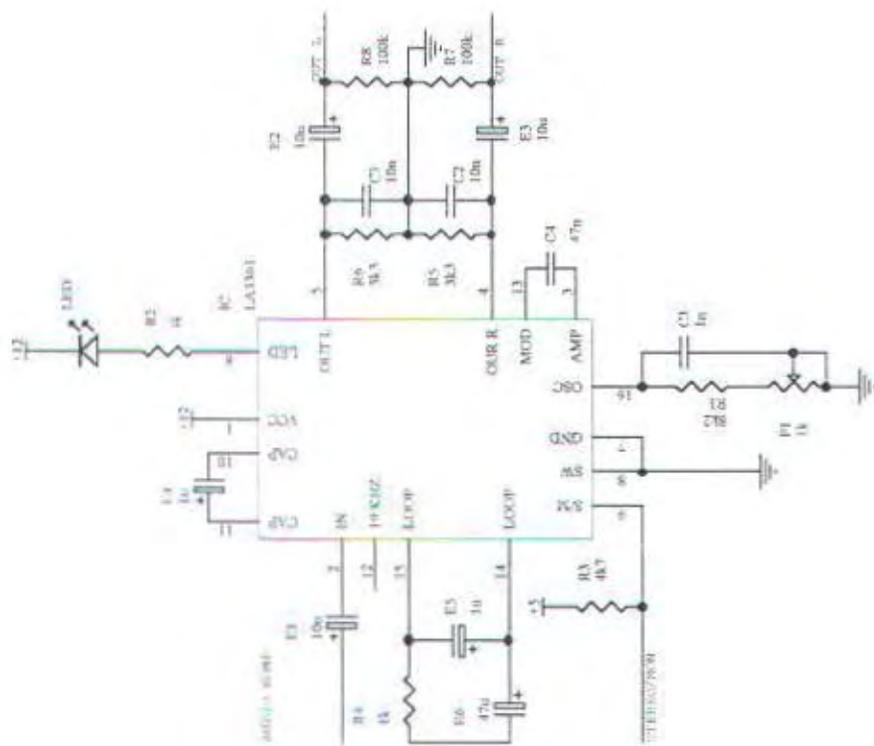
Riwayat pendidikan penulis adalah sebagai berikut:

- Tahun 1984 : Lulus Madrasah Ibtidaiyah Poemusgri, Gresik
- Tahun 1987 : Lulus SMP Negeri II Gresik
- Tahun 1990 : Lulus SMA Negeri I Gresik
- Tahun 1990 : Diterima di Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS dengan NRP.2290.100.035 melalui program UMPTN

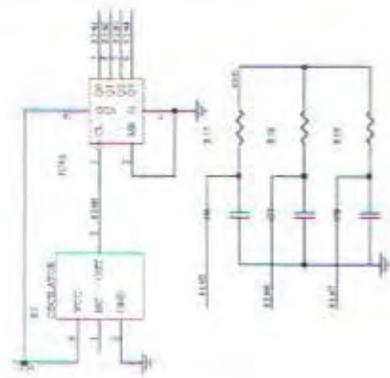
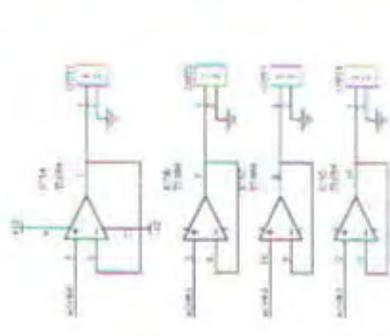
Pada akhir bulan September 1997 mengikuti seminar dan ujian Tugas Akhir pada Bidang Studi Elektronika dan diharapkan dapat mengikuti wisuda pada bulan November 1997.

Selama berkuliah di Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan antara lain:

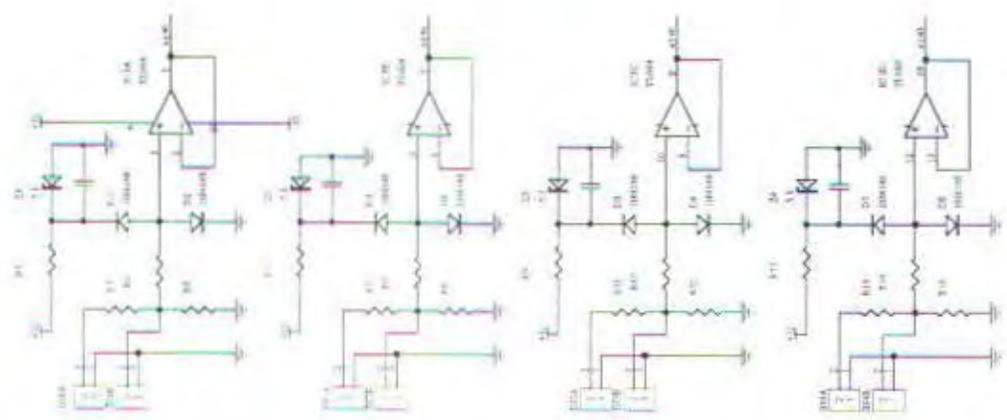
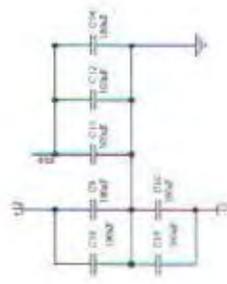
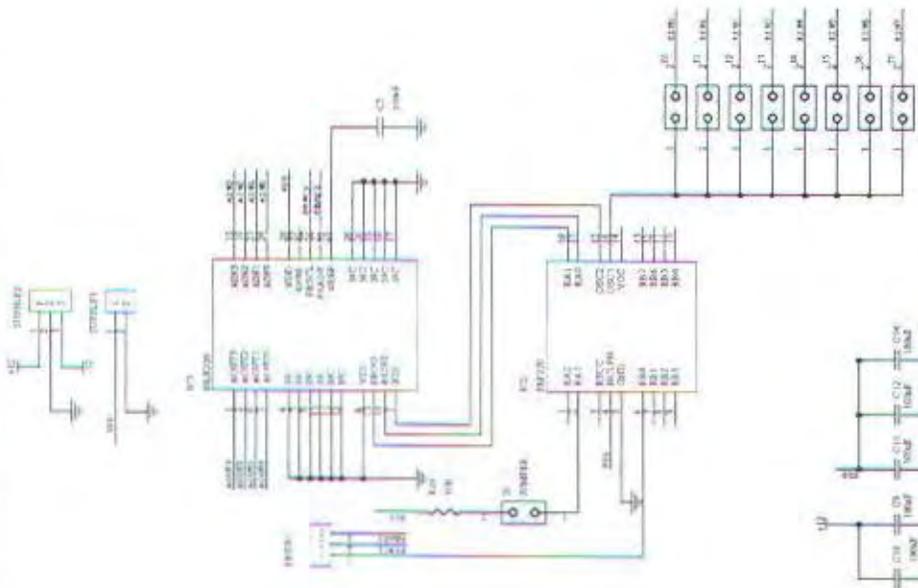
- Anggota divisi workshop pada Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro tahun 1993-1994
- Koordinator Lab Medika Bidang Studi Elektronika tahun 1994-1995
- Asisten paraktikum Rangkaian Listrik, Elektronika dan STTAL di Laboratorium Bidang Studi Elektronika



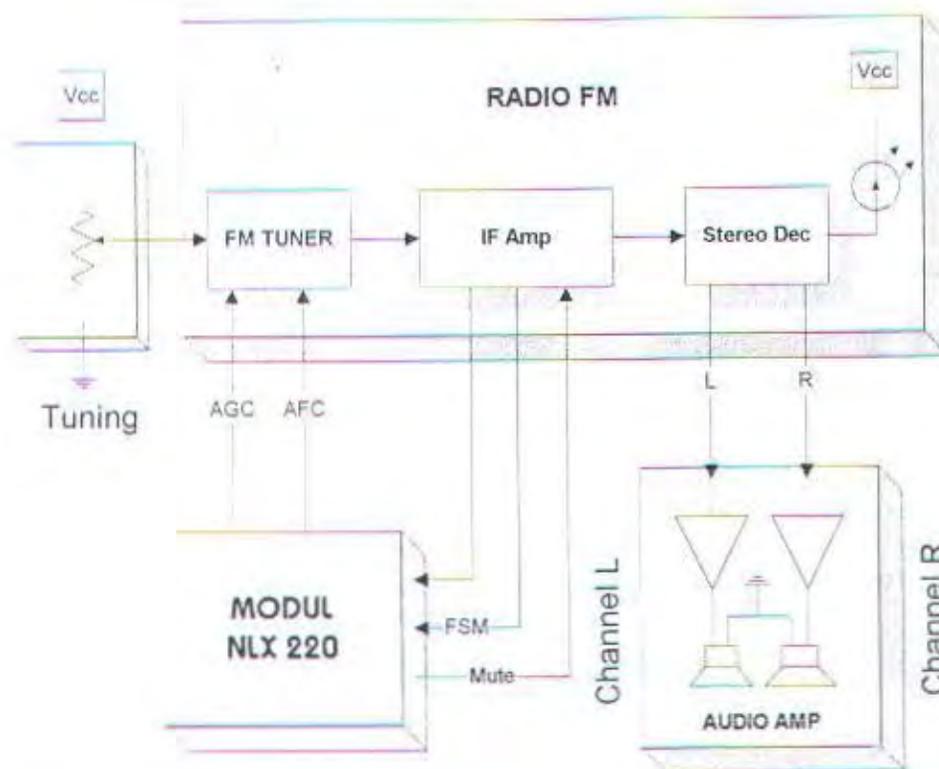
Title	Number	Revision
7-04-1007	A4	
File: E:\DATA\AVR\PRJ\PC\LA061361		Sheet 1 of 1
		Drawn by



Rev	Quantity	Part No.	Quantity
1.0	1	555	1
1.0	1	10k	1
1.0	1	100nF	1
1.0	1	100k	1
1.0	1	10M	1



Blok Fuzzy Logic bertugas mengatur *gain* dari penguat RF (*Radio Frequency*) pada unit Tuner FM dengan parameter kuat sinyal yang diterima oleh tuner dan tegangan AFC. Penguatan ini harus proporsional agar tidak terjadi intermodulasi yang akan berakibat tertutupnya sinyal yang diinginkan. Sebaliknya jika terlalu rendah akan menyebabkan S/N yang rendah pula. Gambar selengkapnya tampak dibawah ini:



Gambar 4.1 Diagram blok Sistem Pengatur AGC dan AFC berbasis NLX220

Setelah mempelajari teori-teori tentang sistem telekomunikasi dan teori logika fuzzy, dalam bab ini akan dibahas tentang perancangan perangkat keras (*hardware*). Fungsi masing-masing blok dari sistem adalah sebagai berikut:

2. Modul FUZZY LOCIG NLX220 berfungsi untuk mengatur AGC dan AFC sesuai dengan kuat sinyal yang diterima tuner FM.
3. Blok IF Amplifier berfungsi untuk menguatkan sinyal frekwensi menengah (*Intermedit Frequency*) yang keluar dari tuner dan memberikan umpan sinyal FSM (*Field Strength Meter*) dan sinyal Automatic Frequency Control (*AFC*) ke Modul FUZZY LOCIG NLX220 untuk diproses.
4. Decoder stereo berfungsi untuk menguraikan balik sinyal komposit yang keluar dari penguat IF .
5. Audio Amplifier berfungsi sebagai penguat sinyal stereo yang berasal dari stereo dekoder untuk diumpankan ke speaker.

4.2 Perancangan Hardware

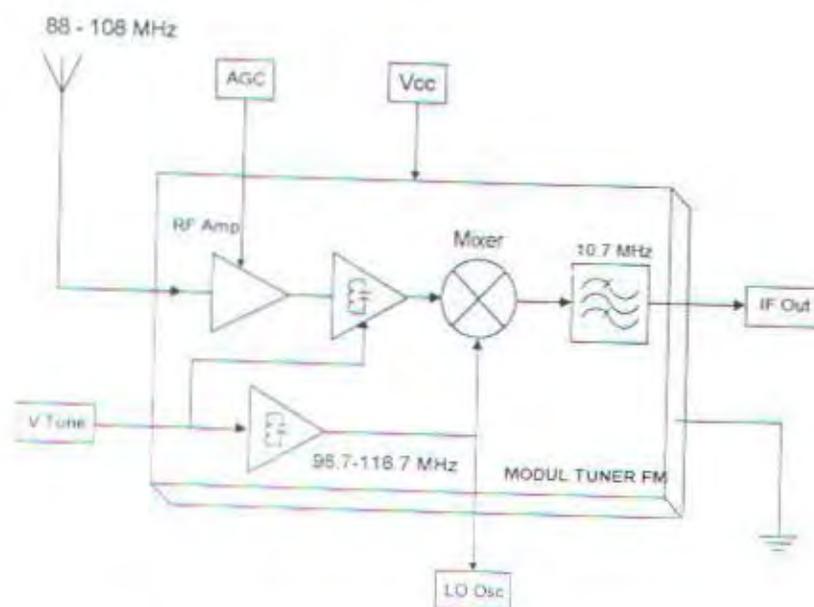
Sebagai langkah awal dilakukan pemilihan rangkaian dan komponen yang mudah dalam perencanaan maupun pencarian komponen di pasaran. Sesuai dengan fungsinya, hardware yang direncanakan dikelompokkan kedalam tiga bagian yaitu:

- Tuner FM
- Penguat IF FM
- Pengkondisi sinyal AFC
- Decoder stereo
- Penguat Audio
- Modul NLX220

4.2.1 Tuner FM

Tuner FM yang dipakai adalah modul tuner FM yang mudah didapat dipasaran dan mudah penggunaannya. Kontrol yang dapat dilakukan yaitu dengan jalan mengatur besarnya tegangan pada pin *Vtune*, sehingga didapatkan sinyal stasiun radio mulai frekwensi 88.00 Mhz - 108.00 Mhz. Jika diinginkan sensitifitas yang bervariasi cukup dengan mengatur tegangan pada pin *AGC*. Karena proses penalaan dalam sistem ini tidak menggunakan sistem PLL maka keluaran pada pin *LO* (*Local Oscillator*) dibiarkan/tidak diperlukan. Jika memakai sistem PLL maka pin ini dimasukkan pada unit PLL sebagai masukan untuk mengetahui pada frekwensi berapa tuner sedang bekerja.

Keluaran Tuner FM ini berupa sinyal IF dengan frekwensi 10.7 Mhz yang masih lemah, sehingga diperlukan amplifier sebelum diproses. Block diagramnya adalah :



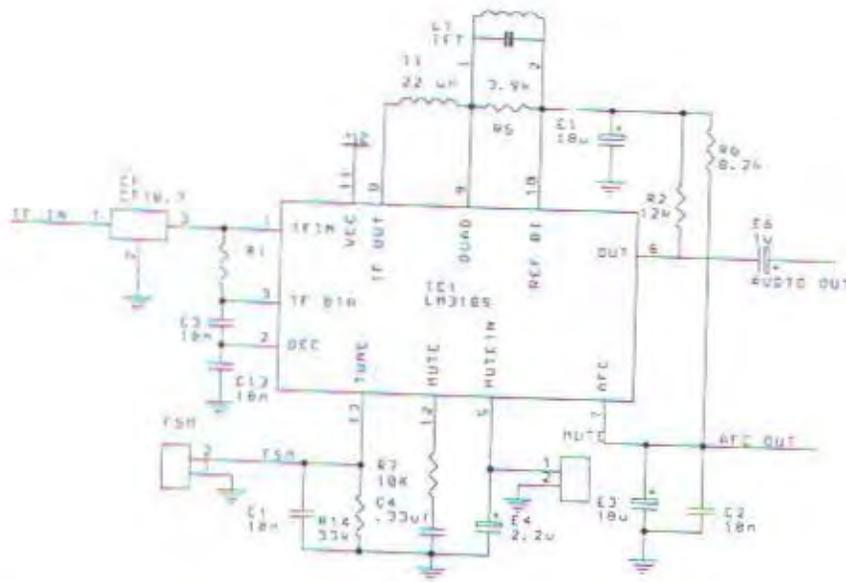
Gambar 4.2 Block diagram modul Tuner FM

4.2.2 Penguat IF FM

Pada penguat IF FM ini digunakan IC type LM3189 yang relatif mudah diperoleh dipasaran. LM3189 ini sudah menyediakan semua fungsi dalam sistem IF penerima FM yang lengkap dimana fungsi pin-pinnya sudah mencukupi untuk menguatkan sinyal IF yang keluar dari Tuner FM dan memberikan sinyal umpan balik berupa sinyal FSM dan sinyal AFT bagi modul NLX220 untuk diproses sehingga didapatkan sinyal AGC yang memadai. Sinyal FSM ini keluar dari pin 13 dan untuk mendapatkan tegangan yang sesuai dengan kuat sinyal rf yang diterima cukup dengan menghubungkan pin 13 (*Tuning Meter*) dengan resistor 33k ke ground.

Pada saat tidak ada stasiun yang diterima, akan muncul noise pada penerima sehingga mengganggu penerimaan, untuk itu diperlukan peredaman dengan jalan memberikan suatu besaran tegangan pada pin 5 (*Mute In*). Semakin besar tegangan yang dikenakan semakin besar pula peredaman nosienya. Tegangan kontrol ini berasal dari salah satu keluaran analog dari modul NLX220.

Pada mode scanning diperlukan suatu parameter yang memberikan tanda bahwa stasiun yang diterima tuner sudah memenuhi syarat, baik kuat sinyalnya maupun frekwensi centernya. Untuk itu sinyal yang digunakan sebagai umpan balik pada unit PLL. Rangkaian lengkap dari penguat IF FM dengan IC LM3189 seperti dibawah ini:

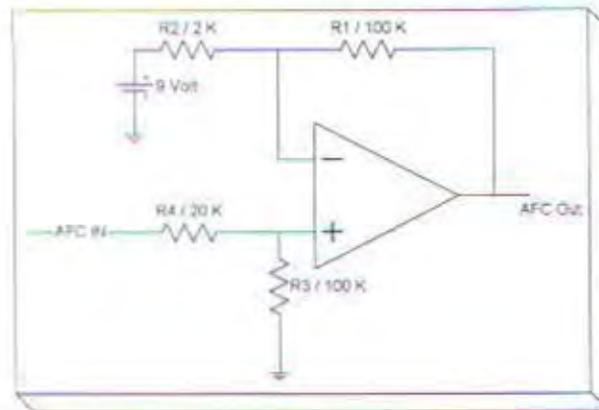


Gambar 4.3 Rangkaian lengkap penguat IF FM LM3189

4.2.2 Pengkondisi sinyal AFC

Karena perubahan sinyal AFC sangat kecil yaitu berkisar antara 9.11 - 9.15 volt maka sinyal ini harus diproses dulu agar dapat berubah pada tegangan 0 - 5 volt sehingga cocok sebagai input modul NLX220. Rangkaian ini berupa rangkaian penguat diferensial yang dapat memperkuat sinyal-sinyal kecil yang terbenam dalam sinyal-sinyal yang jauh lebih besar. Dengan memberikan tegangan referensi sebesar 9 volt maka akan didapatkan tegangan dengan persamaan sebagai berikut:

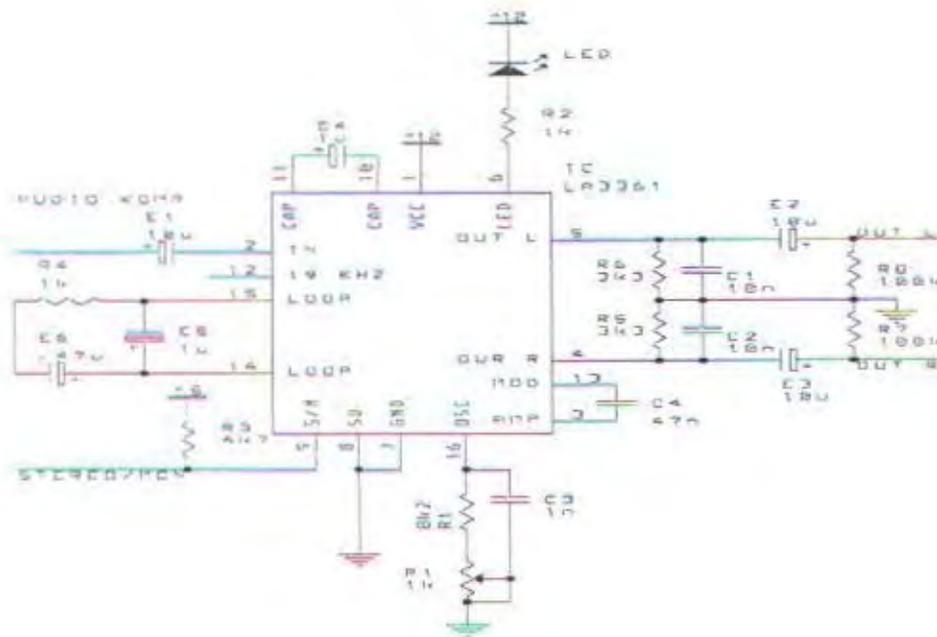
$$V_o = 100 (V_{afc} - 9) \text{ Volt.}$$



Gambar 4.4 Rangkaian Pengkondisi Sinyal AFC

4.3 Rangkaian Dekoder Stereo

Rangkaian ini berisikan sebuah IC decoder stereo yang mudah diperoleh dipasaran yakni IC LA3361. IC ini dapat diset ke mode mono apabila sinyal dari suatu pemancar terlalu lemah sehingga mengganggu penerimaan, yakni dengan jalan menghubungkan pin 9 ke VCC. Langkah awal yang harus dilakukan adalah alignment led petunjuk sinyal stereo yakni dengan mengatur posisi P1 sampai didapatkan frekwensi oscillator VCO sebesar 19 Khz pada pin 12 atau dengan menala suatu stasiun pemancar FM stereo dan mengatur posisi potensiometer P1 sampai led tersebut menyala sebagai tanda bahwa dekoder stereo telah bekerja dengan baik. Gambar rangkaian dekoder stereo yang lengkap adalah:

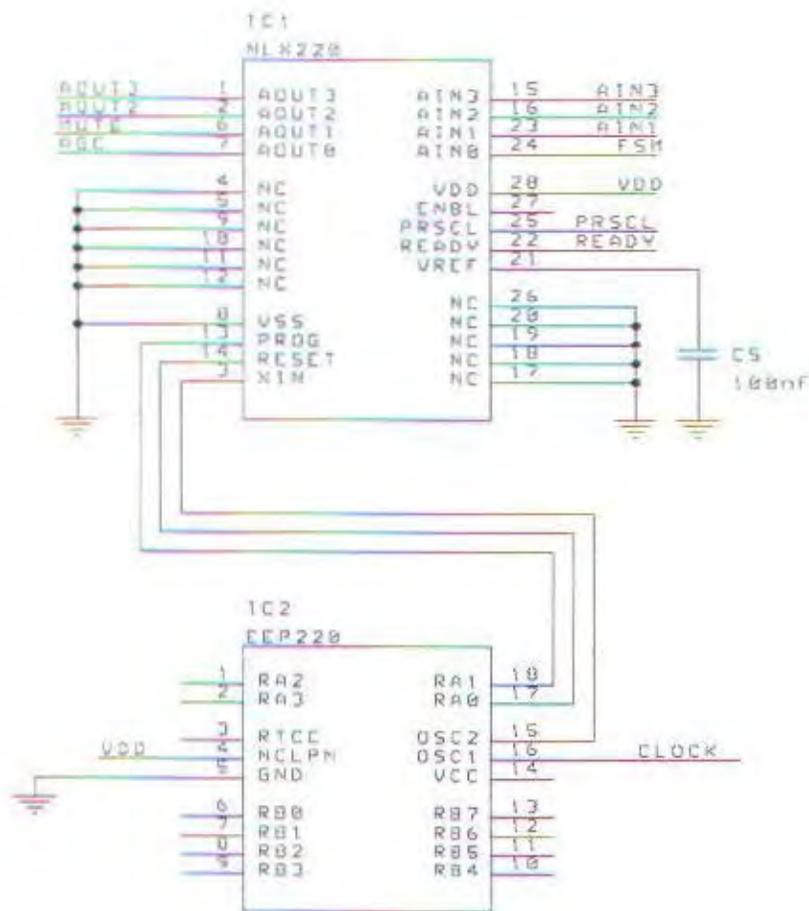


Gambar 4.5 Rangkaian Dekoder Stereo

4.4 Modul NLX220

Modul ini berfungsi sebagai pengontrol AGC pada tuner dengan masukan dari sinyal meter output. Besarnya tegangan yang diberikan pada pin AGC pada tuner tergantung pada besarnya sinyal yang diterima tuner sedemikian rupa sehingga tuner tidak kelebihan beban pada saat sinyal radio yang diterima sangat kuat, atau sebaliknya untuk sinyal radio yang lemah gain ditingkatkan sampai maksimal dengan syarat jangan sampai terjadi intermodulasi orde ketiga yang terjadi akibat tuner kelebihan beban.

Karena NLX220 dirancang sebagai mikrokontroller yang mandiri dan input maupun output berupa analog sehingga tidak memerlukan ADC maupun DAC. Sinyal dari sinyal meter dimasukkan ke AIN0



Gambar 4.6 Modul NLX220

4.3 PERENCANAAN SOFTWARE

Perangkat penunjang aplikasi ini adalah Insight. Software ini dipakai untuk mendefinisikan :

1. Input
2. Output
3. Varibel Fuzzy
4. Rules
5. Simulasi dan Down load rule ke IC

4.3.1 Input

Penentuan definisi input ditentukan berdasarkan kebutuhan. Dalam hal ini terdapat input internal dan external. Input internal merupakan feedback internal yang secara fisik tidak dibutuhkan hubungan ke komponen luar, namun secara internal dihubungkan secara software (loopback). Sedangkan input external harus dihubungkan secara fisik.

Untuk jenis input yang berhubungan langsung dengan channel output sebagai feedback internal adalah :

1. (*AGCfb*), berfungsi untuk membatasi gain dari RF agar tidak merusak unit tuner.
2. (*AFCfb*), berfungsi untuk membatasi agar tidak terlalu jauh AFC bergeser

Sedangkan yang dihubungkan secara hardware dengan input adalah :

1. *FSM*, adalah tegangan yang sebanding dengan kuat sinyal yang diterima
2. *Set*, Setting kuat sinyal yang diinginkan.
3. *AFC*, besarnya tegangan yang sebanding dengan pergeseran frekwensi yang ditala.
4. *Stereo*, dari indikator stereo untuk mengecek keberadaan suatu stasiun radio

4.3.2 Output

Output yang langsung dihubungkan dengan komponen diluar adalah :

1. *AGC*, besarnya tegangan yang dihubungkan dengan tuner untuk mengatur gain penguat RF pada unit tuner fm.
2. *AFC*, besarnya tegangan yang dihubungkan dengan unit pengatur AFC.

3. *Mute*, berfungsi untuk membungkam amplifier audio pada saat tidak ada sinyal dari stasiun radio.

4.3.3 Variabel Fuzzy

Pembagian variabel fuzzy dibagi menjadi :

1. Deteksi sinyal Stereo

- Stereo is On (100, 0 , Left Inclusive)
- Stereo is Off (100, 0 , Right Inclusive)

2. Deteksi kuat sinyal (FSM)

- FSM is Low (Set, 2 , Righth Exclusive)
- FSM is Medium (Set, 2 , Symmetric Inclusive)
- FSM is High (Set, 2 , Left Exclusive)

3. Deteksi pergeseran frekwensi (AFC)

- AFCin is Left (120, 20 , Righth exclusive)
- AFCin is Center (120, 20 , Symmetric Inclusive)
- AFCin is Right (120, 20 , Left Exclusive)

4.3.4 Rules

Rule yang disusun dikelompokkan dedalam 3 bagian ,

1. Deteksi Stereo untuk menghidupkan atau mematikan Mute.
2. Deteksi tegangan FSM, sebagai parameter yang menunjukkan kuat lemahnya sinyal RF yang diterima sekaligus juga sebagai umpan balik

3. atas pengaturan gain penguat RF apakah telah sesuai dengan setting yang ditentukan.
4. Deteksi besarnya pergeseran frekwensi yang ditunjukkan oleh besar kecinya tegangan AFC.

Detail rulanya adalah sebagai berikut:

1. On/Off Mute

If Stereo is Off and FSM is Low then Mute = 200

If Stereo is On and FSM is High then Mute = 0

2. Pengaturan gain penguat RF

If AGC is High then Gain = -1

If AGC is Medium then Gain = +0

If AGC is Low then Gain = -1

If AGCfb is High then Gain = -1

3. Penggeseran frekwensi tuning

If AFCin is Left then AFCout = +1

If AFCin is Center then AFCout = 0

If AFCin is Right then AFCout = -1

If AFCfb is High then AFCout = -1