

LAPORAN PENELITIAN

**PENGARUH KAPASITOR *PADDER* DAN *TRIMMER*
OSILATOR LOKAL PESAWAT PENERIMA RADIO
TERHADAP KESALAHAN PENJEJAKAN**



Oleh:
Herman Dwi Surjono

Pembimbing:
Suparman

**FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
INSTITUT KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN YOGYAKARTA
1998**

Penelitian ini dibiayai dengan Anggaran Rutin (DIK) IKIP Yogyakarta
Nomor kontrak: 76/PT27.H9/N.03.DIK/97

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena penelitian yang berjudul "Pengaruh Kapasitor *Padder* dan *Trimmer* Osilator Lokal Pesawat Penerima Radio Terhadap Kesalahan Penjejukan" ini telah selesai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kapasitor *padder* (C_p) dan *trimmer* (C_t) yang tepat agar diperoleh kesalahan penjejukan minimal, mendapatkan kurva kesalahan penjejukan, dan membuktikan bahwa kesalahan penjejukan pada pesawat penerima akan minimal bila digunakan C_p dan C_t sekaligus.

Bersama ini disampaikan ucapan terima kasih atas berbagai bantuan kepada:

1. Rektor IKIP Yogyakarta
2. Ketua Lembaga Penelitian IKIP Yogyakarta
3. Dekan FPTK IKIP Yogyakarta
4. Drs. Badrun Kartowagiran, M.Pd., selaku anggota BPP
5. Drs. Suparman, M.Pd., selaku pembimbing penelitian
6. Rekan dosen dan teknisi jurusan PT. Elektronika

Akhirnya semoga hasil penelitian ini bermanfaat.

Yogyakarta, Februari 1998
Peneliti,

Drs. Herman Dwi Surjono, M.Sc. (NIP. 131666733)

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Abstrak	v
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	4
E. Definisi Operasional Variabel	5
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
A. Kajian Teoritik	6
1. Pesawat Penerima Radio	6
2. Kesalahan Penjejukan Penerima.....	8
3. Kapasitor <i>Padder</i> dan <i>Trimmer</i>	9
B. Pertanyaan Penelitian Dan Hipotesis.....	11
BAB III. CARA PENELITIAN	
A. Desain Penelitian	12
B. Subyek dan Tempat Penelitian	13
C. Prosedur Penelitian.....	13
D. Metode Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian	14
E. Teknik Analisis Data	15
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian.....	17
1. Perhitungan Kapasitor <i>Padder</i> dan <i>Trimmer</i>	17
2. Data Eksperimen Dan Kurva Kesalahan Penjejukan	22
3. Pengujian Hipotesis.....	23

B. Pembahasan	25
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	27
B. Implikasi	27
C. Saran-saran	28
Daftar Pustaka	28
LAMPIRAN	

Pengaruh Kapasitor *Padder* dan *Trimmer* Osilator Lokal Pesawat Penerima Radio Terhadap Kesalahan Penjejukan

Herman Dwi Surjono
<http://blog.uny.ac.id/hermansurjono>

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kapasitor *padder* (C_p) dan *trimmer* (C_t) yang tepat agar diperoleh kesalahan penjejukan minimal, mendapatkan kurva kesalahan penjejukan, dan membuktikan bahwa kesalahan penjejukan pada pesawat penerima akan minimal bila digunakan C_p dan C_t sekaligus.

Analisis matematis digunakan untuk menghitung nilai C_p dan C_t yang tepat. Selanjutnya penelitian dilakukan secara eksperimen dengan memasang berturut-turut: C_p , C_t , dan C_p & C_t pada rangkaian osilator lokal pesawat penerima AM. Kesalahan penjejukan yang merupakan penyimpangan frekuensi osilator diukur dengan *frequency meter*. Analisis ANAVA dan uji lanjut *Scheffe test* digunakan untuk menguji hipotesis.

Hasil penelitian adalah sebagai berikut: (a) rangkaian osilator dengan tambahan C_p membutuhkan $C_p = 211,78$ pF, bila yang ditambahkan C_t membutuhkan $C_t = 46,28$ pF, sedangkan bila kedua kapasitor ditambahkan, maka $C_p = 311,38$ pF dan $C_t = 6,88$ pF, (b) kurva kesalahan penjejukan pesawat penerima radio dengan rangkaian osilator diberi C_p dan C_t yang digambarkan sepanjang daerah penalaan menunjukkan variasi terkecil, (c) terdapat bukti bahwa kesalahan penjejukan pesawat penerima radio dengan rangkaian osilator ditambah C_p dan C_t secara bersama lebih kecil dari pada penambahan C_p atau C_t secara sendiri-sendiri. Implikasi dalam praktek adalah bahwa pemasangan C_p dan C_t perlu diisolasi agar diperoleh kesalahan penjejukan minimal dan disarankan agar dicari metode lain untuk mengatasi kesalahan penjejukan tersebut. (Kata kunci: penerima radio, kapasitor *padder*, kapasitor *trimmer*, kesalahan penjejukan).

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Fungsi pesawat penerima radio adalah untuk mendapatkan kembali sinyal informasi dari gelombang termodulasi yang dipancarkan oleh stasiun pemancar. Pesawat harus dapat memilih salah satu sinyal dari pemancar yang dikehendaki diantara sekian banyak stasiun pemancar yang ada. Pemilihan stasiun pemancar ini dilakukan dengan cara mengatur tombol tuning yang tersedia pada pesawat. Tombol tuning ini tidak lain adalah berupa komponen varco atau kapasitor variabel.

Varco yang digunakan pada pesawat penerima radio terdiri atas dua buah kapasitor variabel dalam satu poros, sehingga apabila tombol tuning diatur maka kedua kapasitor variabel tersebut berubah nilainya secara serentak. Kedua varco tersebut masing-masing digunakan untuk rangkaian penala pada bagian RF (*radio frequency*) dan untuk rangkaian osilator lokal. Oleh karena itu dengan mengatur tombol tuning diperoleh perubahan frekuensi resonansi secara bersama baik pada rangkaian penala maupun pada osilator lokal.

Dalam sistem pesawat penerima radio superheterodin, sinyal dari pemancar yang ditangkap oleh rangkaian penala

dicampur dengan sinyal osilator untuk menghasilkan frekuensi menengah (IF=*intermediate frequency*). Besarnya frekuensi IF ini untuk sistem AM pada umumnya adalah 455 KHz, yakni selisih antara frekuensi osilator dan frekuensi pemancar. Sepanjang jangkauan penalaan misalnya dari 540 KHz sampai dengan 1600 KHz, besarnya frekuensi IF yang dihasilkan harus tetap. Hal ini karena penguat IF sudah ditala pada frekuensi tertentu yaitu sebesar frekuensi IF.

Agar frekuensi IF besarnya tetap, maka frekuensi osilator lokal harus selalu lebih tinggi 455 KHz dibanding sinyal pemancar yang ditala sepanjang jangkauan penalaan. Oleh karena perbandingan frekuensi maksimum dan minimum dari osilator lokal tidak sama dengan frekuensi penalaan, maka kebutuhan varco untuk osilator dan penala juga tidak sama. Akan tetapi pada kenyataannya komponen varco yang diproduksi selalu sama nilainya untuk kedua sisi dalam satu poros, sehingga menimbulkan kesalahan penjejakan (*tracking error*).

Kesalahan penjejakan yang terjadi pada sistem penerima superheterodin disebabkan karena kebutuhan varco untuk osilator dan penala dalam satu poros yang seharusnya nilainya tidak sama tersebut tidak terpenuhi. Hal ini berakibat tidak stabilnya sensitivitas dan selektivitas pesawat sepanjang jangkauan penalaan. Di samping itu

juga terjadi pergeseran penunjukan gelombang pada papan gelombang dengan frekuensi pemancar yang sebenarnya.

Dalam penelitian ini akan dilakukan usaha untuk mengurangi kesalahan penjejukan tersebut dengan menambahkan kapasitor lain yang dihubungkan baik seri maupun paralel dengan varco osilator. Kapasitor yang dihubungkan seri disebut kapasitor *padder* dan yang paralel disebut kapasitor *trimmer*. Penelitian ini penting untuk dilakukan karena akan dapat meningkatkan kualitas penerimaan secara keseluruhan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah tersebut dapat diturunkan beberapa rumusan permasalahan yang akan dicari jawabannya melalui penelitian ini, yaitu:

1. Berapakah nilai kapasitor *padder* dan *trimmer* yang tepat agar diperoleh kesalahan penjejukan minimal?
2. Bagaimana kurva kesalahan penjejukan dari osilator lokal pesawat penerima radio yang diberi kapasitor *padder* dan *trimmer*?
3. Apakah kesalahan penjejukan yang diperoleh dari gabungan antara kapasitor *padder* dan *trimmer* adalah lebih kecil dari pada pemasangan kapasitor tersebut sendiri-sendiri?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berikut merupakan uraian hasil yang dicapai melalui penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui berapakah nilai kapasitor *padder* dan *trimmer* yang tepat agar diperoleh kesalahan penjejukan minimal.
2. Untuk mengetahui bagaimana kurva kesalahan penjejukan dari osilator lokal pesawat penerima radio yang diberi kapasitor *padder* dan *trimmer*.
3. Untuk membuktikan apakah kesalahan penjejukan yang diperoleh dari gabungan antara kapasitor *padder* dan *trimmer* adalah lebih kecil dari pada pemasangan kapasitor tersebut sendiri-sendiri.

D. Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan dapat ditentukan nilai kapasitor *padder* dan *trimmer* yang tepat, sehingga diperoleh kesalahan penjejukan minimal. Kesalahan penjejukan yang kecil akan dapat meningkatkan sensitivitas dan selektivitas pesawat penerima radio sepanjang jangkauan penalaan. Mutu suatu pesawat penerima radio ditentukan dari seberapa baik tingkat sensitivitas dan selektivitasnya. Oleh karena itu penelitian ini penting untuk dilakukan karena hasilnya akan dapat memperbaiki kualitas penerimaan secara keseluruhan.

E. Definisi Operasional Variabel

1. Variabel bebas:

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kapasitor *padder* dan kapasitor *trimmer*. Kapasitor *padder* (C_p) adalah kapasitor yang dipasang seri antara kumparan dan varco osilator. Kapasitor *trimmer* (C_t) adalah kapasitor yang dipasang paralel pada kumparan dan varco osilator.

2. Variabel tergantung:

Variabel tergantung dalam penelitian ini adalah kesalahan penjejakan (*tracking error*). Kesalahan penjejakan adalah penyimpangan frekuensi osilator lokal dari yang seharusnya dan diukur dengan *frequency meter*.

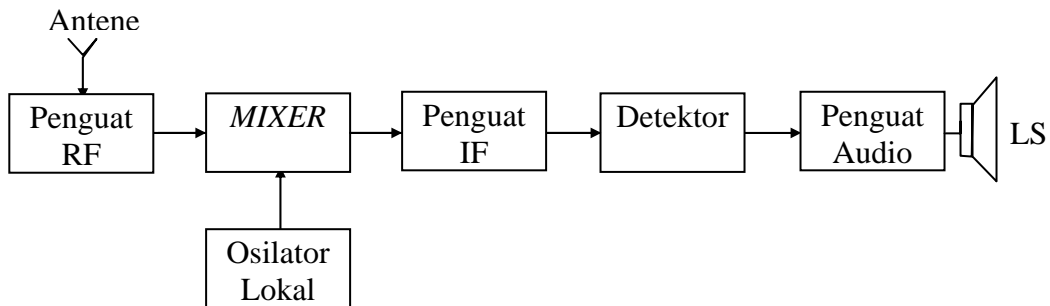
BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teoritik

1. Pesawat Penerima Radio

Secara umum pesawat penerima radio superheterodin dapat digambarkan melalui blok diagram berikut (Kennedy, 1985:108) :



Gambar 1. Blok diagram pesawat penerima radio

Pesawat penerima radio superheterodin ini merupakan jenis yang populer diantara bermacam-macam pesawat jenis lainnya. Standar jangkauan frekuensi untuk penerima AM gelombang menengah (MW = *Medium Wave*) adalah 540 KHz sampai 1600 KHz. Di atas frekuensi tersebut hingga 30 MHz adalah jangkauan frekuensi untuk AM gelombang pendek (SW = *Short Wave*). Sedangkan untuk penerima FM adalah 88 MHz sampai 108 MHz.

Antene digunakan untuk menangkap semua gelombang elektromagnetik yang ada di udara dan mengubahnya menjadi

sinyal listrik. Rangkaian penala dari bagian penguat RF berfungsi untuk memilih sinyal pemancar yang diinginkan dengan cara mengatur tombol tuning. Tombol tuning ini diwujudkan oleh komponen varco atau kapasitor variabel. Pada saat yang sama bagian osilator lokal menghasilkan frekuensi sebesar 455 KHz lebih besar dari frekuensi pemancar yang diterima.

Sinyal dari pemancar dan osilator dicampur pada bagian *mixer*, sehingga menghasilkan sinyal frekuensi menengah IF (*intermediate frequency*) sebesar 455 KHz. Sinyal IF yang merupakan selisih antara frekuensi osilator dengan frekuensi penerimaan selanjutnya dikuatkan pada bagian penguat IF. Bagian detektor berfungsi memisahkan kembali sinyal informasi dari sinyal termodulasi. Selanjutnya sinyal audio diproses pada bagian penguat audio (Hardy, 1986: 263-273).

Dua parameter penting yang menyatakan baik tidaknya kualitas penerimaan suatu pesawat adalah sensitivitas dan selektivitas. Menurut Woodward sensitivitas menunjukkan kemampuan pesawat penerima dalam menanggapi sinyal-sinyal yang datang. Oleh karena itu, semakin baik sensitivitasnya, semakin tanggap suatu pesawat dalam menerima sinyal yang lemah. Sedangkan selektivitas adalah kemampuan pesawat dalam memilih sinyal yang dikehendaki diantara banyak sinyal dari pemancar (Woodward, 1983:8).

2. Kesalahan Penjejukan Penerima

Perbedaan pesawat penerima jenis superheterodin yang kini banyak dikembangkan untuk menerima siaran dibanding dengan penerima jenis langsung adalah keberadaan osilator lokal. Osilator lokal harus mengeluarkan frekuensi yang lebih tinggi 455 KHz dibanding frekuensi pemancar yang diterima. Dengan demikian apabila kedua frekuensi ini dicampur akan menghasilkan frekuensi 455 KHz yang disebut dengan frekuensi menengah IF.

Frekuensi IF harus tetap dijaga sebesar 455 KHz sepanjang jangkauan penalaan, karena penguat IF yang menguatkannya sudah diberi beberapa rangkaian penala yang ditala pada frekuensi tersebut. Pada saat pesawat menerima frekuensi terendah 540 KHz, osilator lokal harus menghasilkan frekuensi $540 + 455 = 995$ KHz. Demikian juga pada saat pesawat menerima frekuensi tertinggi 1600 KHz, osilator lokal harus menghasilkan frekuensi $1600 + 455 = 2055$ KHz.

Perbandingan frekuensi penerimaan maksimum dengan frekuensi penerimaan minimum adalah $1600 : 540 = 2,96$. Oleh karena nilai kapasitansi suatu rangkaian resonansi adalah berbanding terbalik secara kuadratis dengan frekuensinya, maka perbandingan kapasitansi maksimum dengan kapasitansi minimum dari varco yang diperlukan adalah $2,96^2 = 8,76$. Dengan cara yang sama perbandingan

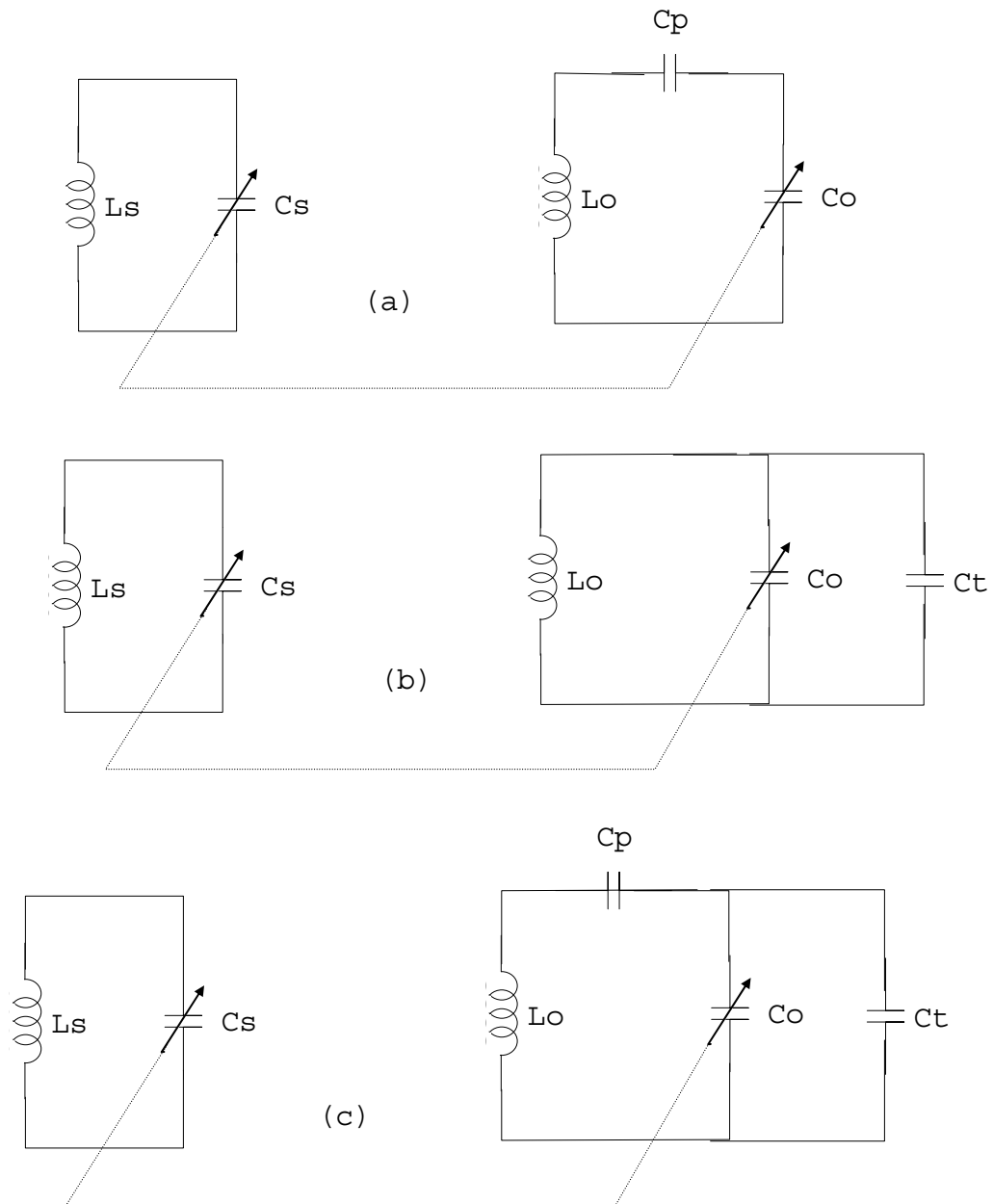
tersebut untuk frekuensi osilator adalah $2055 : 995 = 2.06$ dan untuk varco osilator yang dibutuhkan adalah $2.06^2 = 4,24$. Oleh karena itu kebutuhan varco untuk rangkaian penala dan rangkaian osilator lokal tidaklah sama.

Pada kenyataannya semua pesawat penerima siaran menggunakan varco yang sama baik untuk rangkaian penala maupun rangkaian osilator lokal. Oleh karena itu osilator lokal tidak bisa menghasilkan frekuensi osilator yang selalu tepat 455 KHz lebih tinggi dari frekuensi yang diterima untuk semua daerah penerimaan. Dengan kata lain untuk semua frekuensi penerimaan selalu terdapat kesalahan frekuensi IF yang dihasilkan. Kesalahan ini disebut dengan kesalahan penjejakan (Kennedy, 1985: 118; Roddy, 1984: 239; Yamada, 1974: 53).

3. Kapasitor *Padder* dan *Trimmer*

Menurut Roddy (1984: 240) kesalahan penjejakan selalu terjadi pada pesawat penerima radio super-heterodin. Untuk memperkecil kesalahan penjejakan tersebut di samping nilai induktor rangkaian penala dan osilator dibuat berbeda, maka rangkaian osilator perlu diberi kapasitor *padder* (C_p) dan *trimmer* (C_t). Kapasitor *padder* dihubungkan seri dengan varco osilator dan kapasitor *trimmer* dihubungkan parallel dengan varco osilator.

Gambar di bawah menunjukkan beberapa kemungkinan penerapan kapasitor *padder* dan *trimmer* (Roddy, 1984:240).



Gambar 2. Pemberian kapasitor *padder* dan *trimmer*
 (a) pemasangan kapasitor *padder* (C_p)
 (b) pemasangan kapasitor *trimmer* (C_t)
 (c) pemasangan gabungan kapasitor *padder* dan *trimmer*

Penentuan nilai kapasitor *padder* (C_p) berdasarkan gambar 2a adalah sebagai berikut:

$$\frac{C_{\max}}{C_{\min}} = \frac{C_{\max} \text{ Seri } C_p}{C_{\min} \text{ Seri } C_p}$$

Penentuan nilai kapasitor *trimmer* (C_t) berdasarkan gambar 2b adalah sebagai berikut:

$$\frac{C_{\max}}{C_{\min}} = \frac{C_{\max} \text{ Par. } C_p}{C_{\min} \text{ Par. } C_p}$$

Penentuan nilai kapasitor *padder* (C_p) dan *trimmer* (C_t) berdasarkan gambar 2c adalah sebagai berikut:

$$\frac{C_{\max}}{C_{\min}} = \frac{C_{\max} \text{ Seri } (C_{\max} \text{ Par. } C_p)}{C_{\min} \text{ Seri } (C_{\max} \text{ Par. } C_p)}$$

B. Pertanyaan Penelitian Dan Hipotesis

Berdasarkan kajian teori di atas dapat diturunkan dua buah pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Berapakah nilai kapasitor *padder* dan *trimmer* yang tepat agar diperoleh kesalahan penjejukan minimal?
2. Bagaimana kurva kesalahan penjejukan dari osilator lokal pesawat penerima radio yang diberi kapasitor *padder* dan *trimmer*?

Sedangkan sebuah hipotesis dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

"Kesalahan penjejukan yang diperoleh dari gabungan antara kapasitor *padder* dan *trimmer* lebih kecil dari pada pemasangan kapasitor tersebut secara sendiri-sendiri".

BAB III

CARA PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan mengikuti desain: *Posttest Only Control Group* (Campbell & Stanley, 1966: 25-27). Dalam eksperimen ini dilibatkan tiga kelompok penelitian masing-masing berupa pesawat penerima radio dengan penambahan kapasitor yang berbeda-beda pada osilatornya.

- Kelompok A: Osilator ditambah kapasitor *padder* (Cp)
- Kelompok B: Osilator ditambah kapasitor *trimmer* (Ct)
- Kelompok A: Osilator ditambah Cp dan Ct

Upaya yang dilakukan untuk mengatasi adanya ancaman terhadap validitas internal dan eksternal antara lain:

- Pesawat radio yang digunakan untuk ketiga kelompok penelitian dirakit dan diuji dengan baik, sehingga diperoleh unjuk kerja sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan, yaitu $f_s = 540 - 1600$ KHz dan $IF = 455$ KHz.
- Peralatan yang digunakan telah sesuai dengan standar laboratorium Radio/TV dan telah dikalibrasi sesuai dengan prosedur yang dikeluarkan oleh pabrik.

B. Subyek dan Tempat Penelitian

Subyek dari penelitian ini adalah sebuah pesawat penerima radio AM yang mempunyai band gelombang MW dengan jangkauan penalaan antara 540 KHz sampai 1600 KHz dan frekuensi menengah (IF) sebesar 455 KHz. Pesawat tersebut merupakan hasil rakitan dari PCB seri TR 708 yang banyak tersedia di pasaran. Sebelum dilakukan penelitian, pesawat telah diuji coba dan dilakukan pengetriman, sehingga mempunyai unjuk kerja frekuensi penerimaan seperti dalam spesifikasi tersebut di atas.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Radio dan TV Jurusan PT. Elektronika FPTK IKIP Yogyakarta, karena di laboratorium ini tersedia peralatan yang diperlukan.

C. Prosedur Penelitian

Sebelum dilakukan eksperimen, nilai kapasitor *padder* (C_p) dan *trimmer* (C_t) pada osilator lokal ditentukan terlebih dahulu dengan perhitungan matematis. Kemudian hasil perhitungan tersebut digunakan sebagai dasar untuk membuat rangkaian percobaan. Selengkapnya prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan pesawat penerima radio AM yang mempunyai band gelombang MW dan mencobanya sehingga peneliti yakin bahwa pesawat dapat bekerja dengan baik.

2. Menyiapkan peralatan yang digunakan dan melakukan prosedur kalibrasi sesuai dengan jenis masing-masing peralatan.
3. Mengidentifikasi bagian osilator lokal dan rangkaian penala dari pesawat penerima radio.
4. Memasang kapasitor *padder* (C_p) secara seri antara kumparan osilator dan varco osilator.
5. Melakukan pengukuran frekuensi osilator mulai dari penerimaan frekuensi 540 KHz sampai 1600 KHz.
6. Memasang kapasitor *trimmer* (C_t) secara paralel pada kumparan osilator dan varco osilator.
7. Melakukan pengukuran frekuensi osilator mulai dari penerimaan frekuensi 540 KHz sampai 1600 KHz.
8. Secara bersama-sama memasang kapasitor *padder* (C_p) seri dengan varco osilator dan kapasitor *trimmer* (C_t) paralel dengan varco osilator, sehingga diperoleh pengaruh gabungan kedua kapasitor tersebut.
9. Melakukan pengukuran frekuensi osilator mulai dari penerimaan frekuensi 540 KHz sampai 1600 KHz.

D. Metode Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah pengukuran secara langsung. Sebagaimana telah dijelaskan bahwa variabel tergantungnya adalah kesalahan penjejakan yang berupa besaran frekuensi, maka untuk mendapatkan data tersebut digunakan alat ukur *frequency counter*.

Jangkauan penalaan pesawat penerima radio AM adalah dari 540 KHz sampai 1600 KHz. Agar diperoleh ketelitian pengukuran yang baik, maka pengukuran dilakukan untuk setiap perubahan frekuensi 40 KHz. Dengan demikian terdapat 28 kali pengukuran untuk setiap percobaan.

Instrumen-instrumen yang digunakan dalam penelitian ini merupakan peralatan laboratorium Radio dan TV Jurusan PT. Elektronika FPTK IKIP Yogyakarta. Peralatan tersebut adalah:

- * Osiloskop merek HEWLETT PACKARD/1740A, frekuensi maksimum 100 MHz.
- * Frekuensi counter merek LEADER/LDC-8223(A), jangkah pengukuran 10 Hz - 80 MHz, impedansi input: 1 M Ω .
- * RF Generator merek PHILIPS/PM5326, jangkah frekuensi: 0,1 - 125 MHz.
- * Multimeter merek SANWA SP10D
- * C-meter merek MASTECH Seri M-6013A

Validitas instrumen diuji dengan cara mengkalibrasi sesuai dengan petunjuk dari pabrik sebelum digunakan pengukuran. Reliabilitas instrumen diusahakan dengan cara menjaga kondisi temperatur ruang laboratorium tempat penelitian relatif konstan.

E. Teknik Analisis Data

Analisis data meliputi perhitungan nilai C_p dan C_t yang dilakukan dengan analisis matematis dan pengujian

hipotesis. Sebelum pengujian hipotesis terlebih dahulu dilakukan pengujian persyaratan analisis. Untuk pengujian hipotesis digunakan analisis varian yang dilanjutkan dengan tes Scheffe dengan taraf signifikansi 0.05.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Perhitungan Kapasitor *Padder* dan *Trimmer*

Hasil pengukuran terhadap varco adalah:

- Nilai kapasitansi maksimum, $C_{s_{max}} = 297 \text{ pF}$
- Nilai kapasitansi minimum, $C_{s_{min}} = 33 \text{ pF}$

Dari nilai-nilai tersebut dapat dihitung perbandingan nilai kapasitansi varco maksimum dan minimum ($C_{s_{max}}/C_{s_{min}}$)
 $= 297 : 33 = 9.$

Hasil pengukuran terhadap frekuensi osilator adalah:

- Frekuensi osilator maksimum, $f_{o_{max}} = 2075 \text{ KHz}$
- Frekuensi osilator minimum, $f_{o_{min}} = 995 \text{ KHz}$

Dari data tersebut dapat dihitung perbandingan frekuensi osilator maksimum dan minimum ($f_{o_{max}}/f_{o_{min}}$) = $2075 : 995 = 2.08$. Dengan demikian perbandingan nilai kapasitansi osilator maksimum dan minimum ($C_{o_{max}}/C_{o_{min}}$) = $(f_{o_{max}}/f_{o_{min}})^2 = 2.08^2 = 4.33$.

Dari dua perhitungan tersebut diperoleh bahwa nilai ($C_{s_{max}}/C_{s_{min}}$) dan nilai ($C_{o_{max}}/C_{o_{min}}$) tidaklah sama, yakni 9 dan 4.33. Oleh karena dalam kenyataannya varco untuk penala dan osilator tersusun dalam satu poros dan bernilai sama, maka timbul suatu kesalahan frekuensi yang dihasilkan osilator sepanjang jangkauan penalaan atau

yang disebut dengan kesalahan penjejukan (*tracking error*).

Untuk mengurangi kesalahan penjejukan tersebut, maka varco yang dipasang pada osilator perlu ditambah kapasitor lain secara seri dan atau paralel, sehingga perbandingan nilai efektifnya ($C_{\text{effmax}}/C_{\text{effmin}}$) menjadi 4.33. Kapasitor yang dipasang seri disebut kapasitor *padder* dan yang dipasang paralel disebut kapasitor *trimmer*.

a. Kapasitor *padder*

Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2a dalam kajian teori tentang cara pemasangan kapasitor *padder*, maka nilai efektif kapasitor osilator tersebut adalah:

$$C_{\text{eff}} = C_s \text{ seri } C_p$$

Perbandingan nilai efektif kapasitor osilator maksimum dan minimum adalah:

$$\begin{aligned} \frac{C_{\text{effmax}}}{C_{\text{effmin}}} &= \frac{C_{s_{\text{max}}} \text{ seri } C_p}{C_{s_{\text{min}}} \text{ seri } C_p} \\ &= \frac{(C_{s_{\text{max}}} \times C_p)}{(C_{s_{\text{max}}} + C_p)} \cdot \frac{(C_{s_{\text{min}}} + C_p)}{(C_{s_{\text{min}}} \times C_p)} \\ &= \frac{(C_{s_{\text{max}}}) (C_{s_{\text{min}}} + C_p)}{(C_{s_{\text{min}}}) (C_{s_{\text{max}}} + C_p)} \end{aligned}$$

Dengan memasukkan nilai ($C_{\text{effmax}}/C_{\text{effmin}}$) = 4.33 dan nilai $C_{s_{\text{max}}} = 297 \text{ pF}$ dan $C_{s_{\text{min}}} = 33 \text{ pF}$, maka dapat diperoleh nilai $C_p = 211,78 \text{ pF}$. Setelah diperoleh nilai C_p ini,

maka dapat dihitung nilai efektif kapasitor osilator, yaitu:

$$C_{\text{effmax}} = \frac{(C_{\text{Smax}} \times C_p)}{(C_{\text{Smax}} + C_p)} = 123.6 \text{ pF}$$

$$C_{\text{effmin}} = \frac{(C_{\text{Smin}} \times C_p)}{(C_{\text{Smin}} + C_p)} = 28.55 \text{ pF}$$

Dengan demikian $(C_{\text{effmax}}/C_{\text{effmin}}) = 123.6 / 28.55 = 4.33$, sehingga sesuai dengan tujuan semula. Di samping itu juga bisa dihitung nilai induktansi trafo osilator (L_o) = 207 μH .

b. Kapasitor trimmer

Seperti ditunjukkan pada gambar 2b dalam kajian teori tentang cara pemasangan kapasitor *trimmer*, maka nilai efektif kapasitor osilator tersebut adalah:

$$C_{\text{eff}} = C_s \text{ paralel } C_t$$

Perbandingan nilai efektif kapasitor osilator maksimum dan minimum adalah:

$$\begin{aligned} \frac{C_{\text{effmax}}}{C_{\text{effmin}}} &= \frac{C_{\text{Smax}} \text{ paralel } C_t}{C_{\text{Smin}} \text{ paralel } C_t} \\ &= \frac{(C_{\text{Smax}} + C_t)}{(C_{\text{Smin}} + C_t)} \end{aligned}$$

Dengan memasukkan nilai $(C_{\text{effmax}}/C_{\text{effmin}}) = 4.33$ dan nilai $C_{\text{Smax}} = 297 \text{ pF}$ dan $C_{\text{Smin}} = 33 \text{ pF}$, maka dapat diperoleh nilai $C_t = 46,28 \text{ pF}$. Setelah diperoleh nilai C_t ini,

maka dapat dihitung nilai efektif kapasitor osilator, yaitu:

$$C_{\text{effmax}} = (C_{\text{Smax}} + C_t) = 343.28 \text{ pF}$$

$$C_{\text{effmin}} = (C_{\text{Smin}} + C_t) = 79.28 \text{ pF}$$

Dengan demikian $(C_{\text{effmax}}/C_{\text{effmin}}) = 343.28 / 79.28 = 4.33$, sehingga sesuai dengan tujuan semula. Di samping itu juga bisa dihitung nilai induktansi trafo osilator (L_o) = 207 μH .

c. Kapasitor *padder* dan *trimmer*

Apabila kapasitor *padder* dan *trimmer* dipasang sekaligus pada rangkaian osilator, maka akan diperoleh rangkaian seperti ditunjukkan pada gambar 2c dalam kajian teori. Dengan demikian nilai efektif kapasitor osilator tersebut adalah:

$$C_{\text{eff}} = C_p \text{ seri } (C_s \text{ paralel } C_t)$$

$$\begin{aligned} C_{\text{eff}} &= \frac{(C_p) \times (C_s + C_t)}{(C_p) + (C_s + C_t)} \\ &= \frac{(C_p \cdot C_s + C_p \cdot C_t)}{(C_p + C_s + C_t)} \end{aligned}$$

Oleh karena frekuensi osilasi, $f_o = 1/2\pi\sqrt{LC}$, maka:

$$f_o^2 = \frac{1}{4 \pi^2 L_o C_{\text{eff}}}$$

$$f_o^2 = \frac{(C_p + C_s + C_t)}{4 \pi^2 L_o (C_p \cdot C_s + C_p \cdot C_t)}$$

Akhirnya diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$f_o^2 = \frac{1}{4 \pi^2 L_s} \frac{L_o}{L_s} \left(\frac{C_p C_t}{C_p + C_t} \right) \times \frac{\frac{1}{4 \pi^2 L_s (C_p + C_t)} + \frac{1}{4 \pi^2 L_s C_s}}{\frac{1}{4 \pi^2 L_s C_t} + \frac{1}{4 \pi^2 L_s C_s}}$$

dan dengan mengandaikan beberapa bagian dari persamaan tersebut dengan m^2 , n^2 , l^2 , dan fs^2 , maka diperoleh persamaan:

$$(fs + fi)^2 = m^2 \frac{n^2 + fs^2}{l^2 + fs^2}$$

selanjutnya menjadi:

$$fs^4 + 2 fi fs^3 + (fi^2 + l^2 - m^2) fs^2 + 2 fi l^2 fs + fi^2 l^2 - m^2 n^2 = 0$$

dimana:

f_o = frekuensi osilator

L_s = Induktansi kumparan penala

L_o = Induktansi kumparan (trafo) osilator

fs = frekuensi penerimaan

fi = frekuensi menengah IF

Dengan menggunakan analisis matematis, maka persamaan pangkat empat tersebut dapat diselesaikan. Setelah dimasukkan harga-harga: $fi = 455$ KHz, $L_s = 292$ μ H (diperoleh dari perhitungan), dan tiga titik penjejakan ($f_1 = 540$ KHz, $f_2 = 1000$ KHz, dan $f_3 = 1600$ KHz), akhirnya diperoleh nilai $C_p = 311,38$ pF dan $C_t = 6,88$ pF.

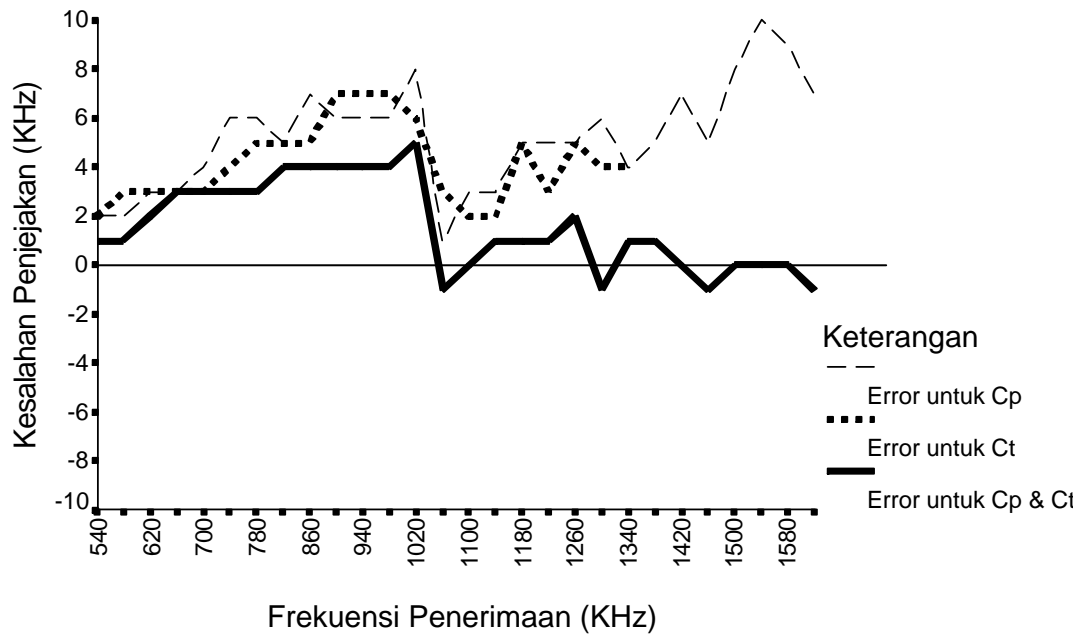
2. Data Eksperimen Dan Kurva Kesalahan Penjejakan

Setelah diperoleh nilai C_p dan C_t masing-masing untuk tiga macam pemasangannya, maka eksperimen berturut-turut dilakukan dimulai dari (A) rangkaian osilator ditambah C_p dilanjutkan dengan (B) rangkaian osilator ditambah C_t , dan terakhir (C) rangkaian osilator ditambah C_p dan C_t . Data eksperimen ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Data eksperimen

Frekuensi Penerimaan (fs) (KHz)	frekuensi Osilator (fo) (KHz)	Kesalahan Penjejakan (KHz)		
		Osilator + C_p (A)	Osilator + C_t (B)	Osilator + C_p & C_t (C)
540	995	2	2	1
580	1035	2	3	1
620	1075	3	3	2
660	1115	3	3	3
700	1155	4	3	3
740	1195	6	4	3
780	1235	6	5	3
820	1275	5	5	4
860	1315	7	5	4
900	1355	6	7	4
940	1395	6	7	4
980	1435	6	7	4
1020	1475	8	6	5
1060	1515	1	3	-1
1100	1555	3	2	0
1140	1595	3	2	1
1180	1635	5	5	1
1220	1675	5	3	1
1260	1715	5	5	2
1300	1755	6	4	-1
1340	1795	4	4	1
1380	1835	5	-	1
1420	1875	7	-	0
1460	1915	5	-	-1
1500	1995	8	-	0
1540	1995	10	-	0
1580	2035	9	-	0
1620	2075	7	-	-1
Rerata		5.25	4.25	1.57

Dari data eksperimen tersebut kemudian dapat dibuat kurva kesalahan penjejukan sepanjang jangkauan penalaan mulai dari frekuensi penerimaan 540 KHz hingga 1600 KHz. Kurva kesalahan penjejukan untuk ketiga model pemasangan kapasitor C_p , C_t , dan C_p & C_t dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Kurva Kesalahan penjejukan

3. Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis dilakukan setelah diperoleh data penelitian dari hasil eksperimen. Sebelum dilakukan analisis dengan ANAVA, perlu dilakukan uji asumsi baik normalitas maupun homogenitas. Semua analisis statistik dilakukan dengan program *SPSS for Windows ver.6* dan hasil *printout* selengkapnya terdapat pada lampiran.

- Hipotesis penelitian berbunyi:
"Kesalahan penjejukan yang diperoleh dari gabungan antara kapasitor *padder* dan *trimmer* adalah lebih kecil dari pada pemasangan kapasitor tersebut sendiri-sendiri".
 $H_a : \mu_C < \mu_A \text{ atau } \mu_B$
- Hipotesis nihilnya adalah:
 $H_o : \mu_C \geq \mu_A \text{ atau } \mu_B$
- Analisis dengan ANAVA:
Diperoleh tabel ANAVA seperti pada lampiran dengan nilai $P = 0.000$, yang berarti H_o ditolak. Kemudian dilanjutkan dengan *Scheffe test* yang menunjukkan bahwa kelompok C berbeda dengan kelompok A dan B dengan $\alpha = 0.05$.
- Interpretasi:
Oleh karena rerata kesalahan penjejukan kelompok C (eksperimen dengan gabungan C_p dan C_t) lebih kecil dari kelompok A (eksperimen dengan C_p) dan B (eksperimen dengan C_t), maka dari data yang terkumpul terdapat bukti yang kuat bahwa kesalahan penjejukan yang diperoleh dari gabungan C_p dan C_t adalah lebih kecil dari pada pemasangan C_p atau C_t sendiri-sendiri dengan taraf signifikansi 0.05.

B. Pembahasan

Terjadinya kesalahan penjejakan (*tracking error*) pada pesawat penerima radio disebabkan karena kebutuhan nilai varco untuk rangkaian penala dan untuk rangkaian osilator adalah berbeda, akan tetapi pada kenyataannya varco yang digunakan untuk kedua rangkaian tersebut adalah sama. Oleh karena itu di sepanjang daerah penalaan, frekuensi yang dihasilkan oleh rangkaian osilator agak bergeser dari yang seharusnya. Seharusnya frekuensi osilator adalah selalu sebesar 455 KHz lebih tinggi dari frekuensi penerimaan.

Mengapa kebutuhan varco kedua rangkaian tersebut berbeda adalah karena perbandingan frekuensi maksimum dan minimum yang dihasilkan kedua rangkaian adalah berbeda, sehingga nilai varco untuk keduanya pun harus berbeda. Pada pesawat penerima radio AM band MW, besarnya frekuensi yang dapat diterima adalah dari 540 KHz hingga 1600 KHz. Oleh karena itu rangkaian osilator harus dapat menghasilkan frekuensi dari 995 KHz hingga 2055 KHz.

Untuk mengatasi adanya kebutuhan nilai varco yang berbeda untuk kedua rangkaian tersebut, maka pada rangkaian osilator perlu dipasang kapasitor tambahan secara seri (C_p) dan atau paralel (C_t), sehingga nilai kapasitansi efektif pada osilator menjadi berbeda meskipun varco yang digunakan tetap sama. Dengan

demikian akan diperoleh perbandingan kapasitansi maksimum dan minimum yang berbeda.

Kesalahan penjejakan pada pesawat penerima radio merupakan besarnya penyimpangan frekuensi osilator sepanjang daerah penalaan, sehingga frekuensi menengah IF yang dihasilkan tidak selalu tetap 455 KHz. Oleh karena penguat IF sudah ditala pada frekuensi 455 KHz, maka apabila terdapat penyimpangan frekuensi masukan akan menyebabkan sensitivitas penguat menjadi berkurang. Semakin kecil kesalahan penjejakan yang terjadi, maka semakin baik sensitivitas pesawat penerima.

Besarnya kesalahan penjejakan yang diperoleh dari ketiga eksperimen dapat digambarkan sepanjang daerah penerimaan dari 540 hingga 1600 KHz. Gambar 3 menunjukkan dengan jelas perbandingan kesalahan penjejakan antara ketiga eksperimen. Penambahan kapasitor *padder* (C_p) dan *trimmer* (C_t) sekaligus pada rangkaian osilator terlihat menghasilkan kesalahan penjejakan paling kecil. Hal ini diperkuat dengan hasil uji statistik yang menyatakan bahwa bahwa kesalahan penjejakan yang diperoleh dari gabungan C_p dan C_t adalah lebih kecil dari pada pemasangan C_p dan C_t sendiri-sendiri.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Secara ringkas hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Rangkaian osilator dengan tambahan hanya kapasitor *padder* membutuhkan nilai C_p sebesar 211,78 pF dan bila yang ditambahkan hanya kapasitor *trimmer* membutuhkan nilai C_t sebesar 46,28 pF. Sedangkan bila kedua kapasitor ditambahkan sekaligus, maka nilai C_p dan C_t adalah 311,38 pF dan 6,88 pF.
2. Kesalahan penjejukan pada pesawat penerima radio merupakan penyimpangan frekuensi osilator dari yang seharusnya dan dapat digambarkan kurvanya sepanjang daerah penalaan. Kurva kesalahan dengan rangkaian osilator yang diberi bersama-sama C_p dan C_t menunjukkan variasi terkecil.
3. Dari data penelitian yang terkumpul melalui eksperimen, terdapat bukti bahwa kesalahan penjejukan pesawat penerima radio dengan rangkaian osilator ditambah C_p dan C_t sekaligus adalah lebih kecil dari pada penambahan C_p atau C_t secara sendiri-sendiri dengan taraf signifikansi 0.05.

B. Implikasi

Kesalahan penjejukan selalu terjadi pada pesawat penerima superheterodine yang menerapkan sepasang varco bernilai sama. Besarnya kesalahan tersebut tergantung pada seberapa jauh perbedaan antara perbandingan frekuensi maksimum-minimum osilator dengan frekuensi penerimaan. Dengan perhitungan matematis, maka nilai C_p dan C_t dapat ditentukan dengan tepat. Pemasangan C_p dan C_t secara seri atau paralel akan dapat mengatasi pengaruh sepasang varco bernilai sama tersebut, sehingga tidak terjadi kesalahan penjejukan.

Dalam praktek, penerapan kapasitor C_p dan C_t dalam orde piko farad dengan tepat sangatlah sulit. Hal ini disebabkan karena pengaruh pengawatan maupun komponen-komponen lain didekatnya. Oleh karena itu yang dapat dilakukan melalui penelitian ini adalah mengusahakan agar diperoleh kesalahan penjejukan yang sekecil-kecilnya. Selanjutnya dapat diupayakan dengan melindungi kapasitor C_p dan C_t dari pengaruh komponen luar dengan cara memasang di tempat tertutup atau dilapisi dengan bahan isolasi.

C. Saran-saran

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Agar kualitas penerimaan pesawat radio meningkat, maka perlu diusahakan mencari cara lain untuk menekan terjadinya kesalahan penjejukan sekecil-kecilnya.
2. Perlu diteliti lebih lanjut apakah kesalahan penjejukan juga terjadi pada penerima radio FM.

Daftar Pustaka

- Hardy, James K, 1986. *Electronic Communication Technology*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Herman, DS, 1991. *Aplikasi Dioda Varaktor Dalam Rangkaian Penala Pesawat Penerima Radio*, FPTK: Laporan Penelitian.
- Herman, DS, 1996. *Eksperimen Pengiriman Sinyal Televisi Dengan Pemancar TV dan CCTV*. Jurnal PTK, No.7, Desember.
- Kennedy, George. 1985. *Electronic Communication Systems*. New York; McGraw-Hill.
- Krauss, H.L, 1980. *Solid State Radio Engineering*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Roddy, D. And Coolen, J. 1984. *Electronic Communications*. New Delhi: Prentice-Hall of India.
- Woodward, G.H. 1983. *The Radio Amateur's Handbook, Sixth edition*. Newington: American Radio Relay League.