

JURNAL PENELITIAN SAINTIKA

(Sains, Teknologi, dan Rekayasa)

VOL : 4 NOMOR : 1 BULAN/TAHUN : MARET 2004

R. Mursid

Identifikasi Pengelasan Dengan Elektroda RB-26 A 5.1 E 6013 Pada Las Busur Listrik AC

✓ *Hamonangan
Tambunan*

Analisis Performansi Rancangan Penguat Pengunci Menggunakan Program Electronic Workbench Versi 5. ✓

*Nahesson Hotmarama
Panjaitan*

Studi Pengaruh Aspal Buton Mikro Terhadap Sifat Mengembang Dengan Metoda ASTM 4546-85 Dan Kekuatan Geser Pada Tanah Ekspansif

Juaksa Manurung

Analisis Performansi Alat Ukur Listrik Yang Dibentuk Dari Komputer Generasi Tua

Agus Kembaren

Pembuatan ESI H⁺ Dari Campuran KMnO₄-Grafit-Parafin Padat

Asep Wahyu Nugraha

Kajian Kimia Kuantum Terhadap Turunan Senyawa Triptamin Sebagai Senyawa Obat Menggunakan Program Hyperchem 5,01

*Abdul Muin Sibuea
dan Usman Rudi
Salam*

Rancang Bangun Alat Kontrol Elektronik Pintu Dengan Sistem Kode Angka

Suharta

Pengaruh Panjang Rantai Hidrofob Dari Surfaktan Amonium Kuaterner Terhadap Rekoveri Emas



LEMBAGA PENELITIAN
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan Estate 20221
Telp. (061) 6613365, 6613276, 6618754, Ps. 31 Fax. (061) 6614002, 6613319

DAFTAR ISI

Identifikasi Pengelasan Dengan Elektroda RB-26 A 5.1 E 6013 Pada Las Busur Listrik AC Oleh : R. Mursid	1 – 9
Analisis Performansi Rancangan Penguat Pengunci Menggunakan Program Electronic Workbench Versi 5. Oleh : Hamonangan Tambunan	10 – 20
Studi Pengaruh Aspal Buton Mikro Terhadap Sifat Mengembang Dengan Metoda ASTM 4546-85 Dan Kekuatan Geser Pada Tanah Ekspansif Oleh : Nahesson Hotmarama Panjaitan	21 – 27
Analisis Performansi Alat Ukur Listrik Yang Dibentuk Dari Komputer Generasi Tua Oleh : Juaksa Manurung	28 – 35
Pembuatan $ESl H^+$ Dari Campuran $KMnO_4$ -Grafit-Parafin Padat Oleh : Agus Kembaren	36 – 42
Kajian Kimia Kuantum Terhadap Turunan Senyawa Triptamin Sebagai Senyawa Obat Menggunakan Program Hyperchem 5,0I Oleh : Asep Wahyu Nugraha	43 – 49
Rancang Bangun Alat Kontrol Elektronik Pintu Dengan Sistem Kode Angka Oleh : Abdul Muin Sibuea dan Usman Rudi Salam	50 – 55
Pengaruh Panjang Rantai Hidrofob Dari Surfaktan Amonium Kuaterner Terhadap Rekoveri Emas Oleh Suharta	56 – 61

ANALISIS PERFORMANSI RANCANGAN PENGUAT PENGUNCI MENGGUNAKAN PROGRAM ELECTRONIC WORKBENCH VERSI 5.

Hamonangan Tambunan *)

ABSTRACT

In many working that related to physics need a tool that can be used to pick or to separate one signal out of many signal. So in this case had conducted to redesign a tool that based on many theory and any experiment that had been done. The locking amplifier tool able to pick or to separate one signal out from instrumentation amplifier, filter, phase shifter, and multiplier. Each of subsystem quality was considered by a signal amplifier, a frequency bandwidth that can be passed. Based on them in this investigation design testing was conducted by using Electronic Workbench Version 5.

Kata kunci: Penguat

PENDAHULUAN

Untuk melakukan penelitian gejala gejala fisika selalu diperlukan peralatan, baik peralatan utama maupun peralatan pendukung. Peralatan pendukung yang terdiri dari alat ukur dasar sebahagian mungkin telah dapat dipenuhi, akan tetapi peralatan utama yang digunakan untuk hal dimaksud masih sangat sedikit tersedia. Hal tersebut menyebabkan sangat terbatasnya ruang lingkup pengkajian pengkajian yang dapat dikerjakan untuk pengembangan ilmu kelistrikan maupun fisika. Penelitian ini merupakan salah satu motivasi pengembangan kemampuan untuk dapat menguasai perkembangan serta penerapan ilmu kelistrikan yang begitu pesat pada akhir-akhir ini.

Penguat pengunci sangat penting artinya dan mestinya dimiliki pada pengujian-pengujian yang berkaitan dengan bidang kelistrikan dan fisika karena alat ini merupakan salah satu alat pendukung utama yang digunakan dalam pengamatan seperti dalam ilmu bahan, penentuan pembawa muatan pada semikonduktor, pengamatan efek hall, pengukuran fungsi logam, pengamatan kurva histeresis suatu bahan dan sebagainya. Selain itu penguat pengunci juga bermanfaat untuk penelitian dalam bidang fisika yaitu penentuan hambatan jenis bumi, serta penentuan jumlah dan tebal lapisan bumi sampai kedalaman tertentu (Lawrence, 1971). Berdasarkan hal inilah maka dilakukan perancangan alat penguat pengunci dan

selanjutnya dilakukan simulasi pengujian akurasi pengukurannya dengan menggunakan program electronic workbench versi 5, dimana Sihombing, dkk. (1998) telah mencoba membangun rangkaian serupa namun belum mendapatkan hasil yang memuaskan.

Ada beberapa subsistem penguat pengunci yang berfungsi sendiri-sendiri, namun tidak dapat terlepas satu sama lain karena merupakan suatu system yang akan menghasilkan sesuatu hasil ukur. Bagian system dimaksudkan adalah Subsistem penguat yang berfungsi untuk memberikan penguatan kepada sinyal yang masuk, Subsistem penapis yang berfungsi untuk meloloskan sinyal yang dipilih sedemikian, Subsistem penggeser fasa yang berfungsi untuk mengetahui fasa dari sinyal yang ditera dan selanjutnya dibandingkan sinyal referensi, Subsistem pengali berfungsi untuk memperkuat sinyal yang diinginkan dan Subsistem penyaring yang berfungsi untuk meneruskan sinyal yang diinginkan sekaligus menghilangkan derau yang ada pada sinyal tersebut.

Berkaitan dengan hal tersebut penelitian ini mengkaji tentang penguatan sinyal, lebar rentang frekuensi yang lolos, factor kualitas rangkaian nilai batas frekuensi dan terukur serta perbandingan antara sinyal dengan derau. Selanjutnya dapat ditentukan besar penguatan yang dihasilkan oleh penguat pengunci, lebar rentang frekuensi yang dapat diloloskan penapis lolos pita, nilai faktor kualitas yang

*) Drs. Hamonangan Tambunan, ST., M.Pd. adalah Dosen Jurusan Teknik Elektro FT Unimed

dihasilkan oleh penapis lolos pita dan batas frekuensi yang dihasilkan oleh filter lolos rendah.

Dengan hasil ini selanjutnya dapat diperoleh suatu penguat dan sekaligus alat yang dapat memisah sinyal-sinyal yang dapat diloloskan atau dibaca, begitu juga alat ini dapat bermanfaat dalam pekerjaan yang berkaitan dengan kelistrikan dan fisika.

Penguat pengunci adalah sejenis penguat yang berfungsi untuk mengolah isyarat tegangan (Lawrence, 1971). Apabila dilakukan suatu pengukuran terhadap gejala fisika yang dinyatakan dalam bentuk sinyal tegangan, sinyal pada umumnya bercampur dengan derau terutama kalau sinyal tersebut sangat kecil. Cara umum yang digunakan untuk memisahkan sinyal dari derau adalah dengan cara penyaringan (Howard, 1974). Apabila sinyal yang membawa informasi tentang besaran fisika mempunyai spectrum yang berbeda dari derau maka memungkinkan untuk merancang filter yang dapat meredam derau dari sinyal. Apabila bentuk gelombang sinyal tegangan yang akan diukur tenggelam didalam derau dan merupakan gelombang sinus, gelombang persegi atau gelombang lain yang simetris dan periodic, maka dapat digunakan penguat pengunci untuk mengukur sinyal tersebut. Sinyal keluaran dari penguat pengunci ini berbentuk sinyal tegangan searah yang telah dikuatkan. Penguatan ini dapat mencapai ratusan ribu kali sesuai dengan kebutuhan. Penguat pengunci ini pada

dasarnya terdiri dari dua bagian besar yaitu Detektor peka fasa dan Filter lolos rendah.

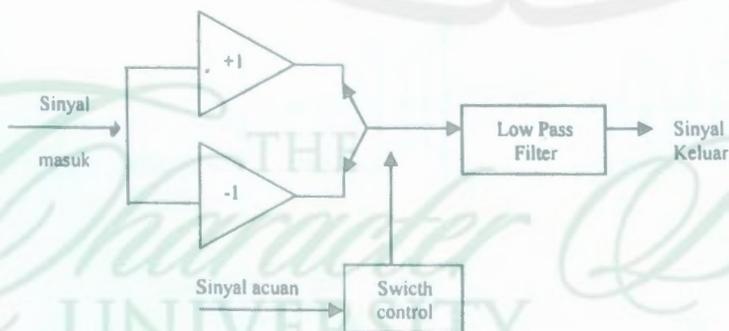
Prinsip kerja detector fasa dapat digambarkan pada Gambar 1.

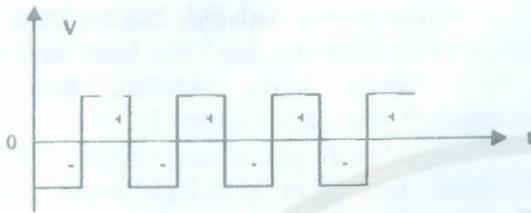
Sinyal gelombang acuan berfungsi untuk mengubah polaritas sinyal masukan dalam bentuk yang simetris, sehingga sinyal gelombang keluaran dari detector peka fasa menjadi gelombang setengah penuh. Sinyal keluaran dari detector peka fasa oleh filter lolos rendah dibuat menjadi tegangan dc yang sebanding dengan amplitude sinyal. Selanjutnya sinyal masukan dan sinyal acuan tidak sefasa, maka bentuk sinyal gelombang keluaran detector peka fasa menjadi seperti gambar 2. Tampak bahwa peran detector peka fasa adalah pengali, sehingga keluaran V_o merupakan perkalian antara sinyal masukan V_i dengan sinyal acuan V_r .

Sehingga dapat dinyatakan dalam persamaan: $V_o = V_i(t) \times V_r(t)$. Sinyal acuan $V_r(t)$ pada umumnya berbentuk gelombang persegi dengan perioda T_r . Bentuk ini dapat dinyatakan sebagai super posisi dari komponen-komponen sinusoida yaitu:

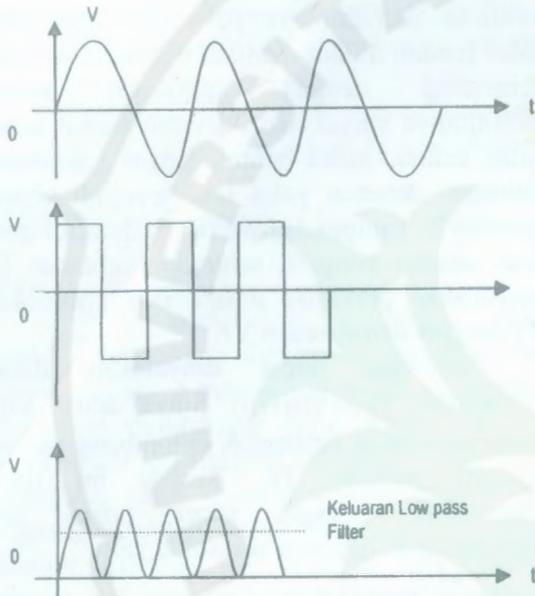
$$V_r(t) = \frac{4}{\pi} \left[\cos(\omega t + \phi_r) - \frac{1}{3} \cos 3(\omega t) + \dots \right]$$

seperti pada Gambar 2. Komponen yang dominan adalah pada frekuensi dasar $\omega_r = 2\pi f_r$. Jika sinyal masukan beserta derau dinyatakan dalam bentuk : $V_i(t) = A_i \cos(\omega t + \phi_i)$, maka bentuk sinyal gelombang keluarannya adalah seperti pada gambar 3.

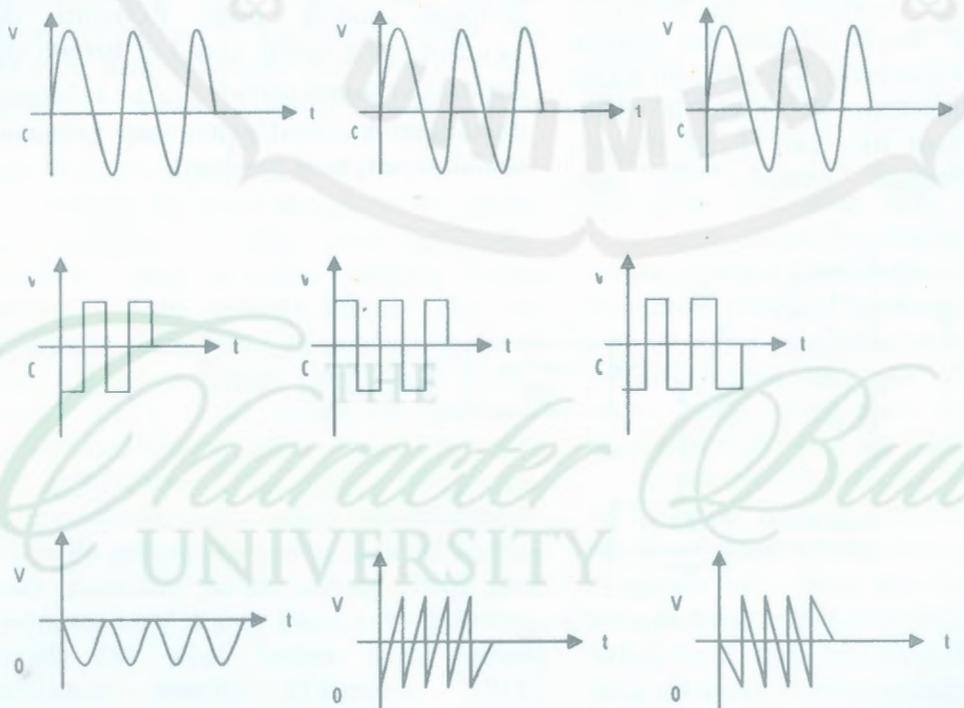




Gbr 1. Detektor peka fasa dan Filter Lolos rendah



Gbr 2. Sinyal keluaran Detektor peka fasa



Gambar 3. Bentuk Sinyal Gelombang Keluaran

Dalam bentuk persamaan dapat dinyatakan:

$$V_o(t) = V_i(t) \times V_r(t) \dots \dots \dots (2)$$

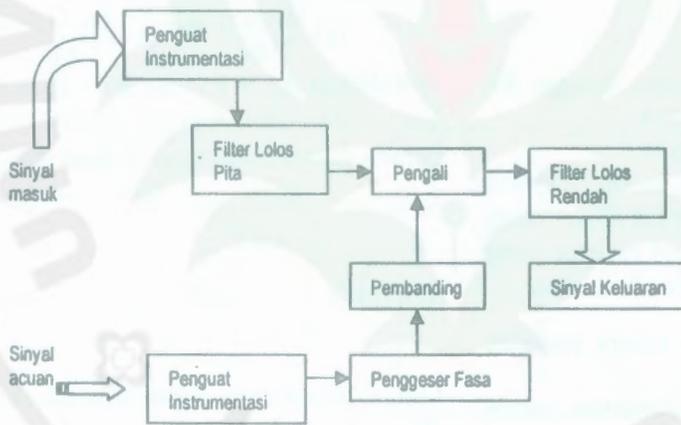
$$= \frac{2A_i}{\pi} \left[\cos(\omega t \pm \phi) - \frac{1}{3} \cos(3\omega t \pm \phi) + \dots \right]$$

Bila frekuensi derau adalah $f_n \neq f_r$ dan filter lolos rendah mempunyai frekuensi potong f_c jauh lebih rendah dari frekuensi dasar f_o maka suku yang mengandung $(f_n + f_r)$ akan diredam.

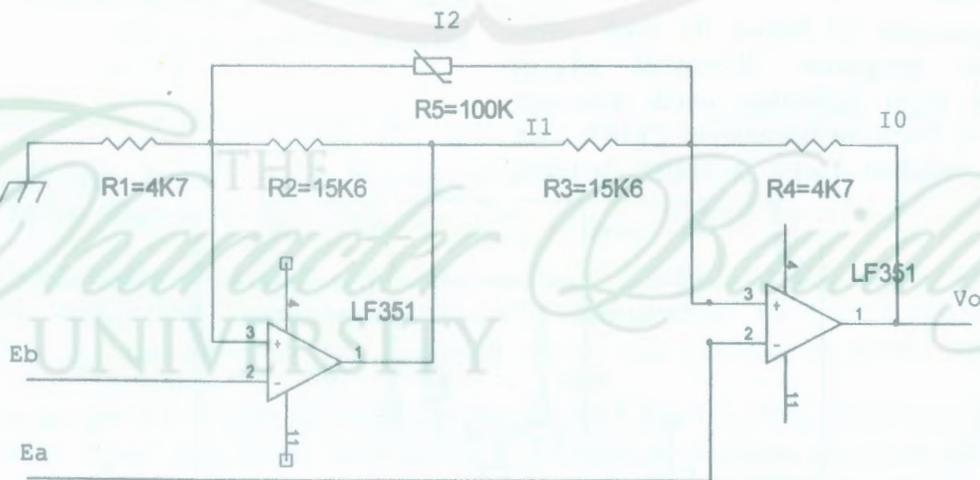
Dengan demikian penguat pengunci akan menyaring fluktuasi tegangan yang tidak pada frekuensi acuan, sehingga hanya sinyal

masuk yang koheren dengan sinyal acuan yang akan ditanggapi dan menghasilkan tegangan rata-rata tidak nol.

Diagram lengkap penguat pengunci terdiri dari beberapa diagram blok rangkaian antara lain: penguat instrumentasi, Filter lolos pita, Penggeser fasa, pembanding, pengali dan Filter lolos rendah dapat digambarkan seperti Gambar 4. Dalam penelitian ini rangkaian instrumentasi menggunakan 2 buah Op-Amp dan 5 buah hambatan yang diasumsikan presisi. Bentuk rangkaian yang dibangun adalah seperti Gambar 5.



Gbr 4 Diagram blok penguat pengunci



Gbr 5 Rangkaian Penguat Instrumentasi

Dari rangkaian ini dapat diperoleh,

$$I_0 = \frac{V_0 - E_a}{R_4}$$

$$I_1 = \frac{E_a - E_b}{R_3} = \frac{E_a - E_b \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)}{R_3}$$

$$I_2 = \frac{E_a - E_b}{R_5}$$

Berdasarkan hukum Kirchoff tentang arus, yaitu $I_0 = I_1 + I_2$. Sehingga didapat hubungan,

$$V_0 = E_a \left(1 + \frac{R_3}{R_4} + \frac{R_4}{R_5}\right) - E_b \left(\frac{R_2 R_4}{R_1 R_3} + \frac{R_4}{R_3} + \frac{R_4}{R_5}\right)$$

Selanjutnya dibuat agar $\frac{R_2 R_4}{R_1 R_3} = 1$, dengan cara

$R_2 = R_3$ dan $R_1 = R_4$. Sehingga diperoleh

$$V_0 = \left(1 + \frac{R_4}{R_3} + \frac{R_4}{R_5}\right) (E_a - E_b) \text{ atau}$$

$$A_{v(dif)} = 1 + \frac{R_4}{R_3} + \frac{R_4}{R_5}$$

Jika R_2 dan R_4 tidak tepat sama dengan R_1 dan R_3 maka disebut bahwa $\frac{R_2 R_4}{R_1 R_3} = 1 + \Delta$

Dengan $\Delta \ll 1$, maka untuk syarat $E_a = E_b = E_{CM}$ diperoleh $V_0 = (\Delta) E_{CM}$ atau $A_{VCM} = \Delta$, dimana $\Delta =$ toleransi resistor yang digunakan. Penguat common mode adalah:

$$A_v = \frac{V_0}{E_{CM}} = \Delta. \text{ Perbandingan antara penguat}$$

diferensial dengan penguat common mode disebut Common Mode Rate Ratio (CMRR), yang didefinisikan sebagai berikut.

$$CMRR = \frac{A_{v(dif)}}{A_{v(CM)}} = \frac{1 + \frac{R_4}{R_3} + \frac{R_4}{R_5}}{\Delta} \quad (\text{Milman, 1973}).$$

Dari persamaan ini bahwa R_3 tidak mempengaruhi penguatan diferensial (A_{VCM}) sehingga dapat digunakan untuk mengatur penguatan tanpa mempengaruhi CMRR. Jadi dengan memberi harga hambatan tertentu,

dapat dibuat suatu penguat diferensial berpenguatan sesuai dengan yang diinginkan.

Sinyal yang telah diperkuat, masih mempunyai derau. Oleh sebab itu dalam penelitian ini dirancang penyaring lolos pita Twin-T, dengan menggunakan sebuah Op-Amp dan beberapa resistor dan kapasitor seperti Gambar 6.

Demikian juga penggeser fasa dirancang untuk menghasilkan bentuk sinyal keluaran tepat sama, baik amplitud maupun frekuensinya dengan isyarat masukan dengan fase 0° sampai dengan 360° . Rangkaian bagian ini ditunjukkan seperti gambar 7 berikut. Dari gambar tampak perhitungan untuk arus adalah sebagai berikut.

$$I_1 = \frac{(V_i - V_a)}{R_1} \text{ dan } I_2 = \frac{(V_a - V_o)}{R_2}$$

Jika dibuat $R_1 = R_2$ dan $R_3 = 0$ maka: $V_i - 2V_a = -V_o$. Oleh Karena antara titik a dan b berada dalam hubungan singkat maka:

$$V_a = V_b = \frac{R_3}{\frac{1}{j\omega C} + R_3} V_i, \text{ dari persamaan ini}$$

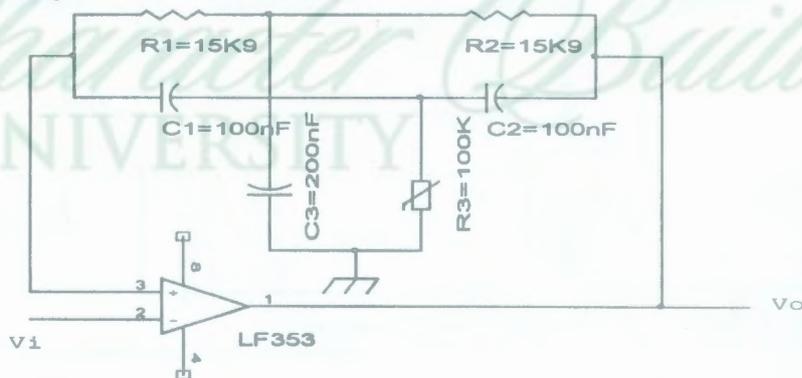
$$\text{diperoleh } V_i - \frac{2R_3}{\frac{1}{j\omega C} + R_3} V_i = -V_o$$

Fungsi transfernya dapat ditentukan menjadi,

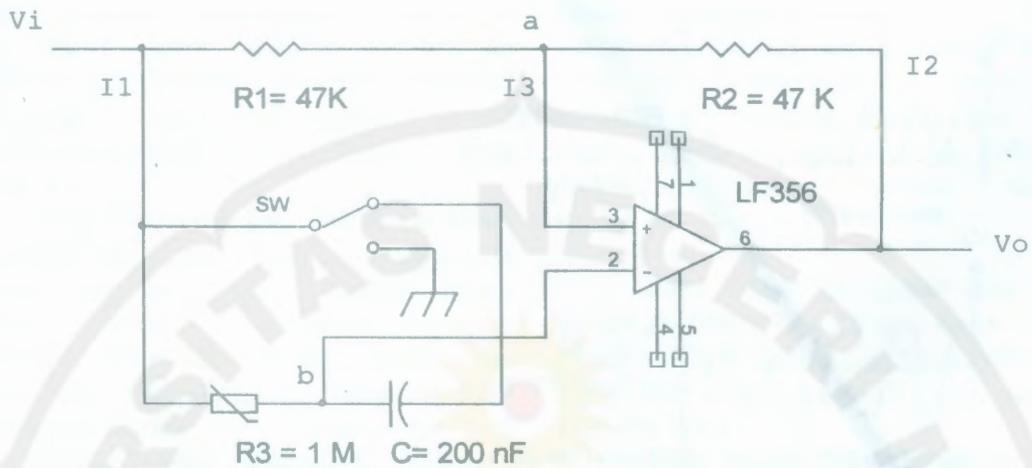
$$G(\omega) = \frac{V_o}{V_i} = \frac{(j\omega R_3 C - 1)}{(j\omega R_3 C + 1)} \quad \text{atau}$$

$$G(\omega) = \left(\frac{j\omega - \omega_0}{j\omega + \omega_0}\right) \text{ dimana } \omega_0 = \frac{1}{R_3 C}.$$

Beda fasa antara isyarat masukan dengan keluaran adalah $\theta = \tan^{-1} \left(\frac{2\omega\omega_0}{\omega - \omega_0}\right)$.

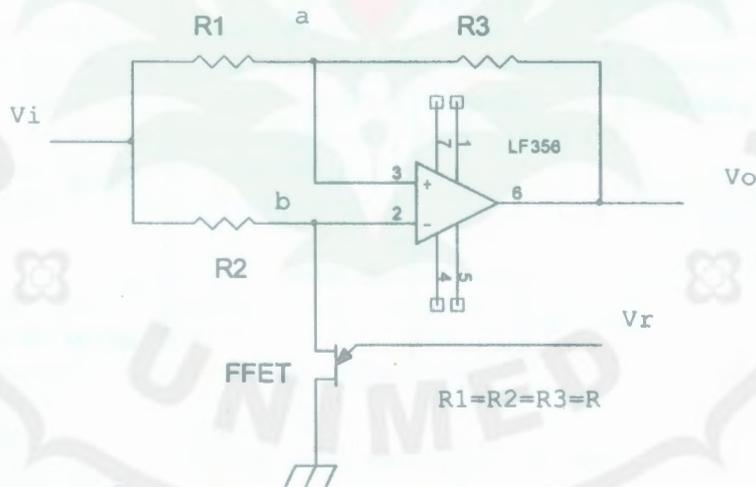


Gbr 6. Rangkaian Penyaring Lolos Pita



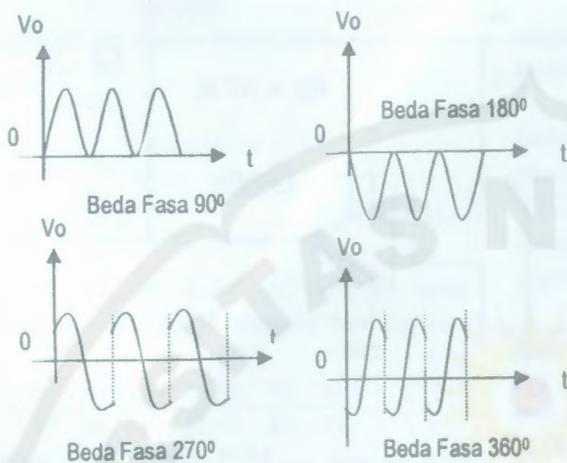
Gbr 7. Rangkaian Penggeser Fasa

Sinyal keluaran dari penyaring lolos pita dan sinyal acuan akan bertemu di rangkaian pengali. Rangkaian pengali tampak seperti gambar 8, menggunakan Op-Amp, JFET dan tiga buah resistor.

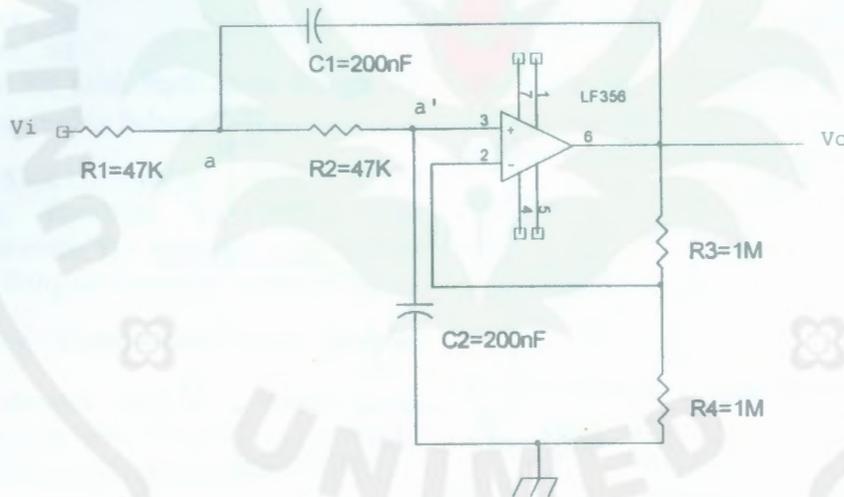


Gbr 8. Rangkaian pengali

Dari Gambar 8 dapat dihitung, $I_1 = \frac{V_i - V_1}{R_1}$ dan $I_2 = \frac{V_1 - V_o}{R_2}$. Karena $I_3 = 0$, maka $I_1 = I_2$, dan $R_1 = R_2$ sehingga, $V_i - V_1 = V_1 - V_o$. Jika ada pulsa dari V_r , maka JFET pada keadaan saturasi. Dalam hal ini $R_{JFET} = 0$, akibatnya: $V_1 = \frac{R_{JFET}}{R_3 + R_{JFET}} V_i = 0$, sehingga diperoleh $\frac{V_o}{V_i} = -1$. Hal ini menunjukkan bahwa dalam keadaan ini sinyal masukan akan dikali (-1). Sebaliknya bila V_r tidak ada pulsa maka JFET dalam keadaan Cut-off. Pada keadaan ini $R_{JFET} = \infty$, sehingga $V_1 = \frac{R_{JFET}}{R_3 + R_{JFET}} V_i$, dan diperoleh $\frac{V_o}{V_i} = +1$, artinya bahwa pada keadaan ini sinyal masuk akan dikalikan dengan (+1). Sinyal dari rangkaian pengali untuk beberapa harga perbedaan fasa dapat digambarkan seperti yang tertera pada Gambar 9. Selanjutnya rangkaian penyaring lolos rendah dirancang dengan kegunaan untuk meneruskan sinyal pada frekuensi rendah. Bentuk rangkaiannya tampak seperti gambar 10.



Gambar 9. Sinyal Pengali



Gbr 10. Penyaring Lolos Rendah

Rangkaian ini sering disebut Filter Sallen-Key. Dengan menggunakan sifat Op-Amp bahwa kedua masukan Op-Amp ada pada hubungan singkatnya dan menggunakan hukum Kirchoff tentang arus, dari hubungan $I_2 = I_4 = j\omega C_1 V_b$ dan $I_1 = I_2 + I_3$, akan diperoleh, $V_b = \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4} \right) V_o = \frac{V_o}{G}$, dimana $G = 1 + \frac{R_3}{R_4} = A_{v,cl}$. Batas frekuensi yang dapat diteruskan oleh penyaring adalah $\omega_o = \sqrt{\frac{1}{R_1 R_2 C_1 C_2}}$. Sinyal keluaran penyaring lolos rendah merupakan keluaran penguat pengunci (Lock-in Amplifier). Penguat pengunci ini adalah dapat menguatkan sinyal

masuk dan sekaligus sinyal lain yang tidak sefase dengan sinyal masukan.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimen melalui simulasi perakitan dan pengujian setiap subsistem blok yang dirancang dengan menggunakan program Electronic Workbench versi 5. Peralatan penguat pengunci lebih dahulu dirancang, kemudian setiap subsistemnya diukur dengan alat ukur yang terdapat dalam program, kemudian data yang diberikan alat ukur dianalisis dimana hasilnya dibandingkan dengan teori pada tingkat kepercayaan 95%. Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini mengikuti langkah kerja yang saling berkaitan

dimana subsistem mempunyai urutan kerja, yang harus lebih dahulu diselesaikan kemudian dilanjutkan dengan subsistem berikutnya. Urutan selengkapnya dapat digambarkan dalam bentuk diagram pada gambar 11.

Data diperoleh dari keluaran setiap subsistem yang diukur dengan menggunakan program alat ukur yang terdapat dalam program Electronic Workbench Versi 5, kemudian dianalisis secara grafis dan selanjutnya dibandingkan dengan hasil perhitungan secara teori. Pengambilan data dari masing-masing subsistem dilakukan sebagai berikut:

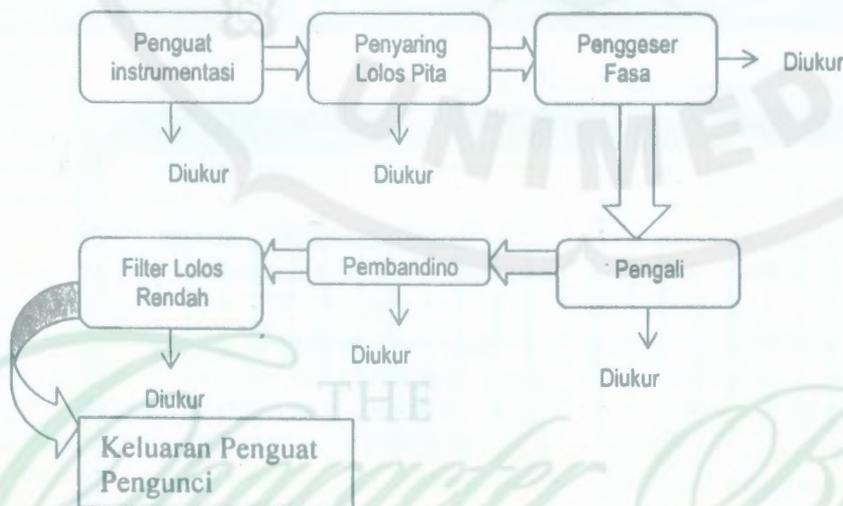
***Pada penguat instrumentasi diamati besarnya penguatan dan daerah kerja, dengan mengukur sinyal masukan (V_i), sinyal tegangan keluaran (V_o), kemudian ditentukan besar G .

Pada penyaring lolos pita diamati lebar frekuensi sinyal yang masih dapat dikuatkan pada penguat yang dikehendaki. Lebar frekuensi ini dinyatakan sebagai factor kualitas rangkaian. Pengamatan lebar daerah frekuensi kerja penyaring lolos pita meliputi;

Sinyal tegangan masukan (V_i), Frekuensi sinyal masukan (f_i), Sinyal tegangan keluaran (V_o), besar penguatan G . Untuk sinyal masukan V_i dilakukan pengamatan 20 kali dengan frekuensi yang berbeda. Selanjutnya ditentukan factor kualitas rangkaian $\frac{1}{Q} = \frac{f_2 - f_1}{f_0}$.

Pada bagian penggeser fasa diamati derajat perbedaan fasa antara sinyal masukan dengan sinyal acuan, melalui pengukuran sudut fasa sinyal masukan (ω_i), sudut fasa keluaran (ω_o).

Pada bagian pengali diamati bentuk sinyal masukan, bentuk sinyal masukan dan bentuk sinyal keluaran. Pengamatan daerah kerja penyaring lolos rendah meliputi daerah frekuensi sinyal keluaran yang dapat diloloskan, dilakukan dengan mengukur sinyal tegangan masukan (V_i), frekuensi sinyal masukan (f_i), dan sinyal tegangan keluaran (V_o). Selanjutnya dihitung besar penguatan G . Dalam hal ini dilakukan sebanyak 20 kali untuk V_i tertentu.



Gambar 11. Urutan Pelaksanaan Penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

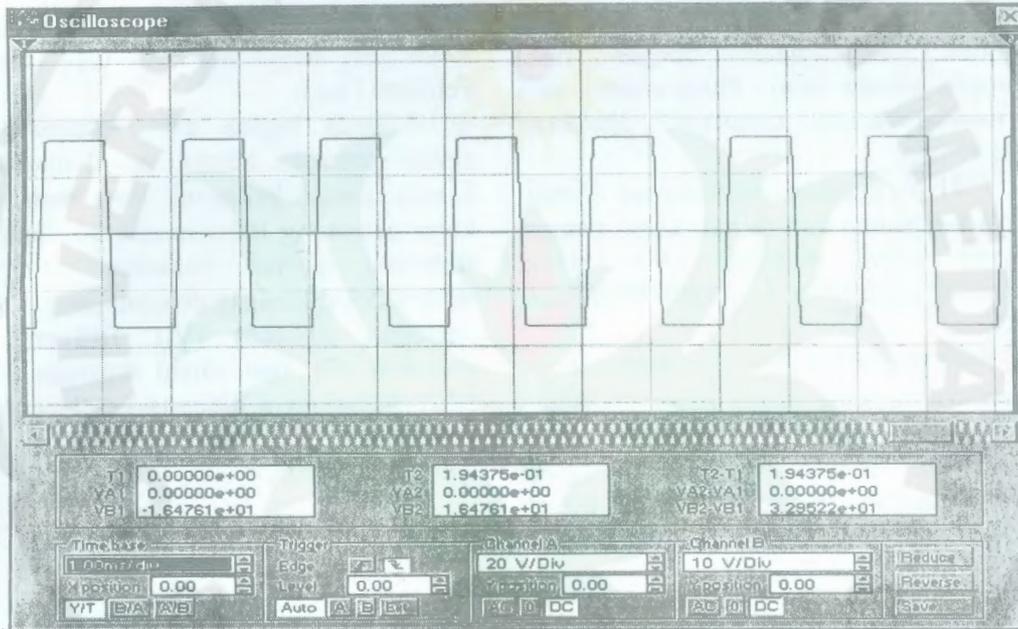
Hasil penelitian

Pada bagian penguat instrumentasi dengan memvariasikan R_5 pada nilai 23,5 K diperoleh besar penguatan sebesar 1,5 x (Secara teori). Bila pada set ini diumpankan

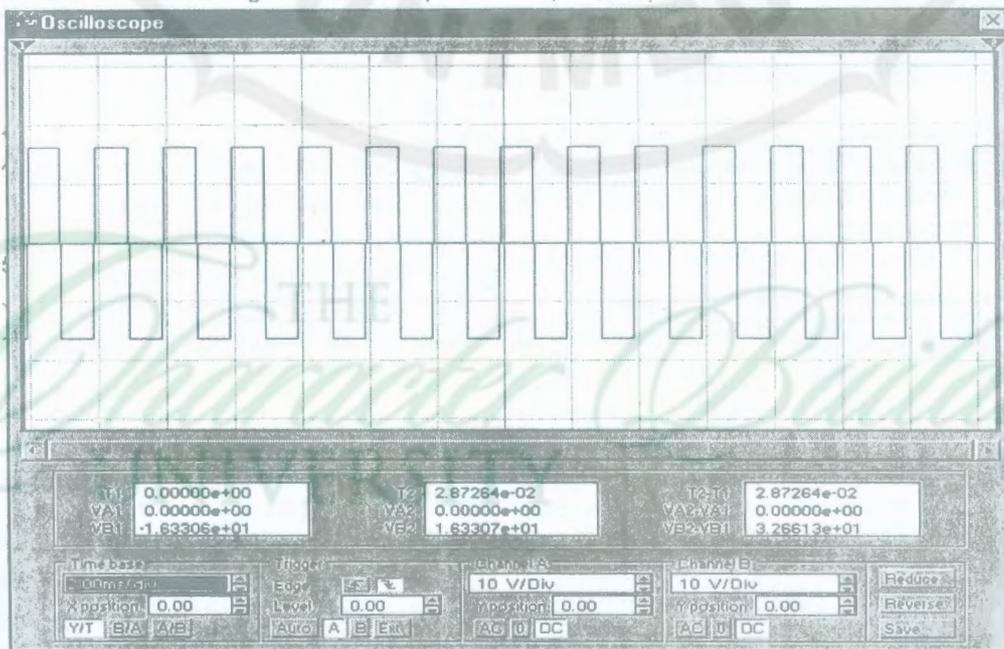
sinyal 21 V maka hasil perhitungan memberi tegangan keluaran 31,5 V (Secara teori). Dari simulasi yang digunakan hasil pengukuran melalui osiloskop dalam program menunjukkan, jika tegangan masukan pada penguat instrumentasi 15 V, maka tegangan

keluaran 21 V. Untuk sinyal masukan 21 V dari sumber tegangan 500Hz memberi tegangan keluaran 26,9V dan pada frekuensi 4 KHz diberi tegangan masukan 8,5 V menghasilkan tegangan keluaran 36,9 V. Hasil perbandingan tegangan keluaran dan tegangan masukan adalah 1,429x , menunjukkan bahwa akurasi alat ini sama dengan 95,3%.

Bagian filter lolos pita dirancang pada frekuensi tunggal dan diperoleh $f_0=101,16$ Hz. Hasil pengukuran menunjukkan keluaran tertinggi diperoleh pada frekuensi diatas 100 Hz. Akurasi lolos pita ini adalah 98,8%, dan factor kualitas rangkaian diperoleh 1,0. Lebar frekuensi B = 628,3Hz. Tampilan filter lolos pita dengan sumber 500 Hz pada tegangan 26,9 V menghasilkan tegangan keluaran 27V..



Gbr 12. Keluaran Penguat instrumentasi pada $V_i=21V$, $f=500Hz$



Gbr 13. Keluaran penyaring lolos pita pada $V_i=26.9$, $f=500Hz$

Bagian penggeser fasa yang berfungsi untuk meneruskan semua frekuensi dalam daerah lebar pita yang digunakan, menunjukkan respon amplitudo datar, tetapi beda fasa masukan dan keluaran berubah sesuai dengan frekuensi. Pengukuran menunjukkan pada frekuensi 45 Hz sampai 300 Hz fasa dari sinyal masukan tidak linier sementara lebar pita berada disekitar frekuensi ini. Selanjutnya frekuensi diatas 300Hz penggeser fasa linier.

Penyaring lolos rendah merupakan filter yang meneruskan frekuensi dan pada frekuensi tinggi tegangan keluaran akan diperkecil. Dengan mengatur R3, frekuensi yang dilewatkan dimulai dari frekuensi 100 – 1000 Hz adalah 0,84. Sehingga akurasi bagian ini adalah 97,7%.

Pembahasan

Untuk tegangan masukan yang tetap dengan frekuensi yang bervariasi dari 45- 240 Hz tidak menunjukkan tegangan keluaran yang konsisten, walaupun dalam hal ini tampak dalam penguatan yang dihasilkan dengan akurasi bagian ini adalah 86%. Hal ini lebih nyata diperlihatkan pada penguatan yang dapat terbedakan satu samalain. Pada frekuensi 300-600 Hz pada tegangan masukan yang sama dapat memberi tegangan keluaran yang konsisten sekitar 87% (Penguatan rancangan 1,5 dan dari pengamatan besar penguatan 1,3).

Untuk variasi frekuensi 500-4000Hz dengan mengumpangkan sinyal pada tegangan yang bergerak dari 21 V hingga 8,5 V memberikan tegangan keluaran yang konsisten dimana pada frekuensi yang semakin tinggi pada tegangan masukan semakin kecil memberi penguatan yang semakin besar. Jadi penguat instrumentasi ini mempunyai tegangan kerja sebagai penguat pada frekuensi 500Hz. Hal ini sejalan dengan temuan Sihombing, dkk. (1998)

Filter Lolos pita dirancang untuk frekuensi tunggal $f_0=101,16$. Pada frekuensi 100 Hz memberikan tegangan keluaran yang paling besar dibanding lainnya (didasar atau dibawah 100Hz). Karena itu, bagian ini memberi lebar pita 628,3 Hz dengan factor

kualitas rangkaian sebesar 1, dan akurasi alat ini adalah 98,8%. Berdasarkan hasil yang diperoleh bagian ini beroperasi sebagai penyaring lolos rendah pada frekuensi 100Hz hingga 4000Hz karena tegangan keluaran semakin kecil dengan bertambahnya frekuensi, berdekatan dengan temuan Sihombing, dkk (1998). Tetapi bagian ini nyata konsisten sebagai penyaring lolos rendah pada frekuensi 500Hz yaitu dengan tegangan masukan yang sama, memberikan tegangan yang semakin rendah dengan bertambahnya frekuensi. Hasil tampilan bagian ini belum sesuai dengan yang diharapkan karena tidak tepat bekerja pada tegangan yang dirancang yang itu sekitar lebar pita.

Pada bagian penggeser fasa pada frekuensi 45-400Hz dengan tegangan masukan yang berubah semakin menurun maka tegangan keluaran tetap artinya beda fasa antara sinyal acuan dengan sinyal yang diukur perubahannya untuk tiap beda frekuensi tidak linier sedangkan simulasi dari frekuensi 500 - 4000Hz perubahan fasa antara sinyal acuan dengan sinyal yang diukur adalah linier. Dari pengamatan tampilan bagian ini terlihat bahwa beda fasa antara sinyal acuan dengan sinyal yang diukur adalah 180°

Penyaring lolos rendah ini berfungsi sebagai penyaring lolos rendah pada rentang frekuensi 100-1000Hz. Tampilan bagian ini menunjukkan bahwa tegangan sinyal masukan jauh lebih besar dibanding tegangan sinyal keluaran. Walaupun demikian terlihat sinyal keluaran tidak tajam, sehingga dapat diperkirakan sinyal tersebut masih mengandung derau.

Rancangan penguat instrumentasi ini secara umum dapat beroperasi, dengan akurasi 95,3%. Namun demikian penguatan sinyal masukan yang tetap untuk frekuensi yang bertambah besar menunjukkan penguatan yang semakin menurun jika dibanding dengan penguatan sebelumnya atau pada frekuensi yang lebih rendah. Hal ini diduga bahwa penentuan tipe komponen yang digunakan pada saat merancang memiliki toleransi yang cukup besar. Demikian juga kemungkinan impedansi dari jenis IC yang digunakan dalam

rancangan ini kurang berpengaruh atau kecil dan masih terdapat derau.

Filter lolos pita mempunyai frekuensi kerja yang rendah. Hal ini terlihat kurang simetris perubahan rentang frekuensi ke atas dan ke bawah. Hal ini mungkin merupakan salah satu penyebab bahwa rangkaian tidak bekerja konsisten pada frekuensi 500Hz. Bagian penggeser fasa menunjukkan tegangan sinyal masukan yang menurun dengan frekuensi yang semakin besar tetapi untuk frekuensi yang bertambah, memberi beda fasa yang tetap. Sedangkan untuk frekuensi dibawah 500 Hz berubah menurut frekuensi dan mempunyai fasa yang bervariasi sesuai dengan tegangan sinyal masukan dan frekuensi sinyal tertentu.

Penyaring lolos rendah semestinya bekerja dibawah rentang frekuensi 100Hz. Hal ini disebabkan ketidak simetrian frekuensi lolos pita. Untuk ini diperlukan komponen-komponen yang lebih presisi lagi dan impedansi Op-Amp yang besar untuk dapat mengurangi derau.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian dan perhitungan yang dilakukan yaitu: (1) Penguat instrumentasi dapat dibangun dengan akurasi 95,3% dengan frekuensi kerja 500Hz, (2) Filter lolos pita hasil yang dirancang mempunyai 98,8%, dengan factor kualitas 1,0 serta lebar frekuensi 628,3%. Walaupun akurasinya tinggi namun masih belum simetri, (3) Penggeser fasa meneruskan semua frekuensi dalam daerah lebar pita yang digunakan. Hasil yang pengukuran fasa dari tegangan sinyal dengan frekuensi 45Hz sampai 300Hz tidak linier sementara lebar pita berada disekitar frekuensi ini. Pengukuran yang linier adalah pengukuran fasa dengan frekuensi di atas 300Hz, dan (4) Penyering lolos rendah memiliki akurasi 97,7% dan frekuensi yang dilewatkan sekitar 100-1000Hz.

Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh melalui penelitian ini, ada beberapa hal yang perlu disarankan yaitu:

1. Untuk merancang penguat instrumentasi agar diperoleh penguatan tegangan sinyal yang lebih besar sebaiknya digunakan komponen-komponen yang tingkat presisinya tinggi dan impedansi Op-Amp yang digunakan sebagai tegangan sinyal masukan harus besar.
2. Untuk memperoleh filter lolos pita dengan kualitas yang tinggi harus digunakan kapasitor yang presisi dengan rancangan penguatan yang besar. Lebar frekuensi mestinya sempit dan simetri, sehingga harus menggunakan potensiometer yang linier.
3. Penggeser fasa sebaiknya memiliki lebar pita yang simetris dengan cara mengusahakan komponen yang presisi.
4. Penyering lolos rendah harus mempunyai lebar pita yang sempit dengan factor kualitas yang tinggi. Untuk itu harus menggunakan kapasitor pada masukan sinyal Op-Amp yang berimpedansi sangat besar

Daftar Pustaka

- Howard V. Malmstadt. (1974). *Optimization of Electronic Measurement*. California: W.A Benjamin Inc.
- Lawrence C Caplan an Rchard Stern. An Inexpensive Lock-in Amplifier. *Rev.Sci.Instr.* Vol.42.5. (1971). 689-695.
- Milman J.CC. Halkias. (1973). *Integrated Electronic: Analog and Digital Circuit and System*. Tokyo: McGraw-Hill International Book Company.
- Sutrisno. 1992. *Elektronika Lanjutan. Teori Dasar dan Penerapannya*. Bandung: Jurusan FMIPA ITB.
- Sihombing Eidi. Dkk. (1998). Analisis Kemampuan Pengukuran Rancangan Lock-in Amplifier. *Laporan Penelitian*. UNIMED.