



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI DAN PENGUSIR NYAMUK
BERBASIS FREKUENSI**

SKRIPSI

WAHID HARTIYOKO

0706262880

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI FISIKA
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI DAN PENGUSIR
NYAMUK BERBASIS FREKUENSI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains

WAHID HARTIYOKO

0706262880

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

PROGRAM STUDI FISIKA

DEPOK

JUNI 2012

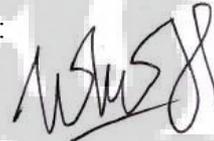
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Wahid Hartiyoko

NPM : 0706262880

Tanda tangan :



Tanggal : 13 Juni 2012

HALAMAN PENGESAHAN

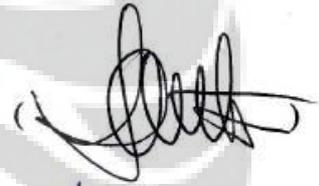
Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Wahid Hartiyoko
NPM : 0706262880
Program Studi : Fisika Instrumentasi Elektronika
Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Pendeteksi dan Pengusir Nyamuk Berbasis Frekuensi

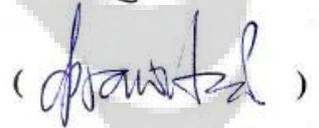
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Santoso Soekirno



Penguji I : Dr. Prawito



Penguji II : Dr. Cuk Imawan



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 13 Juni 2012

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa terlimpah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat serta pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Sains Jurusan Fisika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

Penulis menyadari dalam penulisan dan pembuatan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dorongan moril maupun materil, serta doa yang tulus dari banyak pihak. Tanpa itu semua sangat sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besar dan setulus-tulusnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah serta karunianya kepada penulis.
2. Ibu dan Bapak penulis yang telah berjuang keras membiayai kuliah, memberikan nasihat-nasihat dan dorongan baik moril maupun materil kepada penulis. Serta memberikan semangat dikala penulis sedang *down*.
3. Dr. Santoso selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dalam segala hal, baik dalam ilmu pengetahuan, nasehat, dorongan dan juga semangat yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Prawito selaku penguji I dan Dr. Cuk Imawan selaku penguji II yang telah banyak membantu dalam diskusi serta saran-saran kepada penulis dalam pengerjaan skripsi sehingga penulis dapat belajar dan menimba ilmu pengetahuan lebih banyak lagi.
5. La Ode Husein ZT, sahabat sekaligus guru bagi penulis. Seseorang yang telah banyak berjasa membantu penulis dalam pengerjaan skripsi. Ilmu-

ilmu serta saran-saran yang diberikan sangat membantu penulis untuk membuat skripsi ini menjadi lebih baik.

6. Teman-teman instrumen '07 yang berjuang bersama dalam penulisan skripsi, Ferdi, Arif, Zulfikar, Vani, Radit, Imas, Yulia, Rusyda. Yang sudah lulus, Ady, Deki, Singkop maupun yang berjuang pada semester depan Jumari dan Husni. Terima kasih banyak buat kalian semua.
7. Teman-teman workshop, Suhendro, Tajjudin, Ichwan, dan juga teman-teman laskar lima.
8. Teman-teman fisika angkatan 2007 yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu. Yang telah membantu dan menemani penulis dari awal masa perkuliahan hingga sampai pada penulisan skripsi.
9. Seseorang yang sangat spesial bagi penulis, Yeyen Nurhamiyah yang telah memberikan dorongan, semangat serta doa kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini. Terima kasih untuk waktu yang diberikan bersama penulis selama ini. Sungguh masa-masa yang tak akan terlupakan bersamanya selama 8 bulan ini 😊.
10. Pak Katman, Pak Parno dan Pak Bowo yang telah meminjamkan alat-alat serta komponen-komponen yang dibutuhkan yang dibutuhkan penulis dalam pengerjaan skripsi. Seluruh staff departemen fisika yang telah melayani segala hal mengenai registrasi penulis untuk maju sidang.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Untuk itu penulis tidak menutup diri untuk menerima saran dan kritik dari semua pihak untuk menjadikan skripsi ini menjadi lebih baik lagi kedepannya. Akhir kata, semoga Allah SWT membalas semua jasa tersebut dengan balasan yang lebih baik. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi siapapun yang membacanya, serta dapat dikembangkan dan disempurnakan agar lebih bermanfaat untuk kepentingan orang banyak. Aamiin.

Depok, 13 Juni 2012

(Penulis)

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahid Hartiyoko
NPM : 0706262880
Program Studi : S1 Reguler
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Noneksklusif (*NON-exklusif Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

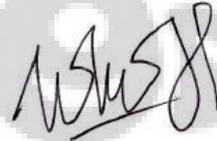
Rancang Bangun Alat Pendeteksi dan Pengusir Nyamuk Berbasis Frekuensi

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia / format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada Tanggal : 13 Juni 2012

Yang menyatakan



(Wahid Hartiyoko)

ABSTRAK

Nama : Wahid Hartiyoko
Program Studi : Fisika
Judul : Rancang Bangun Alat Pendeteksi dan Pengusir Nyamuk
Berbasis Frekuensi

Kebutuhan manusia akan suatu alat pendukung kesehatan atau pencegah penyakit semakin meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi. Banyak upaya yang dilakukan untuk mencegah ataupun mengatasi suatu penyakit yang disebabkan oleh hewan, diantaranya adalah nyamuk. Pada penelitian ini akan dirancang alat pendeteksi dan pengusir hewan dengan menggunakan sensor yaitu sensor ultrasonik yang dilengkapi dengan rangkaian osilator. Sensor ultrasonik ini mampu menangkap sinyal dengan frekuensi 40 kHz. Jangkauan frekuensi tersebut mampu mendeteksi adanya pergerakan nyamuk yang rata-rata rentang frekuensi pendengaran lebih kecil dari 40 kHz. Alat ini tersusun dari rangkaian penguat, filter dan osilator LC Tipe Colpitts. Rangkaian osilator adalah suatu rangkaian elektronik yang dapat menghasilkan osilasi tanpa diberikan sinyal secara eksternal. Sinyal tersebut timbul karena adanya noise pada setiap komponen yang digunakan. Osilasi tersebut timbul juga karena adanya rangkaian resonator yang menyebabkan sinyal tersebut beresonansi dan amplifier yang menguatkan sinyal tersebut sehingga tidak teredam. Osilator yang digunakan adalah jenis LC dimana rangkaian penyusun resonatornya yaitu induktor dan kapasitor. Dengan mengubah nilai kapasitansi pada resonatornya, maka frekuensi osilasinya akan berubah. Perubahan frekuensi terhadap perubahan nilai komponen kapasitor tersebut akan dijadikan sebagai karakteristik sensor kapasitif Osilator yang digunakan yaitu tipe Colpitts. Dari hasil penelitian, didapat bahwa nyamuk dapat dideteksi pada rentang frekuensi 470,3 Hz dan diusir pada frekuensi sinyal yang dibangkitkan mulai dari 26 kHz.

Kata kunci: frekuensi, osilasi, ultrasonik, kapasitif, dan sensor.

ABSTRACT

Name : Wahid Hartiyoko
Study Program : Physics
Topic : Design of Instrument to Detect and Repel Mosquito Base on Frequency

Human need for a tool to support health or prevention of this disease increases with technological development. Efforts are made to prevent or treat diseases caused by animals, such as the mosquitoes. In this study will be designed detectors and animal repellent by using ultrasonic sensors that are equipped with an oscillator circuit. This ultrasonic sensor is capable of capturing the signal with a frequency of 40 kHz. The frequency range can detect any movement of mosquitoes frequency range of the average hearing loss less than 40 kHz. This device consists of a series of amplifiers, filters and oscillators Colpitts LC type. Oscillator circuit is an electronic circuit that can produce oscillations without external signal is provided. The signal arises because the noise on each component used. These oscillations arise because the series resonator that resonates and causes a signal amplifier that amplifies the signal so it is not damped. Oscillator used is the type of LC in which a series of constituents its resonator are inductors and capacitors. By changing the capacitance value in the resonator, then the oscillation frequency will change. Frequency of changes of changes in component values of capacitors will be used as a characteristic of the oscillator used capacitive sensors Colpitts type. From the study, found that mosquitoes can be detected in the frequency range of 470,3 Hz and expelled at the signal frequency was raised from 26 kHz.

Keywords: Frequency, Oscillator, Colpitts, Ultrasonic, Capasitive, Sensor.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.4 Metodologi Penelitian	2
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 LANDASAN TEORI	6
2.1 Jenis-jenis Bunyi Berdasarkan Frekuensi.....	6
2.1.1 Infrasonik	6
2.1.2 Audiosonik.....	7
2.1.3 Ultrasonik.....	7
2.2 Penerima(<i>receiver</i>) sebagai pendeteksi.....	8
2.2.1 Penguat Inverting.....	8
2.2.2 Filter Lolos Rentang (<i>Band Pass Filter</i>).....	10
2.3 Pemancar (transmitter) Sebagai Pengusir	14
2.3.1 Rangkaian Osilator RC	14
2.3.2 Induktor dan Kapasitor	17
2.3.2.1 Induktor.....	17
2.3.2.2 Kapasitor	19
2.3.3 Rangkaian Osilator Tipe Colpitts	21
2.4 Relay	24
BAB 3 PERANCANGAN DAN EKSPERIMEN RANGKAIAN PENDETEKSI DAN PENGUSIR NYAMUK.....	26
3.1 Perancangan Rangkaian Pengusir	28
3.1.1 Rangkaian Osilator Tipe Colpitts.....	28
3.1.2 Piezo Ultrasonik Transduser (<i>transmitter</i>).....	31
3.2 Perancangan Rangkaian Pendeteksi.....	31
3.2.1 Piezo Ultrasonik Transduser (<i>receiver</i>)	32
3.2.2 Penguat Inverting	33
3.2.3 Filter Lolos Rentang (<i>Band Pass Filter</i>).....	35

3.3 Rangkaian Switch Relay Otomatis	36
3.3.1 Rangkaian Komparator	37
3.3.2 Rangkaian Driver Relay.....	38
3.4 Konstruksi Pengamatan (<i>Chamber</i>).....	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Analisis Rangkaian Pengusir	42
4.2 Analisis Rangkaian Pendeteksi	46
4.2.1 Analisis Rangkaian Piezo Ultrasonik Transduser.....	46
4.2.2 Analisis Rangkaian Penguat	47
4.2.3 Analisis Rangkaian Filter Lolos Rentang (<i>Band Pass Filter</i>) 50	
4.3 Analisis Rangkaian Driver Relay.....	54
BAB 5 PENUTUP.....	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR ACUAN	58
LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Rentang Frekuensi Pendengaran Hewan.....	8
Tabel 3.1 Hasil Standarisasi Frekuensi yang dihasilkan oleh sayap nyamuk	27
Tabel 3.2 Frekuensi Kepakan Sayap Nyamuk Berdasarkan Spesies Nyamuk Yang Berbeda.....	27
Tabel 4.1 Data pengamatan respon nyamuk terhadap perubahan frekuensi	43
Tabel 4.2 Data rangkaian penguat dengan 10 kali penguatan	47
Tabel 4.3 Data Rangkaian Band Pass Filter 1	51
Tabel 4.4 Data Rangkaian Band Pass Filter 2	52
Tabel 4.5 Frekuensi Kepakan Sayap Nyamuk Yang Terdeteksi.....	54
Tabel 4.6 Data pengukuran driver relay HRS4H-S DC12V	56



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Simbol Op-Amp	9
Gambar 2.2 Penguat Inverting.....	10
Gambar 2.3 Tipe Filter dan Tanggapannya (<i>Response</i>)	11
Gambar 2.4 LPF Pasif dan tanggapannya (<i>response</i>)	12
Gambar 2.5 HPF Pasif dan tanggapannya (<i>response</i>).....	13
Gambar 2.6 a) Rangkaian Band Pass Filter.....	14
Gambar 2.6 b) Respon Band Pass Filter.....	14
Gambar 2.7 Rangkaian Dasar Umpan Balik.....	15
Gambar 2.8 Simbol Induktor	18
Gambar 2.9 Induktor Dihubung Seri.....	18
Gambar 2.10 Induktor Dihubung Paralel	19
Gambar 2.11 Simbol Kapasitor	20
Gambar 2.12 Kapasitor Dihubung Seri	20
Gambar 2.13 Kapasitor Dihubung Paralel	20
Gambar 2.14 Rangkaian Osilator Tipe Colpitts	22
Gambar 2.15 a) Amplifier Tipe <i>Common-Collector</i>	23
Gambar 2.15 b) Resonator Tipe Colpitts.....	23
Gambar 2.16 Simbol-Simbol Relay	25
Gambar 3.1 Blok diagram rangkaian pendeteksi dan pengusir nyamuk	26
Gambar 3.2 Blok diagram rangkaian pengusir nyamuk	28
Gambar 3.3 Skematik rangkaian pengusir (Transmitter).....	29
Gambar 3.4 Rangkaian Osilator Tipe Colpitts Sebagai Pengusir.....	31
Gambar 3.5 Sensor piezo ultrasonik transduser	31
Gambar 3.6 Blok diagram rangkaian pendeteksi nyamuk.....	32
Gambar 3.7 Rangkaian pendeteksi frekuensi nyamuk	32
Gambar 3.8 Pemasangan sensor pada rangkaian pendeteksi.....	33
Gambar 3.9 Blok diagram rangkaian penguat	33
Gambar 3.10 Internal Diagram IC TL 082.....	34
Gambar 3.11 Rangkaian Penguat Sinyal	34
Gambar 3.12 Rangkaian Band Pass Filter.....	35
Gambar 3.13 Blok diagram rangkaian switch relay otomatis.....	37
Gambar 3.14 Rangkaian komparator	37
Gambar 3.15 Internal diagram IC LM 358.....	38
Gambar 3.16 Rangkaian Driver Relay	39
Gambar 3.17 Rangkaian Driver Relay Yang Telah Dibuat.....	39
Gambar 3.18 a) Bagan Konstruksi Pengamatan.....	40
Gambar 3.18 b) Konstruksi Pengamatan Dari Kayu dan Kain Kassa.....	40
Gambar 4.1 Rangkaian Osilator dengan Nilai Kapasitansi yang Diubah-ubah	42
Gambar 4.2 Grafik Perubahan Perubahan Frekuensi Sebagai Fungsi Perubahan C1 atau C2 pada Rangkaian Osilator Colpitts	43
Gambar 4.3 Sinyal output sensor ultrasonik	46
Gambar 4.4 Grafik perbandingan V_{in} dengan V_{out} untuk $A = 10$	48
Gambar 4.5 Penguatan pertama sinyal input	49

Gambar 4.6 Penguatan kedua sinyal input.....	50
Gambar 4.7 Grafik respon rangkaian band pass filter	53
Gambar 4.8 Driver relay dengan komparator.....	55



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kebutuhan akan hidup sehat tidak akan pernah terlepas dari kehidupan manusia. Semua manusia menginginkan untuk hidup sehat. Tapi banyak faktor yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Satu diantaranya adalah virus virus penyakit yang disebarkan oleh hewan hewan seperti nyamuk. Sementara itu jumlah populasi mereka yang sangat banyak dan terus berkembang terutama pada perumahan penduduk membuat hewan tersebut tergolong dalam hewan yang merugikan dan dibenci manusia selain karena mengganggu kesehatan juga dapat menimbulkan wabah penyakit. Untuk mengatasi hal ini maka dibuatlah suatu alat elektronika yang dapat mendeteksi dan mengusir hewan hewan tersebut. Peranan alat ini diharapkan dapat mengurangi dan mencegah penyebaran virus virus penyakit yang dibawa oleh nyamuk.

Nyamuk memiliki pendengaran diatas 20 kHz sementara manusia hanya memiliki pendengaran hingga 20 kHz. Oleh karena itu pada alat ini digunakan sensor ultrasonik yang dapat menghasilkan frekuensi diatas 20 kHz yang digunakan sebagai sinyal yang diberikan kepada hewan hewan tersebut. Untuk menghasilkan frekuensi tersebut maka dibutuhkan rangkaian osilator. Rangkaian osilator merupakan rangkaian yang dapat menghasilkan osilasi dari besaran listrik. Besarnya osilasi yang dihasilkan tergantung dari komponen komponen penyusunnya. Keluaran osilasi tersebut biasanya direpresentasikan dalam besaran frekuensi.

Dalam penelitian ini frekuensi yang dihasilkan oleh alat dipancarkan pada hewan nyamuk. Kemudian penulis melihat respon dan pengaruh terhadap hewan tersebut dengan memvariasikan frekuensi yang diberikan. Saat diberikan pancaran gelombang ultrasonik, indra hewan tersebut akan mengenali suara yang dihasilkan oleh gelombang tersebut sebagai sinyal pengganggu atau ancaman. Jika mereka berada terus menerus diberikan gelombang tersebut, mereka akan merasa tidak nyaman dan akhirnya menjauh dari alat pemancar gelombang.

1.2 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini hewan yang digunakan terbatas pada hewan pengganggu seperti nyamuk. Sebelumnya terlebih dahulu dibuat rangkaian osilator dengan frekuensi sebesar 20 sampai 40 kHz yang kemudian nilainya divariasikan. Rangkaian ini dihubungkan dengan pengkondisi sinyal dan dihubungkan dengan sensor ultrasonik. Nilai frekuensi tersebut kemudian dicoba diberikan pada hewan-hewan tersebut dan dilihat pengaruhnya. Selanjutnya diamati dan diteliti pada frekuensi berapa hewan-hewan tersebut dapat menjauh.

Setelah dibuat rangkaian pemancar (*transmitter*) gelombang ultrasonik sebagai pengusir nyamuk kemudian dibuat rangkaian penerima (*receiver*) sebagai pendeteksi frekuensi hewan tersebut. Rangkaian ini juga dihubungkan dengan pengkondisi sinyal dan sensor ultrasonik. Rangkaian ini digunakan untuk mendeteksi dan mengukur frekuensi hewan nyamuk yang mendekat.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mempelajari dan merancang rangkaian pendeteksi frekuensi yang dihasilkan nyamuk.
2. Mempelajari dan merancang rangkaian pengusir nyamuk dengan osilator LC.
3. Dapat mengetahui frekuensi yang dihasilkan oleh nyamuk.
4. Dapat mengetahui frekuensi yang dibenci dan mengganggu indra pendengaran nyamuk.

1.4 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan terdiri dari beberapa tahap berikut :

1. Studi literatur

Tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan berbagai macam informasi dan teori mengenai penelitian yang dilakukan. Informasi yang diperoleh berasal dari literatur, artikel, jurnal, internet dan buku-buku yang berkaitan dengan penelitian penulis.

2. Diskusi

Tahapan ini dilakukan untuk memperoleh solusi dari berbagai permasalahan yang ditemukan saat proses penelitian. Semua informasi yang telah didapat kemudian didiskusikan baik itu dengan dosen pembimbing maupun dengan rekan rekan mahasiswa. Diskusi dilakukan dengan tanya jawab dan juga mempresentasikan hasil penelitian.

3. Perancangan Alat

Tahapan ini dilakukan untuk mempelajari karakteristik dan fungsi alat yang akan dibuat. Perancangan alat pada penelitian ini terdiri dari rangkaian osilator sebagai pemancar (*transmitter*) gelombang ultrasonik sebagai pengusir nyamuk dan juga rangkaian penerima atau pendeteksi (*receiver*) frekuensi yang dihasilkan oleh sayap nyamuk. Sebelum menggunakan rangkaian osilator dalam penelitian ini, maka perlu dilakukan perancangan yang baik. Perancangan dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan untuk mendapatkan nilai-nilai komponen yang sesuai dan juga frekuensi yang diinginkan untuk digunakan dalam penelitian ini.

4. Pembuatan Alat

Alat yang digunakan pada penelitian dibuat berdasarkan perancangan yang dilakukan pada tahap sebelumnya. Alat dibuat menggunakan komponen komponen yang telah dihitung sebelumnya pada proses perancangan alat. Untuk proses pembuatannya penulis menggunakan bantuan *software* Protel 99 SE untuk membuat jalur pada PCB (*Printed Circuit Board*).

5. Pengujian Sistem

Pengujian sistem bertujuan untuk memastikan alat yang telah dibuat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya. Hal ini dilakukan agar pada saat penelitian tidak timbul permasalahan akibat alat yang dibuat kurang baik. Setelah alat yang dibuat telah dipastikan baik, maka alat tersebut digunakan pada penelitian.

6. Pengambilan Data

Tahap ini dilakukan setelah semua alat yang dibuat teruji dengan baik. Pengambilan data dilakukan dengan cara memvariasikan nilai kapasitor pada rangkaian osilator. Setelah itu amati dan catat perubahan frekuensi yang

terjadi akibat perubahan nilai komponennya sehingga didapatkan rentang frekuensi. Rentang frekuensi ini kemudian diberikan pada hewan nyamuk kemudian dilihat reaksi hewan tersebut. Pada rangkaian pendeteksi kita lihat dan catat frekuensi yang dihasilkan oleh hewan tersebut.

7. Pembahasan dan Analisis

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara hewan yang diteliti dengan frekuensi frekuensi yang diberikan. Selain itu penulis juga mengamati karakteristik hewan yang diteliti, bagaimana respon yang dihasilkan, dan hubungannya dengan teori yang telah didapatkan sebelumnya.

8. Pembuatan Laporan Akhir

Tahap ini dilakukan setelah mendapatkan semua data hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Laporan disertai dengan analisis dan pengolahan data yang telah dilakukan pada tahap pembahasan dan analisis.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari beberapa bab dan sub bab. Berikut akan diuraikan secara singkat mengenai isi dari setiap bab tersebut.

BAB I

Pendahuluan berisi latar belakang masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, metodologi penelitian dan sistematika penulisan dari skripsi ini.

BAB II

Landasan teori ini mengenai teori dasar sebagai hasil dari studi literatur yang berhubungan dengan perancangan alat dan yang akan dilakukan dalam penelitian.

BAB III

Pada bab ini berisi mengenai perancangan dan eksperimen osilator sensor sebagai transmitter. Selain itu juga mendesain rangkaian receiver untuk mendeteksi frekuensi nyamuk.

BAB IV

Pada bab ini berisi data dari hasil eksperimen yang kemudian akan dianalisa untuk mengetahui karakteristik dari masing – masing rangkaian transmitter dan receiver.

BAB V

Bagian ini adalah penutup dari semua bab yang berisi mengenai kesimpulan dari yang didapat oleh penulis selama melakukan penelitian ini. Selain itu juga berisi saran dari penulis untuk memajukan penelitian ini.



BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Jenis-jenis Bunyi Berdasarkan Frekuensi

Suara atau bunyi dihasilkan oleh getaran suatu benda. Selama bergetar, perbedaan tekanan terjadi di udara sekitarnya. Pola osilasi yang terjadi dinamakan sebagai gelombang. Gelombang mempunyai pola sama yang berulang pada interval tertentu, yang disebut sebagai periode.

Suara berkaitan erat dengan frekuensi. Frekuensi adalah banyaknya periode dalam 1 detik, dalam satuan Hertz (Hz) atau cycles per second (cps). Panjang gelombang suara (wavelength) dirumuskan dengan

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (2.1)$$

dimana λ = panjang gelombang, c = kecepatan rambat bunyi dan f = frekuensi. Berdasarkan frekuensi, suara dibagi menjadi: infrasonik (0 Hz – 20 Hz), audiosonik atau pendengaran manusia (20 Hz – 20 kHz), ultrasonik (20 kHz – 1 GHz) dan hipersonik (1GHz – 10 THz).

2.1.1 Audiosonik

Telinga kita hanya dapat mendengar bunyi yang mempunyai frekuensi tertentu. Bunyi yang dapat kita dengar dinamakan bunyi audio (Audiosonik). Audiosonik mempunyai frekuensi antara 20 Hz sampai 20.000 Hz. Jadi, kita akan dapat mendengar suatu bunyi berkisar 20 Hz – 20.000 Hz. Bunyi di bawah 20 Hz atau di atas 20.000 Hz tidak dapat kita dengar. Namun beberapa orang yang memiliki pendengaran tajam dapat saja mendengar bunyi dengan frekuensi di bawah 20 Hz atau di atas 20.000 Hz. Hal itu sebagai pengecualian saja. seiring bertambahnya usia, kemampuan pendengaran manusia berkurang, apalagi jika sering mendengar suara yang bising dan gaduh, misalnya suara mesin pabrik, kendaraan bermotor, suara pesawat atau konser-konser musik.

2.1.2 Infrasonik

Bunyi yang frekuensinya kurang dari 20 Hz disebut infrasonik, sedangkan bunyi yang frekuensinya lebih dari 20.000 Hz disebut ultrasonik. Bunyi infrasonik dihasilkan oleh bergetarnya benda-benda berukuran besar, seperti gempa bumi, atau gunung meletus. Sehingga kalau akan terjadi gempa atau gunung meletus, ada hewan-hewan tertentu yang sudah dapat mendeteksi dan hewan tersebut akan lari mencari tempat yang aman.

Meskipun telinga manusia tidak mampu menangkap gelombang bunyi infrasonik dan ultrasonik, hewan-hewan tertentu mampu menangkap gelombang tersebut. Hewan-hewan itu memiliki kepekaan luar biasa misalnya: jangkrik, anjing, lumba-lumba, dan kelelawar dapat mendengar infrasonik. Kelelawar juga dapat menghasilkan dan mendengar bunyi ultrasonik.

2.1.3 Ultrasonik

Gelombang ultrasonik merupakan gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi di atas 20 kHz. Gelombang ini dapat merambat dalam medium padat, cair dan gas, hal disebabkan karena gelombang ultrasonik merupakan rambatan energi dan momentum mekanik sehingga merambat sebagai interaksi dengan molekul dan sifat enersia medium yang dilaluinya.

Karakteristik gelombang ultrasonik yang melalui medium mengakibatkan getaran partikel dengan medium amplitudo sejajar dengan arah rambat secara longitudinal sehingga menyebabkan partikel medium membentuk rapatan (strain) dan tegangan (stress). Proses kontinu yang menyebabkan terjadinya rapatan dan regangan di dalam medium disebabkan oleh getaran partikel secara periodik selama gelombang ultrasonik melaluinya.

Getaran ultrasonik yang dipancarkan oleh beberapa hewan, seperti kelelawar mempunyai peranan sangat penting. Getaran ultrasonik merambat lebih cepat daripada kecepatan terbang kelelawar. Apabila getaran ultrasonik mengenai benda-benda di depannya, seperti tembok dan ranting pepohonan, getaran itu akan dipantulkan dan ditangkap kembali oleh kelelawar. Selanjutnya dengan gesit

kelelawar beraksi sehingga terhindar dari tabrakan dengan benda-benda yang ada di depannya. Berikut ini merupakan rentang frekuensi pendengaran hewan seperti ditunjukkan oleh tabel 2.1 berikut

Tabel 2.1 Rentang Frekuensi Pendengaran Hewan

Hewan	Rentang Frekuensi Pendengaran
ayam & burung	< 29.000 Hz
anjing & kucing	< 27.000 Hz
tikus & (hewan pengerat)	< 45.000 Hz
kecoa, nyamuk, laba-laba, dll	< 40.000 Hz
Kelelawar	< 60.000 Hz

2.2 Penerima (receiver) sebagai pendeteksi

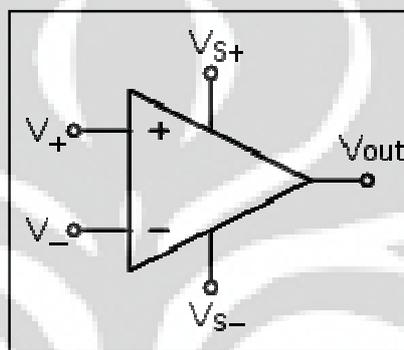
Penerima ultrasonik ini akan menerima sinyal ultrasonik yang dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan karakteristik frekuensinya. Dalam hal ini, sinyal ultrasonik yang diterima berasal dari getaran yang dipancarkan langsung oleh hewan nyamuk. Sinyal yang diterima tersebut akan diberi penguatan terlebih dahulu untuk kemudian melalui proses filterisasi frekuensi dengan menggunakan rangkaian penyaring frekuensi band pass (band pass filter), dengan nilai frekuensi yang dilewatkan yang batas bawah dan batas atasnya telah ditentukan.

2.2.1 Penguat Inverting

Penguat operasional atau yang dikenal sebagai Op-Amp merupakan suatu rangkaian terintegrasi atau IC yang memiliki fungsi sebagai penguat sinyal, dengan beberapa konfigurasi. Secara ideal Op-Amp memiliki impedansi masukan dan penguatan yang tak berhingga serta impedansi keluaran sama dengan nol. Dalam prakteknya, Op-Amp memiliki impedansi masukan dan penguatan yang

besar serta impedansi keluaran yang kecil. Op-amp memiliki simbol seperti yang terlihat pada Gambar 2.1.

Secara garis besar, terdapat 4 pin utama dari Op-Amp, yaitu masukan inverting (tanda minus), masukan noninverting (tanda plus), masukan tegangan positif, masukan tegangan negatif dan pin keluaran. Di samping pin tersebut terdapat satu pin untuk pengaturan (adjustment). Beberapa penerapan Op-Amp diantaranya adalah penguat inverting, penguat noninverting, penguat penjumlah dan penguat selisih.



Gambar 2.1 Simbol Op-Amp

[Sumber: <http://abisabrina.files.wordpress.com/2010/08/simbol-op-amp.png>]

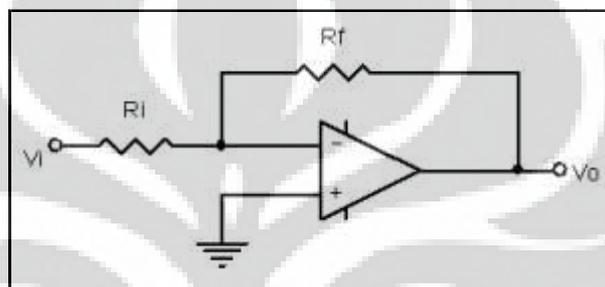
Penguat operasional banyak digunakan dalam berbagai aplikasi karena beberapa keunggulan yang dimilikinya, seperti penguatan yang tinggi, impedansi masukan yang tinggi, impedansi keluaran yang rendah dan lain sebagainya. Berikut ini adalah karakteristik dari Op Amp ideal:

1. Penguatan tegangan lingkaran terbuka (open-loop voltage gain) $AV_{OL} = \infty$
2. Tegangan offset keluaran (output offset voltage) $V_{OO} = 0$
3. Hambatan masukan (input resistance) $R_I = \infty$
4. Hambatan keluaran (output resistance) $R_O = 0$
5. Lebar pita (band width) $BW = \infty$
6. Waktu tanggapan (respon time) = 0 detik

7. Karakteristik tidak berubah dengan suhu

Kondisi ideal tersebut hanya merupakan kondisi teoritis tidak mungkin dapat dicapai dalam kondisi praktis [5]. Tetapi para pembuat Op Amp berusaha untuk membuat Op Amp yang memiliki karakteristik mendekati kondisi-kondisi di atas. Karena itu sebuah Op Amp yang baik harus memiliki karakteristik yang mendekati kondisi ideal.

Rangkaian untuk penguat inverting adalah seperti yang ditunjukkan Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Penguat Inverting

[Sumber : <http://www.electronics-tutorials.ws/>]

Penguat ini memiliki ciri khusus yaitu sinyal keluaran memiliki beda fasa sebesar 180° . Penguatan rangkaian penguat inverting adalah berdasar pada persamaan berikut:

$$V_{out} = -V_{in} \left(\frac{R_f}{R_i} \right)$$

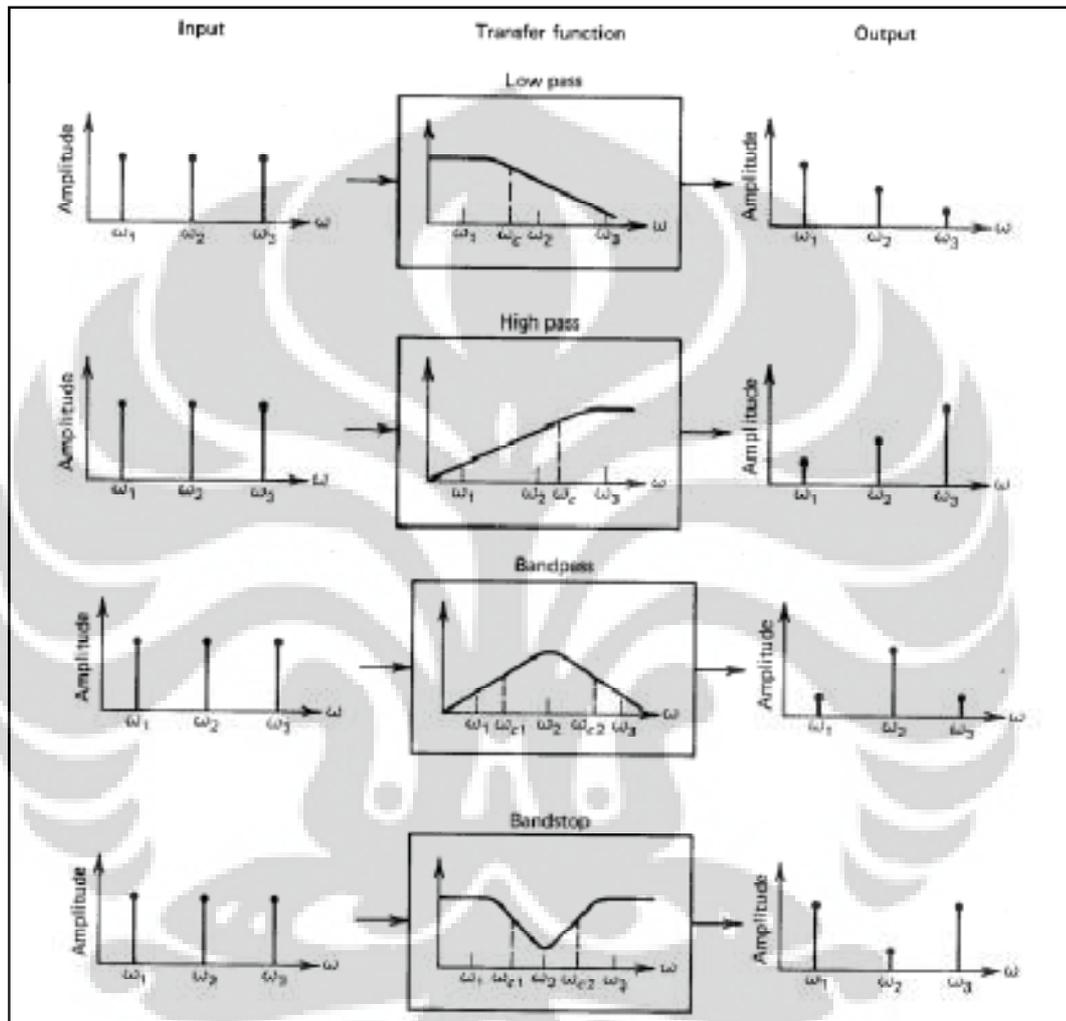
$$\text{Penguatan} = A_v = \frac{-V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_f}{R_i} \quad (2.2)$$

2.2.2 Filter Lolos Rentang (Band Pass Filter)

Filter adalah suatu rangkaian yang dipergunakan untuk membuang tegangan output. Untuk merancang filter dapat dipergunakan komponen pasif

resistor, inductor dan kapasitor (R, L, C) dan komponen aktif (op-amp dan transistor). Dengan demikian filter dapat dikelompokkan menjadi filter pasif dan filter aktif.

Gambar 2.3 menunjukkan tanggapan masing-masing jenis filter pasif.



Gambar 2.3 Tipe Filter dan Tanggapannya (*Response*)

[Sumber: Kusuma, Sastra Wijaya, *Diktat Kuliah Elektronika I*, Departemen Fisika FMIPA UI.]

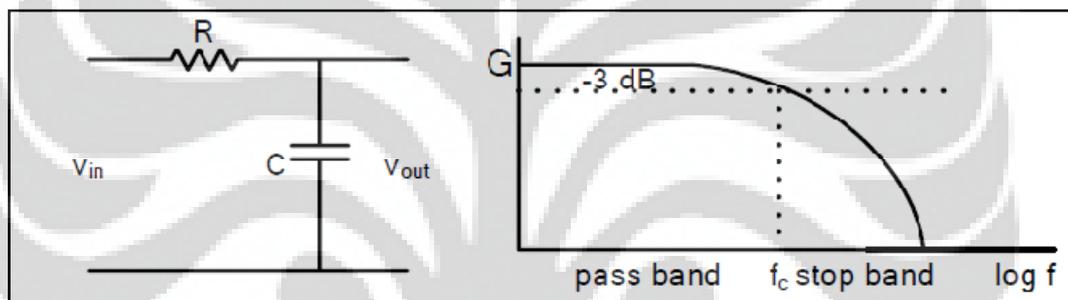
Berdasarkan tanggapan (response) frekuensinya, filter dikelompokkan menjadi 4 jenis yaitu:

1. Filter lolos rendah atau Low Pass Filter (LPF),

2. Filter lolos tinggi atau High Pass Filter (HPF),
3. Filter lolos rentang atau Band Pass Filter (BPF),
4. Filter tolak rentang atau Band Stop Filter atau Nocth filter.

Untuk membuat filter seringkali dihindari penggunaan induktor, terutama karena ukurannya yang besar. Sehingga umumnya filter pasif hanya menggunakan R dan C saja. Frekuensi Cut-Off (f_c) adalah frekuensi keluaran yang amplitudonya turun 70,7% (-3dB) terhadap amplitudo frekuensi masukannya.

Filter lolos rendah atau Low Pass Filter (LPF) adalah filter yang hanya melewatkan frekuensi yang lebih rendah dari frekuensi cut-off (f_c). Di atas frekuensi tersebut outputnya mengecil (idealnya tidak ada).



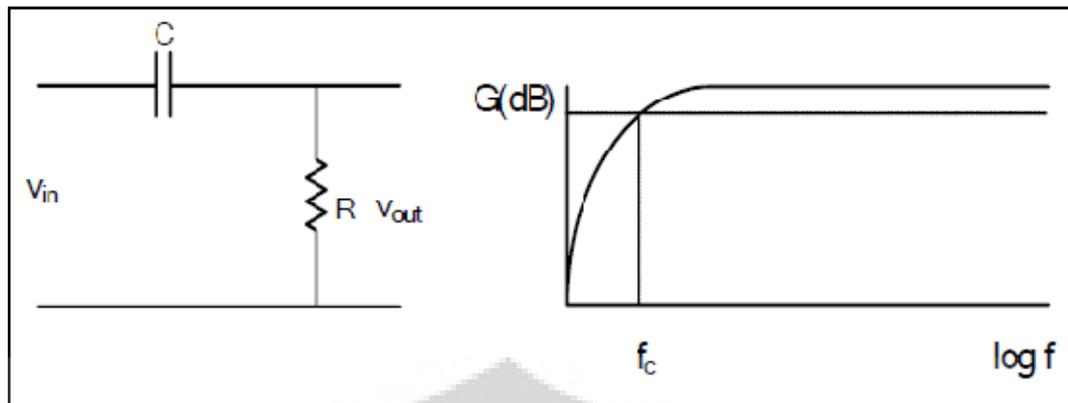
Gambar 2.4 LPF Pasif dan tanggapannya (*response*).

[Sumber: Kusuma, Sastra Wijaya, *Diktat Kuliah Elektronika I*, Departemen Fisika FMIPA UI.]

Untuk merancang filter ini bisa dipilih nilai R dan C berdasarkan persamaan:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad (2.3)$$

Filter lolos tinggi High Pass Filter (HPF) adalah filter yang hanya melewatkan frekuensi yang lebih tinggi dari frekuensi cut-off (f_c). Di bawah frekuensi tersebut outputnya idealnya tidak ada.

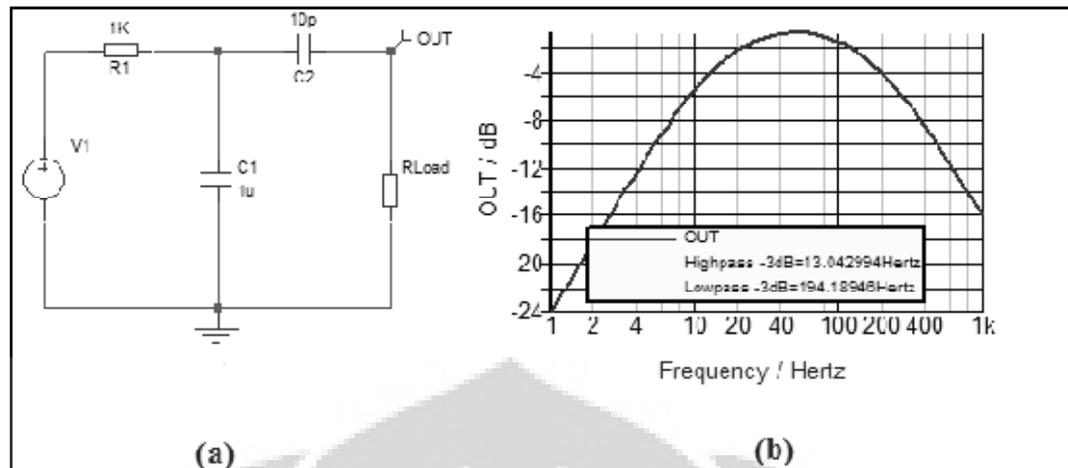


Gambar 2.5 HPF Pasif dan tanggapannya (*response*).

[Sumber: Kusuma, Sastra Wijaya, *Diktat Kuliah Elektronika I*, Departemen Fisika FMIPA UI.]

Untuk merancang filter ini juga bisa dipilih nilai R dan C berdasarkan persamaan 2.3.

Filter lolos rentang atau band pass filter (BPF) adalah gabungan dari filter lolos rendah dengan filter lolos tinggi. Gambar 2.3 memperlihatkan contoh rangkaian BPF dan tanggapannya. Band pass filter merupakan rangkaian filter yang hanya memperbolehkan frekuensi dengan rentang (band) tertentu untuk dapat melewatinya, dengan memberi redaman yang sangat besar pada frekuensi yang terlalu tinggi dan terlalu rendah. Pada dasarnya rangkaian band pass filter dibangun oleh low pass filter dan high pass filter yang disusun secara seri, sehingga rangkaian band pass filter memiliki dua frekuensi cut-off untuk High dan Low (f_{cH} dan f_{cL}).



Gambar 2.6 (a) Rangkaian Band Pass Filter, (b) respon Band Pass Filter

[Sumber: <http://ilmu-elektronika.co.cc/index.php/arus-bolak-balik-ac/rangkaian-filter-penyaring-pasif.html>]

Pada rangkaian band pass filter di atas, R1 dan C1 bertindak sebagai low pass filter. C2 dan RLoad bertindak sebagai high pass filter. Hasil simulasi elektronika memperlihatkan kurva keluaran dari rangkaian band pass filter, dimana $f_{cH} = 194,19$ Hz dan $f_{cL} = 13,02$ Hz, sehingga bandwidth rangkaian adalah $BW = f_{cH} - f_{cL} = 194,19$ Hz – $13,02$ Hz = $181,17$ Hz.

2.3 Pemancar (transmitter) sebagai pengusir

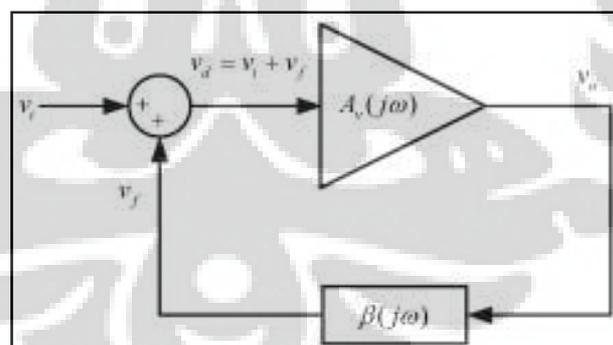
Pemancar ultrasonik ini berupa rangkaian yang memancarkan sinyal sinusoidal berfrekuensi di atas 20 kHz menggunakan sebuah transducer transmitter ultrasonik. Rangkaian pengusir ini terdiri dari rangkaian osilator LC yang dihubungkan ke sensor ultrasonik transmitter sebagai buzzer untuk mengarahkan sinyal yang dibangkitkan kepada hewan nyamuk.

2.3.1 Rangkaian Osilator LC

Rangkaian osilator adalah suatu rangkaian listrik yang dapat menghasilkan osilasi dari besaran listrik. Rangkaian ini terdiri atas rangkaian amplifier dan resonator. Rangkaian ini tidak membutuhkan masukan dari luar untuk menghasilkan sinyal listrik. Pada dasarnya, rangkaian osilator terdiri atas

amplifier, pembatasan amplitudo sinyal, penentuan nilai komponen resonator pada frekuensi yang telah ditentukan, dan resonator sebagai umpan balik positif. Biasanya, amplifier dalam rangkaian osilator ini dapat digunakan sebagai pembatas amplitudo sinyal, dan penentuan frekuensi dilakukan dengan menentukan nilai – nilai komponen dari resonatornya sebagai rangkaian umpan balik. Rangkaian umpan balik digunakan untuk mengembalikan sebagian sinyal keluaran ke masukan. Dalam hal osilator ini, umpan balik yang digunakan adalah umpan balik positif. Umpan balik positif terjadi ketika sinyal keluaran pada rangkaian umpan balik memiliki fase yang sama dengan sinyal masukan sehingga besar sinyalnya adalah sinyal keluaran dari resonator ditambah dengan sinyal masukan. Jika kondisi di atas tercapai, maka osilasi akan terjadi [6].

Rangkaian dasar umpan balik osilator ditunjukkan pada gambar 2.7. Gain dari amplifier tegangan disimbolkan oleh $A_v(j\omega)$, dan tegangan pada rangkaian umpan balik ditunjukkan oleh fungsi transfer $\beta(j\omega)$. Gain amplifier itu sendiri biasa disebut gain lup terbuka karena ini adalah gain antara v_o dan v_i ketika $v_f = 0$. Gain pada amplifier tersebut juga termasuk bilangan kompleks. Namun, pada beberapa osilator saat frekuensi osilasi, amplifier hanya bekerja pada daerah tertentu dimana $A_v(j\omega)$ bernilai tetap, dalam hal ini disimbolkan dengan A_{vo} .



Gambar 2.7 Rangkaian Dasar Umpan Balik

[Sumber : Guillermo Gonzalez.(2007). *Foundation of Oscillator Circuit Design*. London : Artech House, Inc. : 2]

Umpan balik pada diagram osilator tersebut adalah positif. Umpan balik ini akan mengembalikan sebagian sinyal keluaran ke sinyal masukan pada lup

tertutup. Karena umpan balik yang digunakan adalah positif, maka sinyal masukan dan keluaran berada pada fase yang sama sehingga sinyalnya bertambah menjadi sinyal masukan ditambah dengan sinyal keluaran. Sinyal masukan disini disimbolkan dengan v_i dan sinyal keluaran disimbolkan dengan v_o . Untuk umpan balik positif, pergeseran fase yang timbul pada lup tertutup bernilai 360^0 atau sama dengan 0^0 .

Dari Gambar 2.1 didapat persamaan sebagai berikut,

$$v_o = A_v(j\omega)v_d \quad (2.4)$$

$$v_f = \beta(j\omega)v_o \quad (2.5)$$

dimana,

$$v_d = v_i + v_f \quad (2.6)$$

Dari persamaan (2.4) dan (2.6), maka didapat persamaan *gain* tegangan pada lup tertutup sebagai berikut,

$$A_v(j\omega) = \frac{v_o}{v_i} = \frac{A_v(j\omega)}{1 - \beta(j\omega)A_v(j\omega)} \quad (2.7)$$

Bilangan $\beta(j\omega)A_v(j\omega)$ disebut sebagai *gain* lup.

Agar osilasi terjadi, sinyal keluaran harus ada tanpa diberikan masukan dari luar. Jadi, dengan menganggap $v_i = 0$ pada persamaan (2.7), maka penyebut pada persamaan *gain* lup tertutup juga disamakan dengan v_i sehingga,

$$1 - \beta(j\omega)A_v(j\omega) = 0$$

atau,

$$\beta(j\omega)A_v(j\omega) = 1 \quad (2.8)$$

Persamaan (2.8) menjelaskan bahwa untuk terjadi osilasi, maka nilai *gain* lup harus sama dengan satu. Pernyataan di atas disebut dengan kriteria *Barkhausen*.

Dengan menganggap $A_v(j\omega) = A_{vo}$, dimana

$$\beta(j\omega) = \beta_r(\omega) + j\beta_i(\omega)$$

dengan $\beta_r(\omega)$ dan $\beta_i(\omega)$ adalah bagian riil dan imajiner dari $\beta(j\omega)$, maka dapat dituliskan,

$$\beta_r(\omega) A_{vo} + j\beta_i(\omega) A_{vo} = 1 \quad (2.9)$$

Dengan menyamakan bagian real dan imajiner pada kedua sisi persamaan di atas, maka didapat,

$$\beta_r(\omega) A_{vo} = 1 \rightarrow A_{vo} = \frac{1}{\beta_r(\omega)} \quad (2.10)$$

dan

$$\beta_i(\omega) A_{vo} = 0 \rightarrow \beta_i(\omega) = 0 \quad (2.11)$$

karena $A_{vo} \neq 0$. Kondisi (2.10) dan (2.11) disebut sebagai kriteria *Barkhausen* dalam bentuk *rectangular* untuk $A_v(j\omega) = A_{vo}$. Kondisi (2.10) disebut sebagai kondisi *gain*, dan kondisi (2.8) disebut sebagai kondisi osilasi. Pada kondisi (2.11) menjelaskan bahwa pergeseran fase disekitar lup tertutup adalah 0° atau kelipatan 360° [3].

Rangkaian osilator memiliki banyak jenis, seperti osilator kristal, osilator RC, dan osilator LC. Dalam kesempatan ini penulis menggunakan osilator LC. Osilator LC adalah sebuah rangkaian osilator listrik dimana resonatornya menggunakan komponen pasif kapasitor dan induktor. Osilator ini memiliki frekuensi kerja sekitar 1 – 500 MHz. Rangkaian amplifier yang digunakan untuk setiap resonator berbeda, tergantung jenis resonator yang digunakan. Komponen aktif yang digunakan sebagai amplifier untuk frekuensi kerja di atas 1 MHz yaitu transistor BJT dan FET. Dalam rancangan alat ini penulis menggunakan transistor jenis BJT. Tipe transistor BJT yang digunakan oleh penulis untuk semua rangkaian amplifier osilator adalah 2N3904, karena mudah didapat dan dapat digunakan sebagai amplifier pada frekuensi 100 MHz [3].

Berikut akan dibahas mengenai elemen penyusun rangkaian osilator yang akan digunakan dalam penelitian ini

2.3.2 Induktor dan Kapasitor

2.3.2.1 Induktor

Induktor adalah sebuah komponen elektronika bersifat pasif yang dapat menyimpan energi dalam bentuk medan magnet yang disebabkan oleh arus listrik

yang melewatinya. Biasanya induktor terbuat dari kawat yang berbentuk kumparan, sehingga kumparannya membantu membuat medan magnet yang kuat pada kumparan tersebut dikarenakan hukum induksi *Faraday*. Komponen induktor ini biasanya digunakan pada rangkaian listrik yang menggunakan arus dan tegangan bolak-balik (AC) karena mampu memproses arus dan tegangan bolak-balik (AC). Satuan yang biasa digunakan pada induktor adalah *Henry* (H). Secara kuantitatif, nilai induktor dapat ditentukan dengan persamaan berikut,

$$L = \frac{N\phi}{i} \quad (2.12)$$

dimana,

L = nilai induktansi (H)

N = jumlah lilitan kumparan

Φ = fluks magnetik yang melalui lup (Wb)

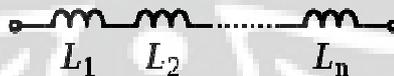
i = arus (A)

Induktor memiliki simbol skematik yang biasa digunakan pada rangkaian listrik sebagai berikut,



Gambar 2.8 Simbol Induktor

Sama halnya dengan resistor, induktor dapat dipasang secara seri atau paralel pada suatu rangkaian listrik. Persamaan induktansi totalnya sama dengan persamaan resistor yang dihubungkan secara seri atau paralel pada rangkaian listrik. Jika induktor dihubungkan secara seri seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut,

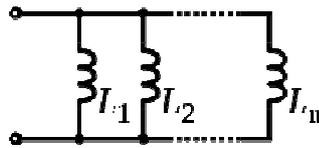


Gambar 2.9 Induktor Dihubung Seri

maka, persamaan induktansi totalnya adalah sebagai berikut,

$$L_{Total_Seri} = L_1 + L_2 + \dots + L_n \quad (2.13)$$

Sedangkan, jika induktor dihubungkan secara paralel seperti pada gambar berikut,



Gambar 2.10 Induktor Dihubung Paralel

maka, persamaan induktansi totalnya adalah sebagai berikut,

$$\frac{1}{L_{Total_Paralel}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n} \quad (2.14)$$

Saat digunakan pada rangkaian listrik yang menggunakan tegangan AC, induktor akan bersifat menghambat pada rangkaian tersebut. Sifat tersebut biasa disebut dengan reaktansi induktif (X_L) yang memiliki satuan *ohm*. Besar reaktansi induktif tergantung pada nilai frekuensi tegangan yang melewati induktor tersebut. Besar nilai reaktansi induktif ini sebanding dengan frekuensi yang melewatinya. Berikut persamaan reaktansi induktif sebagai fungsi frekuensi,

$$X_L = \omega L = (2\pi f) L \quad (2.15)$$

dimana, f = frekuensi (Hz)

L = induktor (H)

π = 3,14

X_L = reaktansi induktif (ohm)

Semakin besar frekuensi yang melewati induktor tersebut, maka reaktansinya juga akan semakin besar. Reaktansi akan bersifat resistif seperti resistor biasa. Namun, nilai hambatannya tidak tetap seperti resistor biasa. Nilainya akan berubah sebanding dengan frekuensi yang melewatinya [7].

2.3.2.2 Kapasitor

Kapasitor adalah sebuah komponen elektronika bersifat pasif yang dapat menyimpan energi dalam bentuk medan listrik. Pada dasarnya kapasitor berbentuk dua pelat yang sejajar, dan di antara dua pelat sejajar tersebut terdapat bahan isolator agar tidak terhubung singkat. Komponen kapasitor ini biasanya digunakan pada rangkaian listrik dengan tegangan dan arus bolak – balik (AC), karena

tegangan dan arus searah (DC) tidak dapat melewati kapasitor. Hal tersebut disebabkan karena adanya bahan isolator di dalam kapasitor tersebut. Satuan yang biasa digunakan pada kapasitor adalah *Farad* (F). Secara kuantitatif, nilai kapasitor dapat ditentukan dengan persamaan berikut,

$$C = \frac{\varepsilon A}{d} \quad (2.16)$$

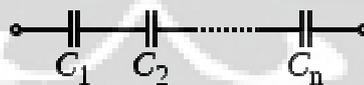
dimana, C = nilai kapasitor (F)
 ε = permitivitas dielektrik
 A = luas pelat (m²)
 d = jarak kedua pelat (m)

Kapasitor memiliki simbol skematik yang biasa digunakan pada rangkaian listrik sebagai berikut,



Gambar 2.11 Simbol Kapasitor

Kapasitor juga dapat dipasang secara seri atau paralel seperti resistor atau induktor, tetapi persamaan kapasitansi totalnya berbeda dengan resistor atau induktor. Jika kapasitor dihubungkan secara seri atau paralel, maka skematik dan persamaannya adalah sebagai berikut,

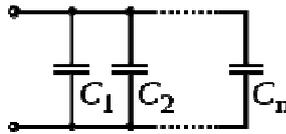


Gambar 2.12 Kapasitor Dihubung Seri

maka persamaan kapasitansi totalnya adalah sebagai berikut,

$$\frac{1}{C_{Total_Seri}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad (2.17)$$

Sedangkan, jika kapasitor dihubungkan secara paralel seperti pada gambar berikut,



Gambar 2.13 Kapasitor Dihubung Paralel

maka persamaan kapasitansi totalnya adalah sebagai berikut,

$$C_{Total_Paralel} = C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad (2.18)$$

Sama halnya dengan induktor, kapasitor biasanya digunakan pada rangkaian listrik AC. Jika sinyal listrik dengan frekuensi tertentu melewati kapasitor, maka akan timbul reaktansi kapasitif pada kapasitor (X_C). Hubungan antara reaktansi kapasitif, kapasitor, dan frekuensi adalah sebagai berikut,

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(2\pi f)C} \quad (2.19)$$

dimana, f = frekuensi (Hz)

C = kapasitor (F)

$\pi = 3,14$

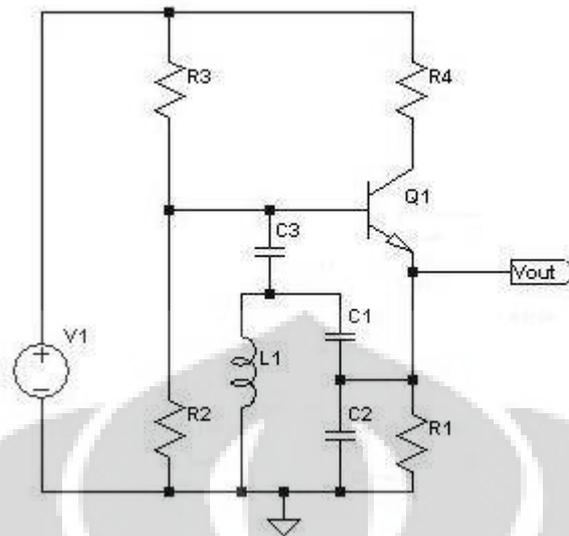
X_C = reaktansi induktif (ohm)

Terlihat pada persamaan (2.19) bahwa besar frekuensi yang melewati kapasitor berbanding terbalik dengan reaktansi kapasitif. Jadi, semakin besar frekuensi yang melewati kapasitor, semakin kecil reaktansi kapasitif dari kapasitor tersebut.

2.3.3 Rangkaian Osilator LC Tipe Colpitts

Banyak sekali jenis rangkaian osilator yang menggunakan resonator LC, tergantung konfigurasi resonator dan amplifiernya. Berikut ini akan dibahas mengenai rangkaian osilator LC tipe Colpitts sebagai pemancar gelombang ultrasonik.

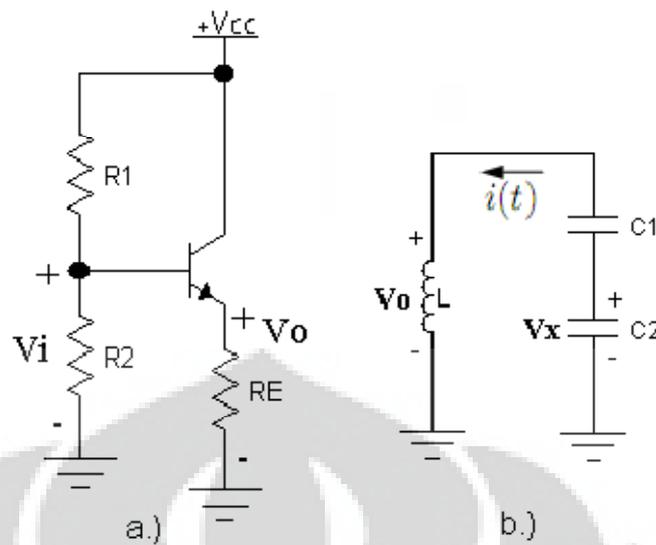
Osilator tipe Colpitts ini memiliki rangkaian amplifier Common-Collector karena titik ground dari rangkaian terletak pada kaki collector transistor. Berikut skematik rangkaian dari osilator tipe Colpitts yang sering digunakan dalam rangkaian elektronika sederhana.



Gambar 2.14 Rangkaian Osilator Tipe Colpitts

Rangkaian osilator tipe ini terdiri atas resonator LC dan amplifier Common-Collector. Jika masing-masing rangkaian diamati, maka akan terlihat jelas mengapa resonator tipe ini harus menggunakan amplifier Common-Collector.

Skematik dari amplifier Common-Collector dan resonator tipe Colpitts ditunjukkan pada gambar 2.15. Pada Gambar 2.15a yaitu amplifier Common-Collector memiliki karakteristik yaitu besar penguatannya sama dengan 1 dan beda fase antara sinyal masukan dan keluaran adalah sama dengan 0^0 atau kelipatan 360^0 .



Gambar 2.15 a.) Amplifier Tipe *Common-Collector* dan b.) Resonator Tipe Colpitts

$$V_{BB} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC}$$

$$I_E = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_E}$$

$$r_e' = \frac{25mV}{I_E} \quad (2.20)$$

$$v_{in} = i_e (R_E + r_e')$$

$$v_{out} = i_e (R_E)$$

$$\text{dimana, } R_E \gg r_e'$$

sehingga,

$$\text{gain CC} = \frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{R_E}{R_E + r_e'} \approx 1 \quad (2.21)$$

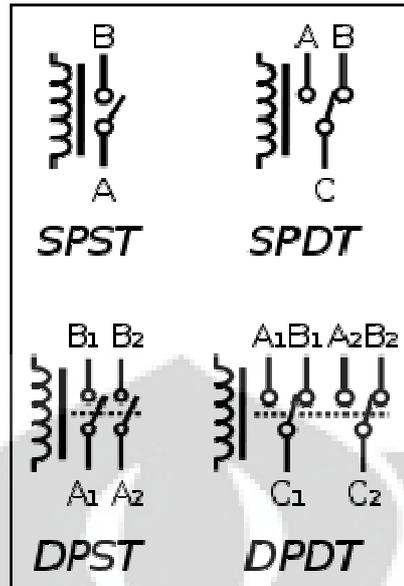
Terlihat pada persamaan (2.21), besar gain dari amplifier tipe ini yaitu sama dengan 1. Selain itu, amplifier tipe ini tidak mengalami pergeseran fase antara sinyal masukan dan keluaran.

2.4 Relay

Relay adalah suatu piranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor (saklar) yang tersusun. Kontaktor akan tertutup (On) atau terbuka (Off) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar dimana pergerakan kontaktor (On/Off) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik. Sebagai komponen elektronika, relay mempunyai peran penting dalam sebuah sistem rangkaian elektronika dan rangkaian listrik untuk menggerakkan sebuah perangkat yang memerlukan arus besar tanpa terhubung langsung dengan perangkat pengendali yang mempunyai arus kecil. Dengan demikian relay dapat berfungsi sebagai pengaman.

Cara kerja relay yaitu:

1. Normaly On : Kondisi awal kontaktor tertutup (On) dan akan terbuka (Off) jika relay diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan (coil) relay. Istilah lain kondisi ini adalah Normaly Close (NC).
2. Normaly Off : Kondisi awal kontaktor terbuka (Off) dan akan tertutup jika relay diaktifkan dengan cara memberi arus yang sesuai pada kumparan (coil) relay. Istilah lain kondisi ini adalah Normaly Open (NO).
3. Change-Over (CO) atau Double-Throw (DT) : Relay jenis ini memiliki dua pasang terminal dengan dua kondisi yaitu Normaly Open (NO) dan Normaly Close (NC).



Gambar 2.16 Simbol-simbol relay

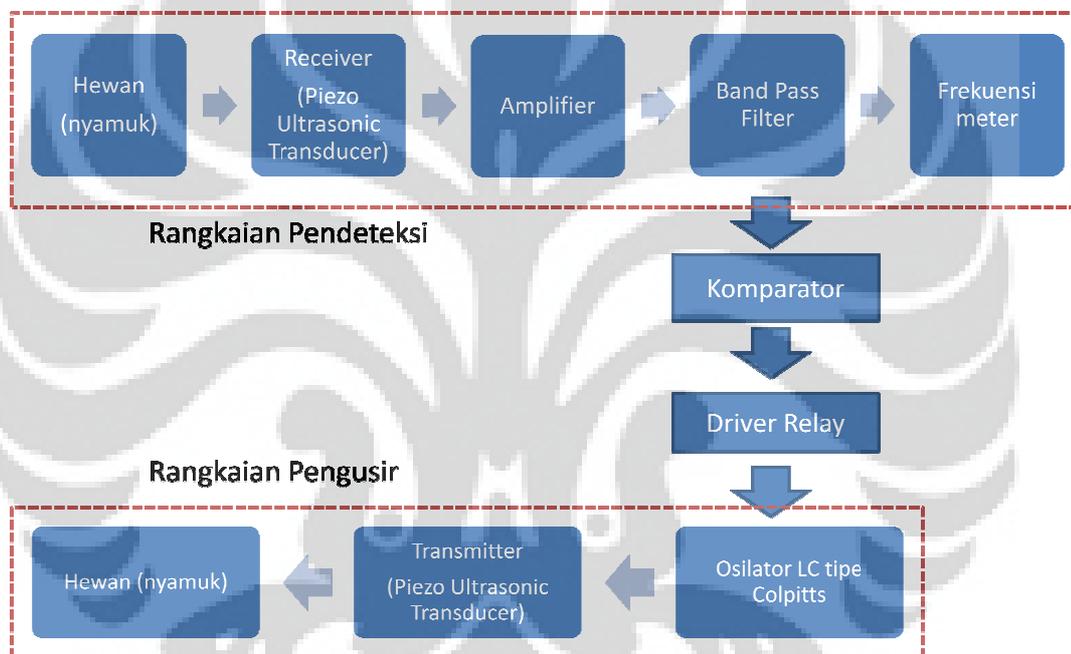
Tipe tipe relay ditunjukkan seperti pada gambar 2.16:

1. SPST (Single Pole Single Throw) : Relay ini memiliki empat terminal. Dua terminal kumparan (coil) dan dua terminal saklar (A dan B) yang dapat terhubung dan terputus.
2. SPDT (Single Pole Double Pole) : Relay ini memiliki lima terminal. Dua terminal kumparan (coil) dan tiga terminal saklar (A,B, dan C) yang dapat terhubung dan terputus dengan satu terminal pusat. Jika suatu saat terminal A terputus dengan terminal pusat (C) maka terminal lain (B) terhubung dengan terminal C, demikian juga sebaliknya.
3. DPST (Double Pole Single Throw) : Relay ini mempunyai enam terminal. Dua terminal kumparan (coil), dan empat terminal merupakan dua pasang saklar yang dapat terhubung dan terputus (A1 dan B1 - A2 dan B2).
4. DPDT (Double pole Double Throw) : Relay ini mempunyai delapan terminal. Dua terminal kumparan (coil), enam terminal merupakan dua set saklar yang dapat terputus dan terhubung (A1,B1,C1 dan A2, B2, C2)

BAB 3

PERANCANGAN DAN EKSPERIMEN RANGKAIAN PENDETEKSI DAN PENGUSIR NYAMUK

Bab ini menjelaskan perancangan sistem yang digunakan untuk mendeteksi dan mengusir nyamuk. Sistem ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian penerima (receiver) untuk mendeteksi frekuensi nyamuk dan pemancar (transmitter) untuk mengusir nyamuk. Gambar 3.1 menunjukkan blok diagram dari rangkaian pendeteksi, dan pengusir nyamuk secara keseluruhan.



Gambar 3.1 Blok diagram rangkaian pendeteksi dan pengusir nyamuk

Rangkaian komparator dan driver relay digunakan untuk mengaktifkan rangkaian pengusir secara otomatis apabila pada rangkaian pendeteksi mendeteksi frekuensi nyamuk.

Sayap nyamuk bergerak 600 kali per detik, dengan kata lain menghasilkan frekuensi sekitar 600 Hz. Kemudian dari banyaknya penelitian dan data yang berhasil dihimpun, ada standarisasi frekuensi yang dihasilkan oleh pergerakan sayap nyamuk seperti pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil Standarisasi Frekuensi yang dihasilkan oleh sayap nyamuk

No.	Bibliografi	Hasil Standarisasi
1	Entomology for Kids. University of Kentucky. 31 May 2000	450 – 600 Hz
2	“Mosquito”. <i>World Book</i> . Chicago: World Book, 1989: 835	1000 Hz
3	Duncan, Juli. <i>Insect and Spiders</i> , Virginia: Time-Life, 1990:15	600 Hz
4	White, William. <i>A Mosquito is Born</i> , New York : Sterling, 1978 : 21	250 - 600 Hz
5	Culex, Papiens Pallens. Singapore Science Centre: 15 April 1996	500 - 600 Hz

Selain itu frekuensi yang dihasilkan oleh kepakannya sayap nyamuk juga dipengaruhi oleh spesies dan jenis kelamin dari nyamuk [2]. Tabel 3.2 menunjukkan frekuensi yang dihasilkan oleh berbagai spesies nyamuk.

Tabel 3.2. Frekuensi kepakannya sayap nyamuk berdasarkan spesies nyamuk yang berbeda

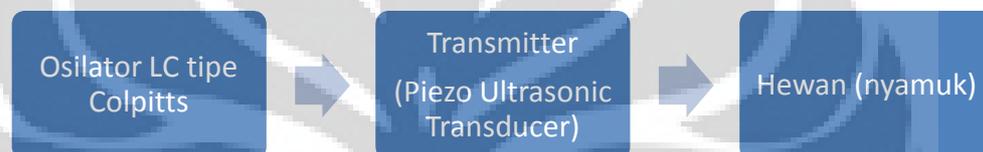
Spesies	Frekuensi (Hz)		Referensi
	Jantan	Betina	
<i>Anopheles subpictus</i>	520 – 580	330 – 385	Tischner (1953)
<i>Anopheles maculipennis</i>	330	165 – 247	Sotavalta (1947)
<i>Culiseta alaskaensis</i>	415 – 466	175 – 233	Sotavalta (1947)
<i>Culiseta bergrothi</i>	440 – 494	-	Sotavalta (1947)
<i>Culiseta morsitans</i>	247 – 392	196 – 220	Sotavalta (1947)
<i>Culex pipiens</i>	-	165 – 196	Sotavalta (1947)
<i>Aedes aegypti</i>	467	367	Christophers (1960)
<i>Aedes aegypti</i>	-	355 – 415	Tischner dan Schief (1955)

<i>Aedes aegypti</i>	-	449 – 603	Wishart dan Riordan (1959)
<i>Aedes cantans</i>	587	277 – 311	Sotavalta (1947)
<i>Aedes punctator</i>	330 – 523	247 – 311	Sotavalta (1947)
<i>Aedes campestris</i>	-	311 – 332	Hocking (1953)
<i>Aedes communis</i>	-	349 – 370	Sotavalta (1947)
<i>Aedes communis</i>	-	213 – 230	Hocking (1953)
<i>Aedes impiger</i>	-	305 - 380	Hocking (1953)

3.1 Perancangan Rangkaian Pengusir

3.1.1 Perancangan Rangkaian Osilator LC Tipe Colpitts

Secara garis besar perancangan rangkaian pengusir nyamuk ini ditunjukkan oleh blok diagram dibawah ini :



Gambar 3.2 Blok diagram rangkaian pengusir nyamuk

Pada penelitian ini osilator LC tipe colpitts digunakan sebagai penghasil frekuensi. Untuk membuat rangkaian osilator RC harus diperhitungkan terlebih dahulu komponen komponen apa saja yang akan digunakan, berapa nilai komponen yang akan digunakan, dan lain sebagainya. Penelitian ini mengamati perubahan frekuensi dan amplitudo yang dihasilkan akibat dari perubahan nilai besaran dari satu komponen osilator, yaitu kapasitor. Frekuensi frekuensi ini nantinya yang akan diberikan kepada nyamuk untuk melihat responnya terhadap frekuensi yang diberikan.

Untuk merancang rangkaian osilator terlebih dahulu harus mengetahui kisaran frekuensi yang akan digunakan. Pada penelitian ini frekuensi yang digunakan oleh penulis adalah sekitar 20 kHz – 40 kHz. Frekuensi tersebut dipilih karena frekuensi ultrasonik yang bisa didengar oleh indra nyamuk hanya mencapai frekuensi 40 kHz sesuai dengan tabel 2.1 pada bab sebelumnya.

Setelah menentukan frekuensi yang akan digunakan langkah selanjutnya adalah menentukan komponen sebagai variabel variabel yang akan digunakan untuk menghasilkan frekuensi yang diinginkan. Penulis menetapkan induktor

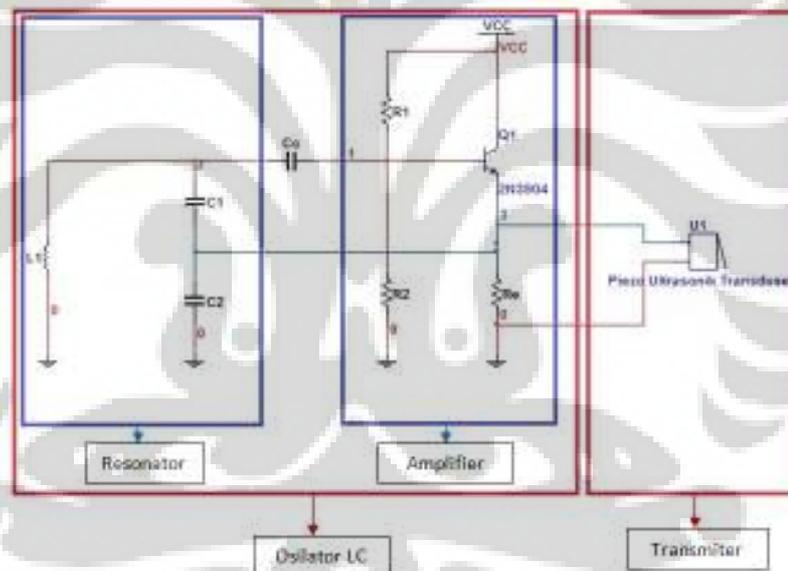
sebesar 1 mH sebagai variabel kontrol. Kemudian penulis menetapkan kapasitor sebagai variabel bebas dan frekuensi yang dihasilkan sebagai variabel terikat.

Frekuensi yang dihasilkan dari osilator tipe colpitts dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$f_o = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}} \quad (3.1)$$

Untuk mendapatkan frekuensi yang diinginkan, maka penulis menggunakan kapasitor C1 dan C2 dari 18 nF – 330 nF dengan berbagai macam kombinasi.

Rangkaian pengusir (transmitter) ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu osilator LC dan sensor piezo ultrasonik transduser. Sementara untuk osilator LC terdiri dari dua bagian, yaitu resonator (tipe Colpitts) dan ampliifiernya.



Gambar 3.3 Skematik rangkaian pengusir (Transmitter)

Pada Gambar 3.3, elemen resonan dan *amplifier* disusun dengan model umpan balik positif. Elemen resonan dengan konfigurasi Colpitts dihubungkan dengan rangkaian penguat *common-collector (emitterfollower)* dimana tegangan keluaran dari resonan dihubungkan kembali ke rangkaian *amplifier*. Keluaran dari *amplifier* dihubungkan ke rangkaian umpan balik (resonan). Penjumlahan tegangan secara terus menerus akan memberikan osilasi sesuai dengan model

umpan balik positif dimana amplitudo osilasi dibatasi oleh nilai *quiescent point* dari amplifier.

Pada penelitian ini penulis akan merancang amplifier *common-collector* dengan menggunakan komponen aktif transistor BJT tipe *2N3904*. Dengan membaca *datasheet* dari transistor tipe ini, penulis mengambil nilai h_{FE} atau β (*gain*) yaitu 70. Nilai h_{FE} ini akan beroperasi pada $I_C = 1 \text{ mA}$ dan $V_{CE} = 1 \text{ volt}$. Tegangan suplai DC yang diberikan (V_{CC}) adalah 9 volt. Setelah menentukan titik operasi kerja transistor yang akan digunakan, yaitu menentukan nilai hambatan *emitter* (R_E). Berikut persamaan yang digunakan untuk menentukan R_E untuk V_{CC} 9 Volt.

$$R_E = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{I_C} = 8k\Omega \quad (3.2)$$

Karena di pasaran tidak ada resistor dengan nilai 4 k Ω , maka digunakan nilai resistor yang mendekati, yaitu dengan nilai 3,9 k Ω .

Setelah itu menentukan nilai R_1 dan R_2 dengan menggunakan persamaan berikut,

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} = 14.3\mu A$$

dengan memberikan ketentuan sebagai berikut,

$$I_{R_1} \approx I_{R_2} = 10I_B = 143\mu A$$

maka didapat

$$R_1 = \frac{V_{CC} - (V_E + 0.7)}{I_{R_1}} \approx 2k\Omega \quad (3.3)$$

$$R_2 = \frac{V_E + 0.7}{I_{R_2}} \approx 60k\Omega \quad (3.4)$$

Kapasitor sebagai *coupling* sinyal AC dapat diberikan dengan nilai 0.1 μF . Alasannya yaitu agar nilai reaktansi dari kapasitor *coupling* ini dibuat seminimal mungkin supaya tidak terlalu mempengaruhi kinerja osilator yang telah dibuat. Gambar 3.4 menunjukkan rangkaian osilator yang telah dibuat.



Gambar 3.4 Rangkaian Osilator Tipe Colpitts Sebagai Pengusir

3.1.2 Piezo Ultrasonik Transduser (Transmitter)

Sensor piezo ultrasonik transduser terdiri dari dua buah. Satu digunakan sebagai transmitter (TCT40-12T1) dan satu lagi digunakan sebagai receiver (TCT40-12R1) ultrasonik. Sensor ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Specifications					
Model	Frequency (KHz)	Sensitivity (dB) (0dB=1Pa)	SPL (dB) at 10v, 30cm(0dB=0.02mPa)	Capacitance (pF)	Rest Resonant Time (ms)
TCT40-12T1	40	/	110 min.	2000±30%	/
TCT40-12R1	40	-70 min.	/	2000±30%	/

Untuk rangkaian pengusir (transmitter), sensor ini digunakan sebagai pemancar gelombang ultrasonik yang dihasilkan oleh osilator LC. Untuk rangkaian pendeteksi (receiver), sensor ini digunakan untuk mendeteksi frekuensi yang dihasilkan oleh nyamuk. Gambar 3.5 menunjukkan sensor piezo ultrasonik transduser.



Gambar 3.5 Sensor piezo ultrasonik transduser

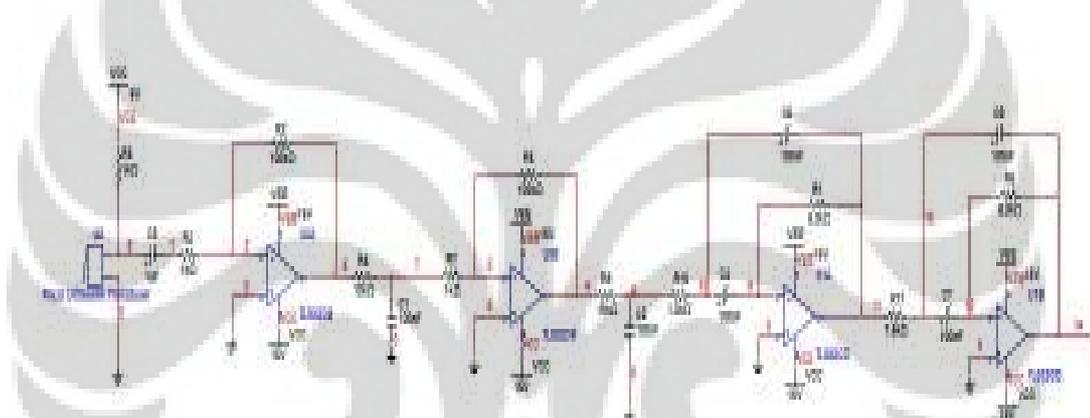
3.2 Perancangan Rangkaian Pendeteksi

Secara garis besar perancangan rangkaian pendeteksi nyamuk ditunjukkan oleh blok diagram seperti pada gambar 3.6 berikut.



Gambar 3.6 Blok diagram rangkaian pendeteksi nyamuk

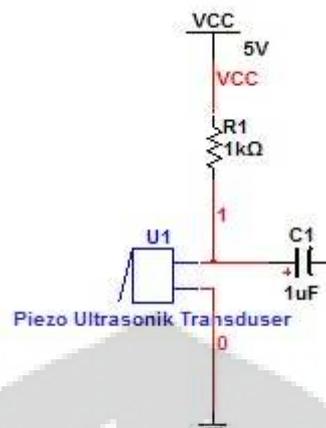
Rangkaian pendeteksi terdiri dari sensor penerima ultrasonik (receiver) yang digunakan untuk mendeteksi frekuensi yang dihasilkan oleh nyamuk. Kemudian amplifier yang digunakan untuk menguatkan sinyal yang dihasilkan oleh sensor tersebut agar dapat diukur. Kemudian bandpass filter untuk memfilter frekuensi frekuensi selain frekuensi yang dihasilkan oleh nyamuk. Secara umum gambar skematik rangkaiannya adalah ditunjukkan oleh gambar 3.7.



Gambar 3.7 Rangkaian pendeteksi frekuensi nyamuk

3.2.1 Piezo Ultrasonik Transduser (Receiver)

Pada rangkaian penerima, sensor ini digunakan untuk mendeteksi dan menangkap sinyal frekuensi yang dihasilkan oleh nyamuk. Pemasangan sensornya ditunjukkan seperti pada gambar 3.8 berikut.



Gambar 3.8 Pemasangan sensor pada rangkaian pendeteksi

Sensor ini mengubah besaran suara menjadi besaran sinyal listrik yang dapat diukur. Tetapi karena sinyal yang dihasilkan masih sangat kecil, untuk dapat dibaca maka sinyal keluarannya perlu diperkuat menggunakan amplifier.

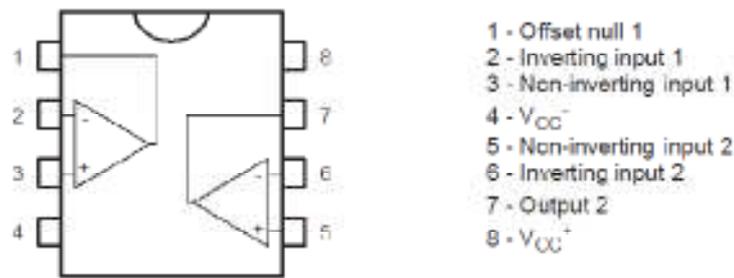
3.2.2 Rangkaian Penguat (Amplifier)

Secara garis besar proses penguatan sinyal yang berasal dari sensor piezo ultrasonik seperti ditunjukkan oleh gambar 3.9



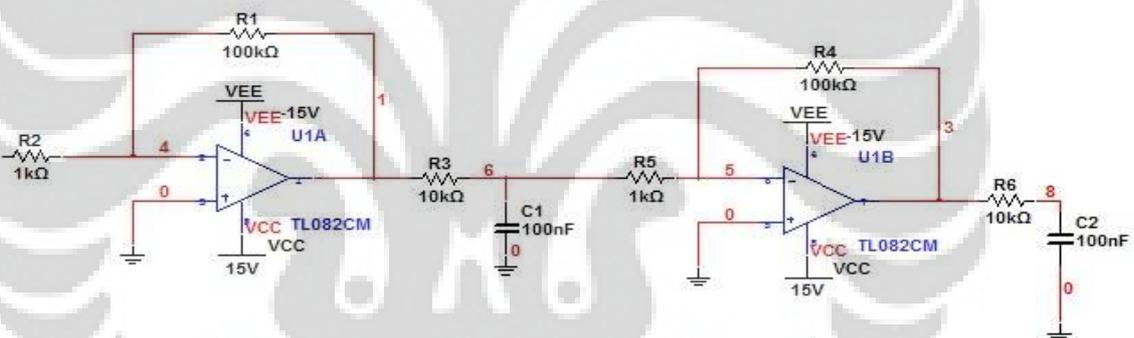
Gambar 3.9 Blok diagram rangkaian penguat

Rangkaian penguat ini menggunakan IC TL 082. IC ini dipilih karena IC ini memiliki spesifikasi yang lebih baik karena memiliki reduksi sinyal noise yang cukup baik jika dibandingkan dengan penguat menggunakan IC LM741 ataupun LM 358. Gambar 3.10 menunjukkan skematik internal diagram IC TL 082.



Gambar 3.10 Internal diagram IC TL 082

Rangkaian penguat digunakan untuk menguatkan sinyal yang dihasilkan oleh transduser. Karena sinyalnya sangat kecil maka diperlukan penguatan yang cukup besar. Penguat sinyal masukan ini menggunakan mode penguatan inverting sebanyak 2 kali penguatan. Selain dikuatkan, sinyal ini juga di filter menggunakan filter RC untuk mereduksi sinyal noise yang dihasilkan pada proses penguatan. Gambar rangkaiannya ditunjukkan pada gambar 3.11.

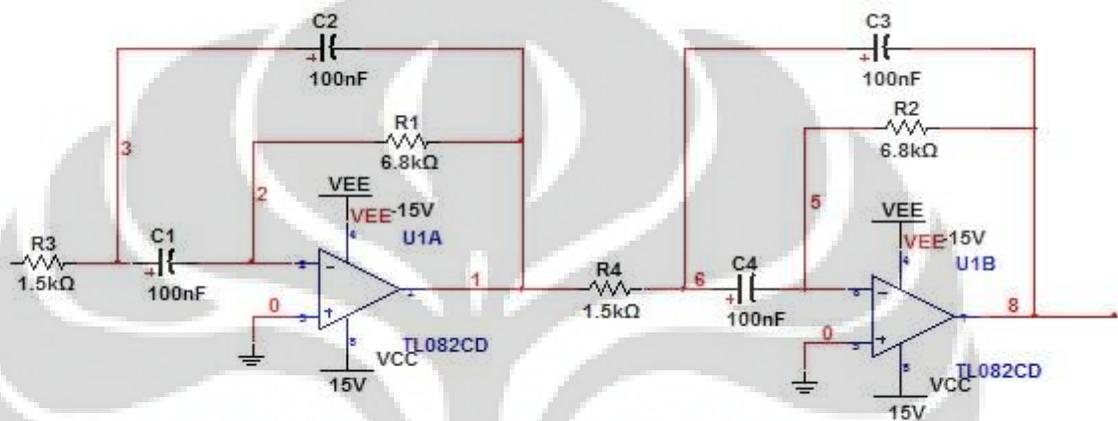


Gambar 3.11 Rangkaian penguat sinyal

Besar penguatan pertama dapat diatur dengan menentukan besarnya nilai R_1 dan R_2 . Sementara untuk penguatan kedua diatur dengan mengubah nilai R_4 dan R_5 . Untuk penguatan pertama ditentukan penguatan sebesar 100 kali dan penguatan kedua juga 100 kali penguatan. Jadi penguatan yang dihasilkan seluruhnya secara teori adalah 10.000 kali penguatan. Nilai penguatan tersebut adalah secara teoritis atau nilai penguatan yang ideal, tidak sama dengan nilai praktis atau penguatan yang terukur pada eksperimen. Nantinya diharapkan sinyal input yang dikuatkan dapat terbaca dengan baik nilainya.

3.2.3 Band Pass Filter

Rangkaian ini juga dibuat menggunakan IC TL 082 seperti rangkaian penguat. Rangkaian BPF ini digunakan untuk memfilter sinyal atau frekuensi diluar frekuensi yang ditentukan. Dalam penelitian ini frekuensi yang ditentukan adalah frekuensi yang dihasilkan oleh nyamuk. Berdasarkan literatur, frekuensi yang dihasilkan oleh nyamuk berkisar antara 250 Hz sampai 1 kHz. Gambar 3.12 menunjukkan skematik rangkaian band pass filter.



Gambar 3.12 Rangkaian band pass filter

Band pass filter yang digunakan adalah *multiple-feedback active band-pass filter*. Alasan penggunaannya adalah karena rangkaian band pass filter dengan multiple feedback memberikan respon yang lebih baik untuk menghasilkan quality factor (Q) mencapai 10. Dengan mengumpan balikkan output band-pass filter pertama ke input band-pass filter kedua, maka diperoleh *multiple-feedback active band-pass filter* orde dua. R3 dan C2 untuk respon low pass pada rangkaian band-pass filter pertama, R4 dan C3 untuk respon low pass pada rangkaian band-pass filter kedua. Sedangkan R1 dan C1 untuk respon high pass pada rangkaian band-pass filter pertama, R2 dan C2 untuk respon high pass pada rangkaian band-pass filter kedua. Untuk memperoleh respon frekuensi yang bagus dan noise yang rendah, nilai toleransi komponen sangat penting.

Nilai-nilai resistor pada rangkaian band-pass filter diatas diperoleh dengan

melakukan perhitungan terpisah antara low pass filter dan high pass filter dengan menggunakan persamaan (2.3)

Untuk rangkaian high pass filter perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$f_{c1} = 250\text{Hz}$$

$$C_{1,4} = 0,1\mu\text{F}$$

$$R_{1,2} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 250 \times 0,1 \times 10^{-6}} = 6,3\text{k}\Omega$$

Sementara untuk rangkaian low pass filter perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$f_{c2} = 1\text{kHz}$$

$$C_{2,3} = 0,1\mu\text{F}$$

$$R_{3,4} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 1000 \times 0,1 \times 10^{-6}} = 1,5\text{k}\Omega$$

Penulis menentukan nilai C sebesar 0,1 μF . Sehingga untuk high pass filter didapatkan nilai R sebesar 6,3 $\text{k}\Omega$. Sementar untuk low pass filter didapatkan nilai R sebesar 1,5 $\text{k}\Omega$.

3.3 Rangkaian Switch Relay Otomatis

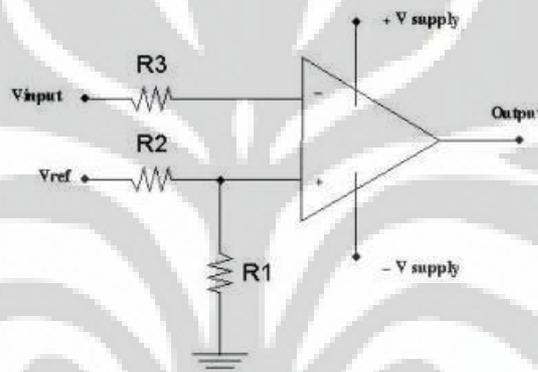
Rangkaian ini digunakan untuk menghubungkan rangkaian transmitter dengan receiver. Rangkaian ini berfungsi untuk mengaktifkan rangkaian transmitter dengan kondisi dari sinyal input yang ditentukan. Dalam hal ini, apabila ada frekuensi nyamuk yang dideteksi, maka rangkaian ini akan mengaktifkan rangkaian transmitter dengan menghubungkan ke sumber tegangannya. Sebaliknya apabila tidak ada frekuensi nyamuk yang dideteksi, maka rangkaian ini akan menonaktifkan rangkaian transmitter dengan cara memutus sumber tegangan inputnya. Secara umum perancangan rangkaian relay ditunjukkan oleh blok diagram seperti pada gambar 3.13 berikut :



Gambar 3.13 Blok diagram rangkaian switch relay otomatis

3.3.1 Rangkaian Komparator

Rangkaian komparator ialah suatu rangkaian penguat operasional (*Op-Amp*) yang berfungsi sebagai pembanding antara tegangan masukan (*input*) dengan tegangan referensi.



Gambar 3.14 Rangkaian komparator

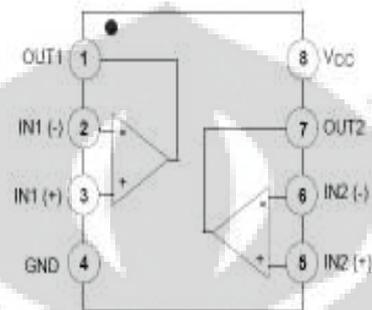
Pada gambar 3.14 V_{ref} di hubungkan ke $+V$ supply, kemudian R_1 dan R_2 digunakan sebagai pembagi tegangan, (bisa juga diganti dengan variabel resistor) sehingga nilai tegangan yang di referensikan pada masukan $+$ op-amp adalah sebesar :

$$V = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_{in}$$

Op-amp tersebut akan membandingkan nilai tegangan pada kedua masukannya, apabila masukan $(-)$ lebih besar dari masukan $(+)$ maka, keluaran op-amp akan menjadi sama dengan $-V_{supply}$, apabila tegangan masukan $(-)$ lebih kecil dari masukan $(+)$ maka keluaran op-amp akan menjadi sama dengan $+V_{supply}$. Jadi dalam hal ini jika V_{input} lebih besar dari V maka keluarannya akan

menjadi $-V_{supply}$. Jika sebaliknya, V_{input} lebih kecil dari V maka keluarannya akan menjadi $+V_{supply}$.

Untuk op-amp yang digunakan sebagai komparator adalah IC LM 358. IC ini didesain untuk dapat beroperasi dari single power supply dengan range tegangan yang lebar. Gambar internal diagram untuk IC LM 358 bisa dilihat pada gambar 3.15.

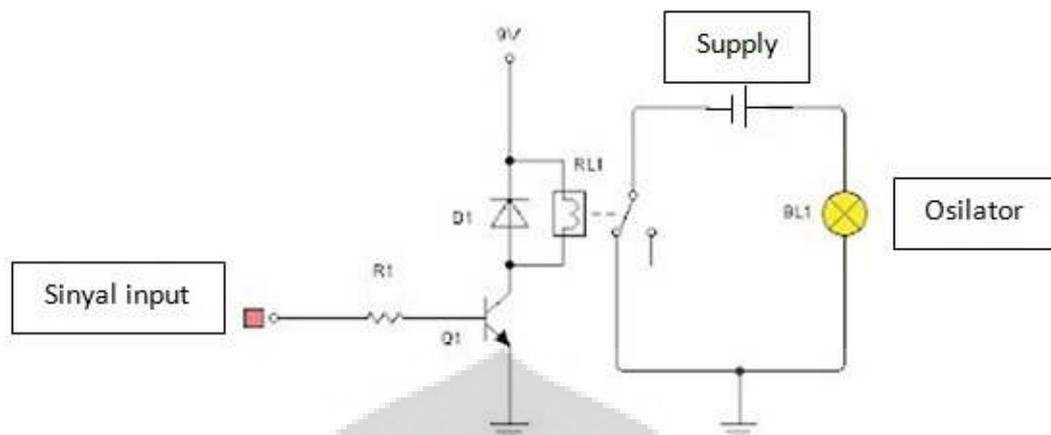


Gambar 3.15 Internal diagram IC LM 358

Rangkaian komparator ini digunakan untuk membandingkan sinyal input dari band pass filter untuk mengaktifkan relay.

3.3.2 Driver Relay

Relay digunakan untuk memutus dan menyambung switch sumber tegangan dari transmiter. Saat ada sinyal dari rangkaian komparator, maka relay akan tertutup (NC) dan mengaktifkan sumber tegangan dari transmiter. Sebaliknya apabila tidak ada sinyal dari rangkaian komparator, maka relay akan terbuka (NO) dan menonaktifkan rangkaian transmiter. Gambar skematik rangkaian driver relay bisa dilihat pada gambar 3.16 berikut.



Gambar 3.16 Rangkaian driver relay

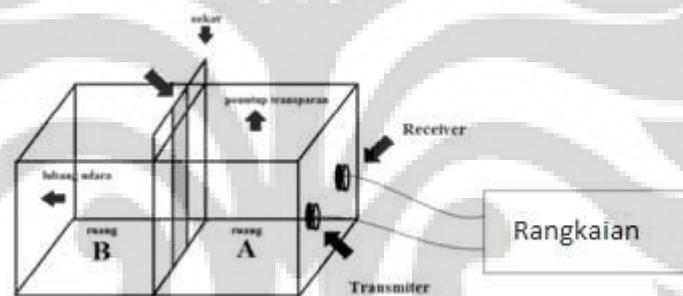
Komponen aktif rangkaian di atas adalah transistor jenis NPN tipe *2N3904*. Transistor ini berfungsi sebagai saklar elektronik yang akan mengalirkan arus jika terdapat arus bias pada kaki basisnya, dan akan menyumbat arus jika tidak terdapat arus bias pada kaki basisnya. Relay yang digunakan pada rangkaian ini adalah relay HKE HRS4H-S DC12V. Relay ini berkerja pada tegangan sekitar 12 V. Transistor bipolar adalah komponen yang bekerja berdasarkan ada-tidaknya arus pemicuan pada kaki Basisnya. Pada aplikasi driver relay, transistor bekerja sebagai saklar yang pada saat tidak menerima arus pemicuan, maka transistor akan berada pada posisi *cut-off* dan tidak menghantarkan arus, $I_c=0$. Dan saat kaki basis menerima arus pemicuan, maka transistor akan berubah ke keadaan saturasi dan menghantarkan arus. Gambar 3.17 menunjukkan gambar rangkaian driver relay yang telah dibuat.



Gambar 3.17 Rangkaian Driver Relay Yang Telah Dibuat

3.4 Konstruksi Pengamatan (*Chamber*)

Penelitian ini menggunakan hewan nyamuk sebagai hewan uji yang akan diliat responnya terhadap frekuensi frekuensi yang diberikan. Nyamuk nyamuk tersebut didapat tidak dengan cara ditangkap, melainkan dengan cara dikembangbiakkan dari jentik jentik nyamuk. Jentik nyamuk tersebut ditempatkan pada sebuah wadah gelap dan tertutup kain kassa agar ada udara didalamnya untuk jentik tetap hidup. Selanjutnya dibiarkan 3 sampai 5 hari agar jentik berubah menjadi nyamuk. Setelah menjadi nyamuk, wadah tersebut dimasukkan kedalam sebuah kotak uji (*chamber*) dengan ukuran kurang lebih 20 cm x 30 cm x 80 cm. Kotak dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian A dan bagian B. Ditengahnya diberi sekat pemisah. Gambar konstruksinya bisa dilihat pada gambar 3.18



a)

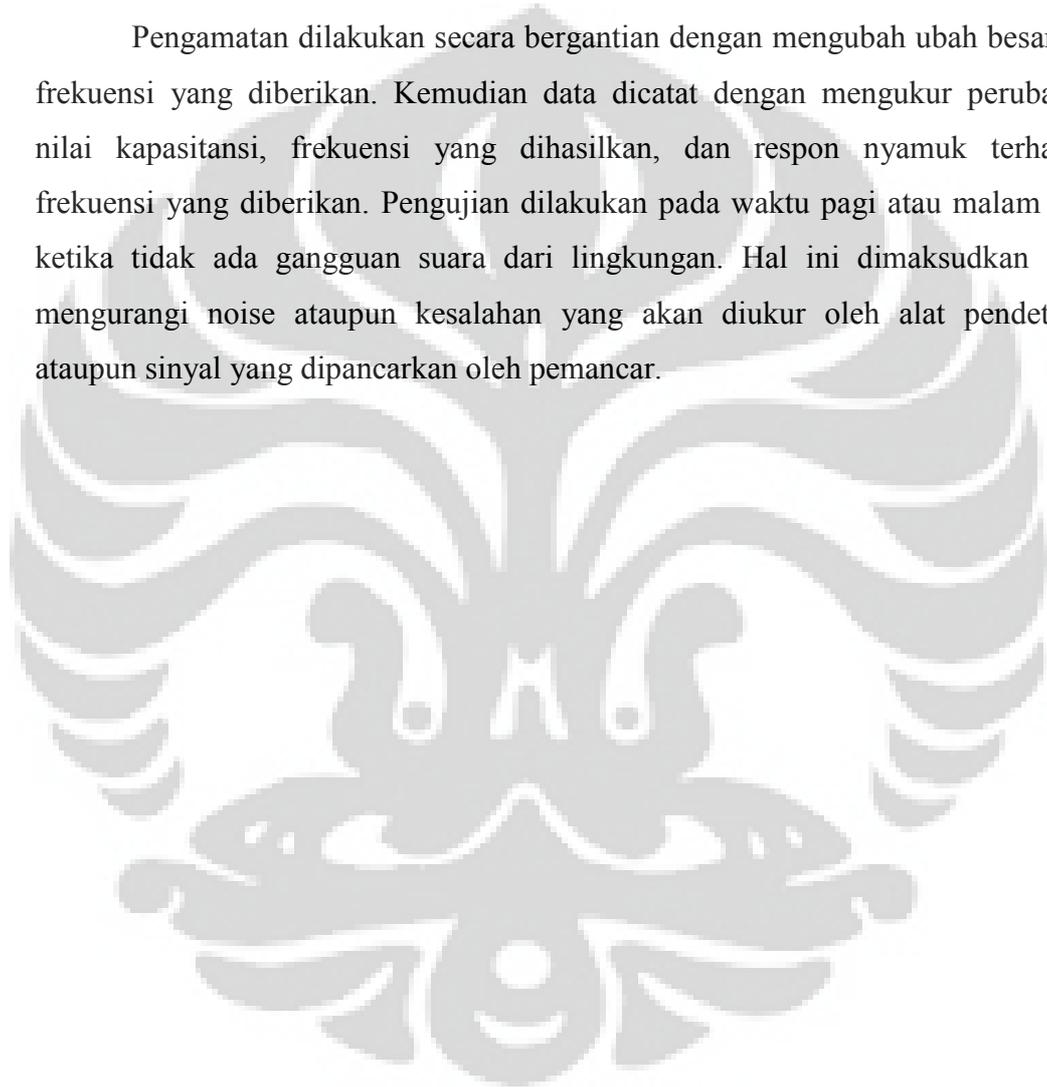


b)

Gambar 3.18 a) Bagan konstruksi pengamatan b) Konstruksi Pengamatan dari kayu dan kain kassa

Nyamuk ditempatkan pada ruang A. Selanjutnya diberikan gangguan sinyal dengan frekuensi-frekuensi tertentu selama beberapa menit, lalu amati respon dan pergerakan yang terjadi pada nyamuk. Respon nyamuk dapat kita lihat dengan pergerakan-pergerakan nyamuk pada bagian-bagian ruangan. Apakah nyamuk masih tetap berada pada ruang A, ataukah nyamuk akan bergerak ke ruang B.

Pengamatan dilakukan secara bergantian dengan mengubah-ubah besarnya frekuensi yang diberikan. Kemudian data dicatat dengan mengukur perubahan nilai kapasitansi, frekuensi yang dihasilkan, dan respon nyamuk terhadap frekuensi yang diberikan. Pengujian dilakukan pada waktu pagi atau malam hari ketika tidak ada gangguan suara dari lingkungan. Hal ini dimaksudkan agar mengurangi noise ataupun kesalahan yang akan diukur oleh alat pendeteksi ataupun sinyal yang dipancarkan oleh pemancar.



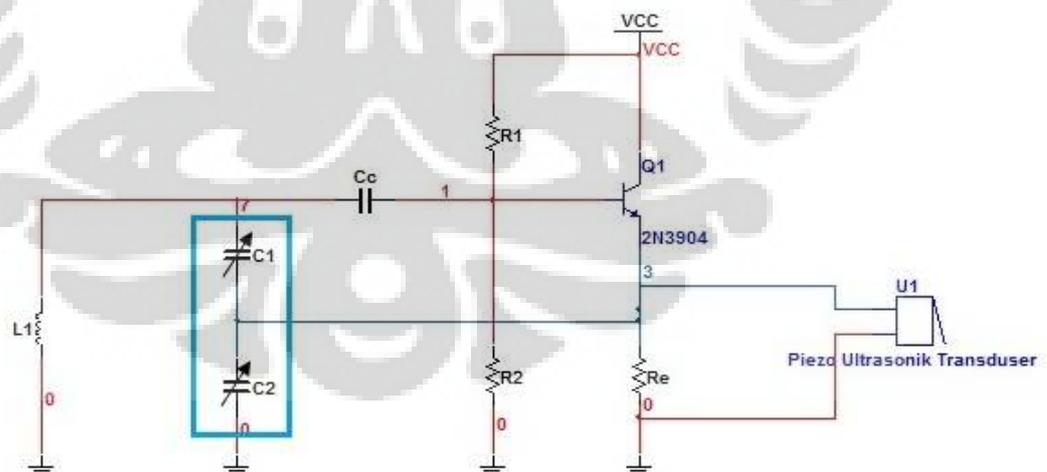
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam sistem pengukuran, karakteristik dari alat yang digunakan merupakan hal yang sangat penting untuk diketahui. Bila sistem pengukuran menggunakan rangkaian dan sensor, maka hal yang harus dilakukan adalah mengetahui karakteristik rangkaian, besarnya nilai input dan output dari masing masing rangkaian, linearitas dari sensor, dan parameter parameter lainnya. Hal ini dilakukan sebagai pengujian alat atau rangkaian agar dapat bekerja dengan baik.

4.1 Analisis Rangkaian Pengusir

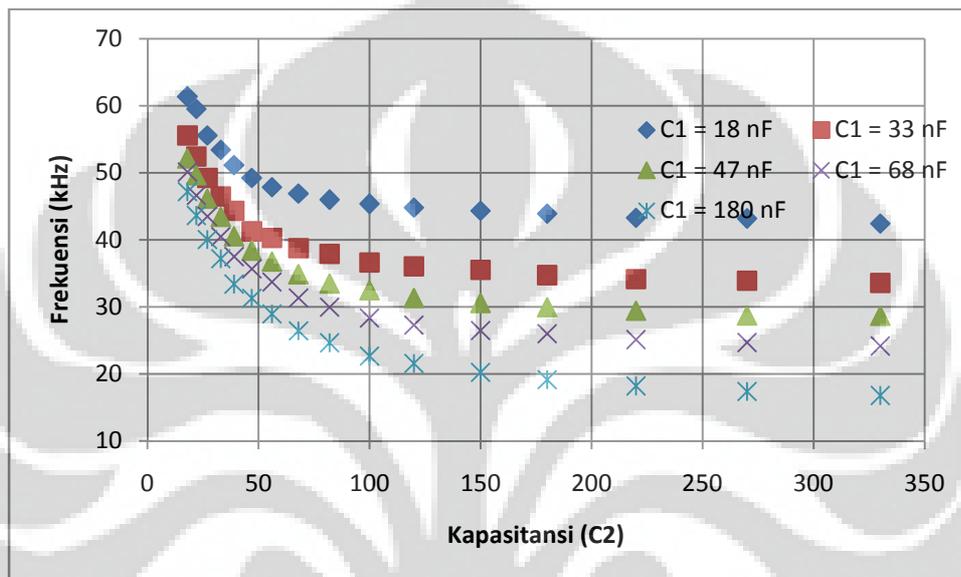
Dengan menggunakan rangkaian osilator LC sebagai penghasil frekuensi, penulis melakukan perbandingan hasil teori dengan hasil eksperimen. Dengan mengubah nilai nilai kapasitor seperti gambar di bawah, maka akan didapatkan perubahan frekuensi sesuai dengan yang ditentukan sebelumnya.



Gambar 4.1 Rangkaian Osilator dengan nilai kapasitansi yang diubah
ubah

Kisaran frekuensi yang dihasilkan adalah dari 20 kHz sampai 40 kHz. Dari frekuensi ini penulis menggunakan induktansi tetap sebesar 1 mH dengan nilai kapasitansi C1 dan C2 yang diubah ubah. Nilai kapasitansi yang digunakan yaitu dari 18 nF sampai 330 nF. (lihat data pada lampiran A.1)

Grafik frekuensi yang dihasilkan adalah seperti ditunjukkan oleh gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 Grafik perubahan perubahan frekuensi sebagai fungsi perubahan C1 atau C2 pada rangkaian osilator colpitts

Setelah didapatkan frekuensi sesuai yang diinginkan sebelumnya, kemudian frekuensi frekuensi tersebut diujicobakan pada nyamuk. Berikut adalah tabel respon nyamuk terhadap perubahan frekuensi yang diberikan.

Tabel 4.1 Data pengamatan respon nyamuk terhadap perubahan frekuensi

No	Kombinasi Komponen		Frek (kHz)	Respon Nyamuk
	C1 (nF)	C2 (nF)		
1	18	18	61,35	Tidak ada respon
2	18	22	59,52	Tidak ada respon

3	18	27	55,56	Tidak ada respon
4	18	33	53,42	Tidak ada respon
5	18	39	51,12	Tidak ada respon
6	18	47	49,21	Tidak ada respon
7	18	56	47,85	Tidak ada respon
8	18	68	46,90	Tidak ada respon
9	18	82	45,96	Tidak ada respon
10	18	100	45,34	Tidak ada respon
11	18	120	44,80	Tidak ada respon
12	18	150	44,33	Tidak ada respon
13	18	180	43,90	Tidak ada respon
14	18	220	43,28	Tidak ada respon
15	18	270	43,15	Tidak ada respon
16	18	330	42,42	Sedikit ada respon
17	33	18	55,56	Tidak ada respon
18	33	22	52,41	Tidak ada respon
19	33	27	49,21	Tidak ada respon
20	33	33	46,47	Tidak ada respon
21	33	39	44,33	Tidak ada respon
22	33	47	41,25	Sedikit ada respon
23	33	56	40,26	Sedikit ada respon
24	33	68	38,76	Ada respon
25	33	82	37,88	Ada respon
26	33	100	36,60	Ada respon
27	33	120	36,05	Ada respon
28	33	150	35,51	Ada respon
29	33	180	34,72	Ada respon
30	33	220	34,12	Ada respon
31	33	270	33,90	Ada respon
32	33	330	33,56	Ada respon
33	47	18	52,14	Tidak ada respon
34	47	22	49,60	Tidak ada respon
35	47	27	46,13	Tidak ada respon
36	47	33	43,40	Sedikit ada respon
37	47	39	40,52	Sedikit ada respon
38	47	47	38,34	Ada respon
39	47	56	36,76	Ada respon
40	47	68	34,82	Ada respon
41	47	82	33,47	Ada respon
42	47	100	32,47	Ada respon
43	47	120	31,33	Ada respon
44	47	150	30,53	Ada respon
45	47	180	29,94	Sedikit ada respon

46	47	220	29,41	Sedikit ada respon
47	47	270	28,70	Sedikit ada respon
48	47	330	28,64	Sedikit ada respon
49	68	18	50,10	Tidak ada respon
50	68	22	46,60	Tidak ada respon
51	68	27	43,48	Sedikit ada respon
52	68	33	40,45	Ada respon
53	68	39	37,48	Ada respon
54	68	47	35,66	Ada respon
55	68	56	33,69	Ada respon
56	68	68	31,33	Ada respon
57	68	82	29,94	Ada respon
58	68	100	28,33	Sedikit ada respon
59	68	120	27,26	Sedikit ada respon
60	68	150	26,46	Tidak ada respon
61	68	180	25,99	Tidak ada respon
62	68	220	25,10	Tidak ada respon
63	68	270	24,68	Tidak ada respon
64	68	330	24,15	Tidak ada respon
65	180	18	47,17	Tidak ada respon
66	180	22	43,63	Tidak ada respon
67	180	27	40,03	Tidak ada respon
68	180	33	37,17	Ada respon
69	180	39	33,40	Ada respon
70	180	47	31,27	Sedikit ada respon
71	180	56	28,94	Sedikit ada respon
72	180	68	26,43	Sedikit ada respon
73	180	82	24,63	Sedikit ada respon
74	180	100	22,67	Tidak ada respon
75	180	120	21,55	Tidak ada respon
76	180	150	20,23	Tidak ada respon
77	180	180	19,12	Tidak ada respon
78	180	220	18,21	Tidak ada respon
79	180	270	17,36	Tidak ada respon
80	180	330	16,78	Tidak ada respon

Saat tidak ada respon dari nyamuk, pergerakan nyamuk hanya sedikit, ada yang diam dan hanya terbang berputar di ruang A. Untuk sedikit ada respon, pergerakan nyamuk menjadi lebih cepat bergerak disekitar ruang A. Untuk ada respon dari nyamuk, pergerakan dari nyamuk jadi lebih tidak teratur dan sebagian ada yang masuk ke ruang B.

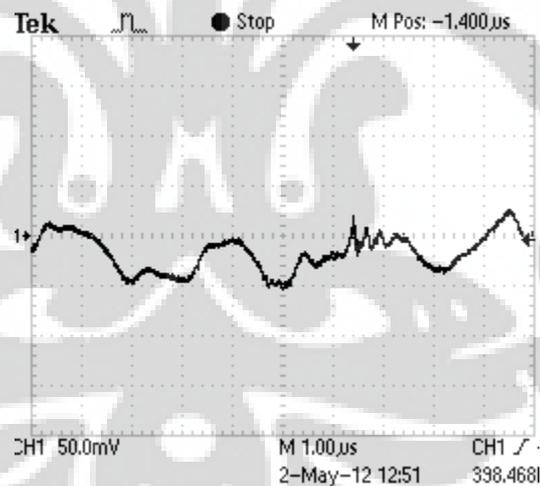
4.2 Analisis Rangkaian Pendeteksi

Rangkaian pendeteksi terdiri dari piezo ultrasonik transduser (receiver), penguat (amplifier) dan band pass filter.

4.2.1 Analisis Rangkaian Piezo Ultrasonik Transduser (Receiver)

Input atau sinyal masukan yang diterima oleh mikropon adalah berupa sinyal suara yang ditangkap sebagai sensor ultrasonik (*receiver*). Oleh mikropon yang berupa sensor ini, kita dapat mengukur suara dari kecoa atau nyamuk melalui sinyal yang diubah menjadi tegangan.

Terlebih dahulu dilakukan pengecekan rangkaian apakah mampu mendeteksi suara biasa (audiosonik). Hasilnya dapat dilihat, bahwa ada sinyal suara yang ditangkap dan ditunjukkan oleh osiloskop (gambar 4.3). Dengan amplitudo atau tegangan sekitar 80 mV. Pada saat pengamatan dilakukan, kemungkinan ada noise yaitu berasal dari lingkungan.



Gambar 4.3 Sinyal output sensor ultrasonik

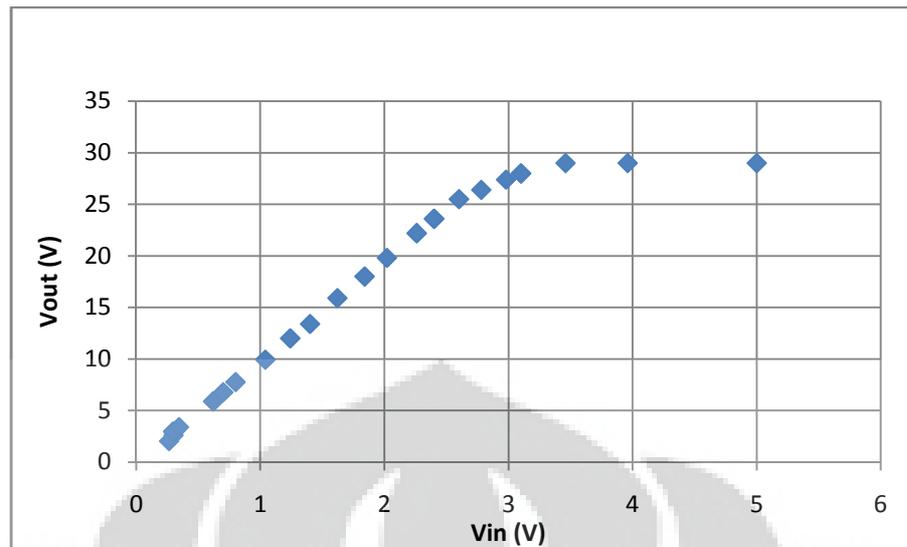
Rangkaian receiver inilah yang digunakan untuk mendeteksi frekuensi yang dihasilkan oleh nyamuk. Karena sinyal yang dihasilkan masih terlalu kecil dan masih terdapat banyak noise, maka sinyalnya perlu dikuatkan dan difilter agar mendapatkan sinyal yang lebih baik.

4.2.2 Analisis Rangkaian Penguat

Penguat inverting digunakan untuk memperkuat sinyal masukan yang berasal dari mikropon agar dapat dibaca oleh alat pengukur. Sebelumnya rangkaian penguat diuji penguatannya untuk memastikan rangkaian ini berfungsi dengan baik. Tabel 4.2 dan gambar 4.4 menunjukkan data perbandingan tegangan input dengan tegangan output dengan penguatan sebesar 10 kali.

Tabel 4.2. Data rangkaian penguat dengan 10 kali penguatan

No	Vin (V)	Vout (V)
1	0,3	2,6
2	0,264	2,03
3	0,296	2,96
4	0,344	3,38
5	0,62	5,88
6	0,7	6,76
7	0,8	7,76
8	1,04	9,92
9	1,24	12
10	1,4	13,4
11	1,62	15,9
12	1,84	18
13	2,02	19,8
14	2,26	22,2
15	2,4	23,6
16	2,6	25,5
17	2,78	26,4
18	2,98	27,4
19	3,1	28
20	3,46	29
21	3,96	29
22	5	29



Gambar 4.4 Grafik perbandingan V_{in} dengan V_{out} untuk $A = 10$

Dari data pengujian pada tabel 4.2 diatas dapat dilihat bahwa tegangan output memiliki nilai kurang lebih 10 kali dari tegangan inputnya atau memiliki penguatan sebesar 10 kali. Meskipun begitu dapat dilihat juga pada data tegangan input diatas 3 V. Tegangan input tersebut tidak dikuatkan sebesar 10 kali dikarenakan supply yang diberikan pada rangkaian penguat hanya sebesar +15 V dan - 15 V atau setara dengan 30 V. Akibatnya tidak akan ada tegangan output yang melebihi 30 V atau dikenal dengan nama tegangan saturasi. Sehingga tegangan input diatas 3 V, nilai penguatannya setara dengan tegangan saturasi atau bernilai sekitar 29 – 30 V.

Setelah rangkaian bekerja dan berfungsi dengan baik kemudian penguatan pada rangkaian diubah menjadi 100 kali penguatan. Hal ini dimaksudkan untuk dapat membaca sinyal dari piezo ultrasonik transduser agar dapat terbaca dengan baik.

Penguatan dilakukan sebanyak 2 kali penguatan.

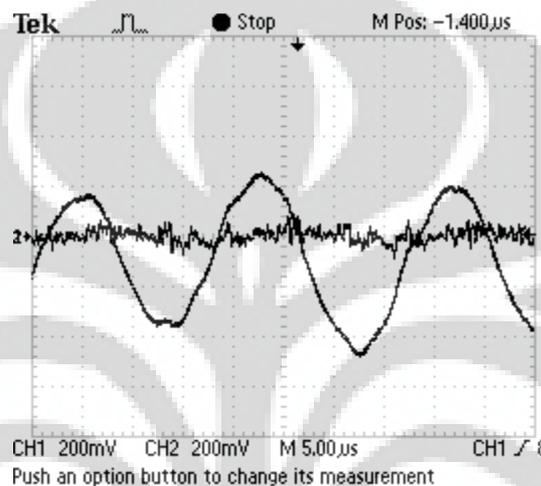
Untuk penguatan (gain) pertama :

$$A_{teori} = - R_f / R_{in} = 100 \text{ k}\Omega / 1 \text{ k}\Omega = 100 \text{ kali}$$

Untuk penguatan (gain) kedua :

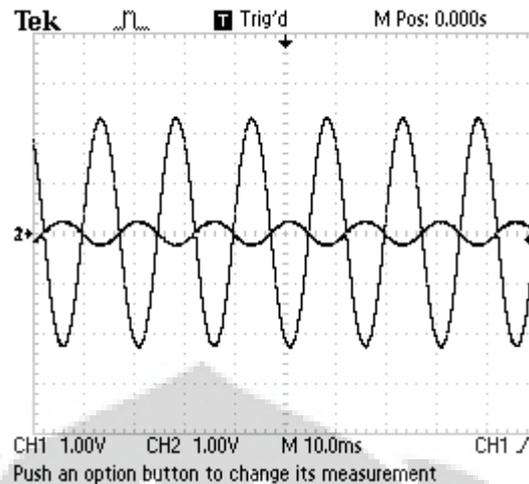
$$A_{teori} = - R_f / R_{in} = 100 \text{ k}\Omega / 1 \text{ k}\Omega = 100 \text{ kali}$$

Secara teori total penguatan adalah penguatan pertama dikalikan dengan penguatan kedua, sehingga didapatkan penguatan total sebesar 10.000 kali. Namun dari data yang didapat berdasarkan sinyal input dan sinyal output dari penguat hanya didapatkan penguatan sekitar 100 kali penguatan. Seperti pada gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Penguatan pertama sinyal input

Dari gambar diatas bisa dilihat bahwa sinyal input masukan sebelumnya berkisar 80 mV. Setelah dikuatkan dengan penguat pertama, dihasilkan sinyal sekitar 650 mV. Dalam hal ini berarti penguatan yang terjadi pada penguat pertama hanya sekitar 10 kali penguatan. Selanjutnya nilai ini dikuatkan kembali dengan penguat kedua. Gambar penguatnya bisa dilihat seperti pada gambar 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.6 Penguatan kedua sinyal input

Sinyal hasil penguatan pertama yang sebelumnya bernilai sekitar 650 mV setelah dikuatkan dengan penguat kedua nilai outputnya menjadi bernilai sekitar 4,5 V. Jika dilihat kembali penguatan kedua hanya berkisar 10 kali penguatan. Sehingga total penguatannya hanya berkisar 100 kali. Meskipun cukup jauh dari teori tapi sinyal yang dihasilkan sudah dapat dibaca dengan baik. Selain itu sinyal keluarannya juga cukup stabil karena setelah penguatan, sinyal difilter dengan filter RC sebagai peredam noise. Karena menggunakan penguat inverting, maka sinyal output dari penguat pertama fasenya akan beda 180° dengan sinyal inputnya. Begitu juga untuk sinyal output dari penguat kedua akan berbeda fasenya 180° dengan sinyal dari penguat pertama. Setelah dikuatkan dengan penguat kedua, maka fase sinyal outputnya berbeda 360° atau tidak ada pergeseran fase. Sehingga fase sinyal asli sebelum dikuatkan dengan setelah dikuatkan oleh rangkaian penguat fasenya tidak berubah. Yang berubah hanya tegangan atau amplitudonya saja.

4.2.3 Analisis Rangkaian Band Pass Filter

Sinyal yang telah dikuatkan dengan penguat kemudian difilter menggunakan band pass filter. Sebelumnya sudah ditentukan perhitungan untuk mendapatkan nilai nilai frekuensi yang diinginkan. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, didapatkan batas frekuensi bawahnya bernilai 250 Hz. Sedangkan batas frekuensi atasnya bernilai 1 kHz. Pengujian alat dilakukan dengan

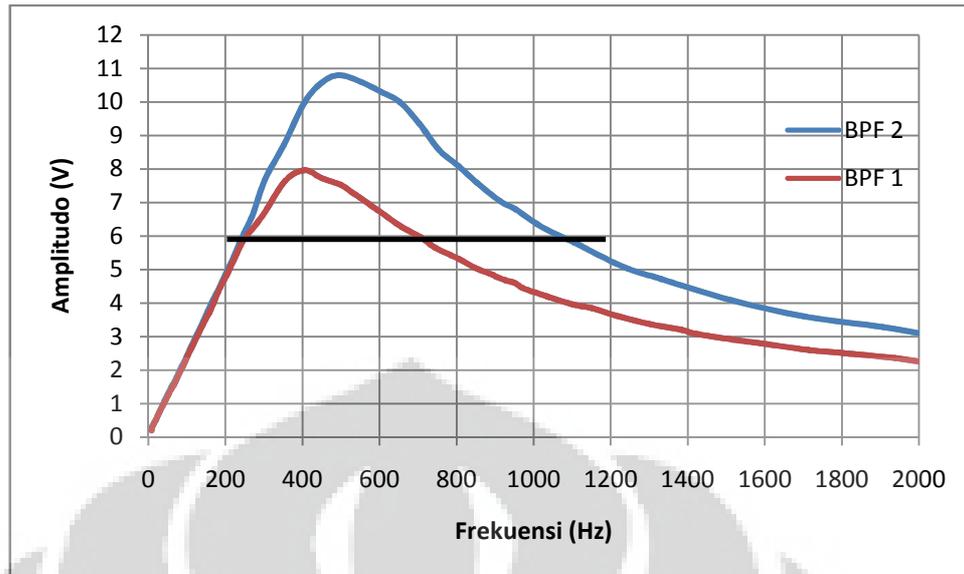
memberikan sinyal input ke rangkaian band pass filter dengan nilai tegangan input yang konstan sebesar 5 Vpp dan nilai frekuensi yang diubah ubah dari 10 Hz sampai 4 kHz. Berikut adalah data yang diperoleh seperti pada tabel 4.3 dan 4.4

Tabel 4.3 Data rangkaian band pass filter 1

No	Frek (Hz)	Vpp-out (V)	No	Frek (Hz)	Vpp-out (V)
1	8,48	0,2	31	745,2	5,64
2	10,38	0,32	32	805,2	5,32
3	15,63	0,44	33	848,9	5,04
4	20,28	0,52	34	893,7	4,84
5	24,33	0,64	35	900,9	4,8
6	29,46	0,76	36	925,9	4,68
7	40,29	1	37	951,5	4,6
8	50,81	1,24	38	972,8	4,44
9	59,74	1,44	39	1035	4,2
10	70,32	1,64	40	1101	3,96
11	80,78	1,92	41	1152	3,84
12	90,09	2,12	42	1222	3,6
13	99,4	2,36	43	1307	3,36
14	110,7	2,64	44	1385	3,2
15	152	3,6	45	1420	3,08
16	158,5	3,72	46	1534	2,88
17	186,9	4,48	47	1590	2,8
18	203,7	4,84	48	1715	2,6
19	229,4	5,48	49	1792	2,52
20	249,4	5,92	50	1938	2,36
21	295,9	6,6	51	2016	2,24
22	355,1	7,64	52	2288	2
23	405,2	7,96	53	2479	1,88
24	450,9	7,72	54	2688	1,72
25	500,5	7,52	55	3003	1,56
26	526,3	7,32	56	3534	1,36
27	547	7,16	57	3774	1,28
28	606,8	6,68	58	4057	1,2
29	655,7	6,28	59	4464	1,16
30	707,2	5,96	60	5093	1

Tabel 4.4 Data rangkaian band pass filter 2

No	Frek (Hz)	Vpp-out (V)	No	Frek (Hz)	Vpp-out (V)
1	8,48	0,28	26	702,2	9,36
2	19,76	0,52	27	755,3	8,56
3	30,53	0,8	28	805,2	8,08
4	41,29	1,08	29	851,8	7,6
5	59,45	1,48	30	912,4	7,04
6	71,23	1,72	31	953,3	6,8
7	79,87	1,96	32	1008	6,36
8	101,2	2,44	33	1060	6,04
9	118,9	2,88	34	1106	5,8
10	142,3	3,44	35	1232	5,08
11	162,1	3,96	36	1330	4,72
12	183,5	4,44	37	1514	4,08
13	201	4,88	38	1704	3,6
14	222,2	5,4	39	1907	3,28
15	241,5	5,92	40	2055	3
16	251,3	6,16	41	2195	2,8
17	272,5	6,68	42	2433	2,52
18	302,6	7,68	43	2639	2,36
19	351,9	8,72	44	2894	2,12
20	405,8	10	45	3067	2,04
21	452,9	10,6	46	3205	1,92
22	497	10,8	47	3419	1,8
23	551,9	10,6	48	3670	1,72
24	603,9	10,3	49	3984	1,56
25	652,7	10	50	4246	1,48



Gambar 4.7 Grafik respon rangkaian band pass filter

Berdasarkan data dan grafik pada gambar 4.7 diatas dapat kita lihat bahwa rangkaian band pass filter ini memiliki amplitudo terbesar saat frekuensinya bernilai 400 Hz sampai 700 Hz. Frekuensi dibawah ataupun diatas nilai tersebut amplitudonya mulai mengecil perlahan. Garis hitam pada grafik menunjukkan tegangan referensi yang akan digunakan pada rankaian komparator. Tegangan referensi ini digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan rangkaian osilator. Tegangan 6 V dipilih karena diatas tegangan tersebut frekuensinya adalah sekitar 200 sampai 1000 Hz karena frekuensi inilah frekuensi yang nantinya akan diloloskan oleh rangkaian band pass filter.

Setelah menguji rangkaian band pass filter dan semua bagian bagian rangkaian pendeteksi, kemudian alat pendeteksi tersebut diujicobakan untuk mendeteksi frekuensi nyamuk. Pengukuran dilakukan dimalam hari ataupun di tempat sepi agar mengurangi sinyal noise dari lingkungan sekitar. Setelah dilakukan penelitian didapatkan data sebagai tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Frekuensi kepakakan sayap nyamuk yang terdeteksi

No.	Frekuensi nyamuk yg terdeteksi (Hz)		
	Percobaan ke 1	Percobaan ke 2	Percobaan ke 3
1	524,6	235,9	322,6
2	425,7	378,0	742,1
3	645,3	480,2	402,4
4	231,5	634,8	683,3
5	330,1	497,3	521,4
Rata-rata	470,3		

4.3 Analisis Rangkaian Driver Relay

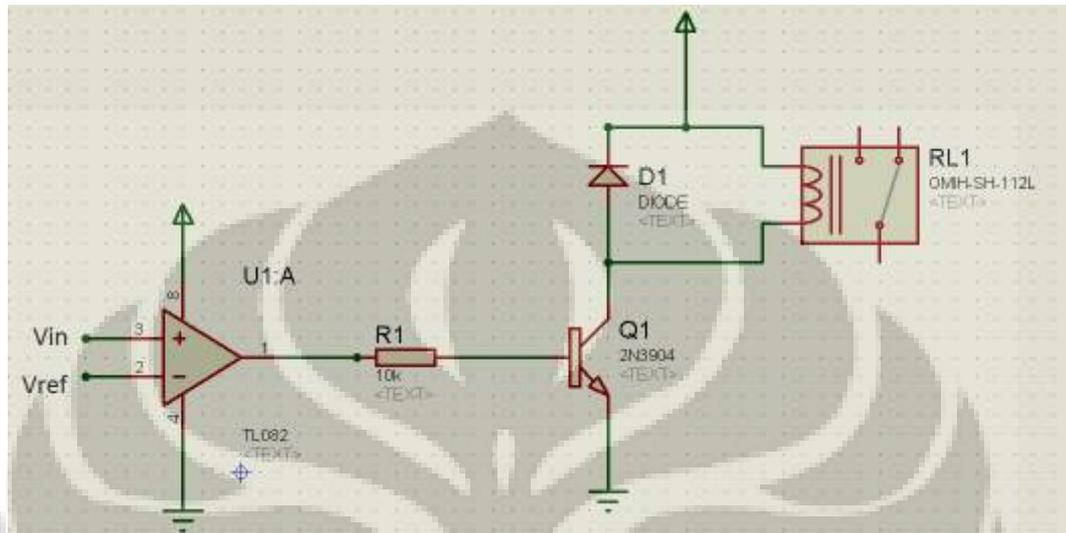
Sinyal yang berasal dari rangkaian band pass filter kemudian diteruskan ke rangkaian ini untuk dibandingkan dengan tegangan referensi. Dari tabel 4.3 dan tabel 4.4 didapatkan data amplitudo terhadap frekuensi input. Dari tabel tersebut bisa dilihat bahwa amplitudo maksimum diperoleh saat frekuensi 400 Hz sampai 500 Hz. Berdasarkan referensi, frekuensi nyamuk itu sendiri berkisar antara 250 Hz sampai 1 kHz.

Untuk dapat mengaktifkan relay, maka diperlukan adanya suatu tegangan minimal yang dapat mengaktifkannya. Penulis menggunakan relay SPDT 12 V. Sebelumnya kita batasi dahulu tegangan input yang akan masuk ke rangkaian relay dengan rangkaian komparator.

Pada gambar 4.8 merupakan rangkaian komparator dengan single supply. Akibatnya apabila masukan (-) lebih besar dibanding dengan masukan (+) maka keluaran op-amp mendekati nilai 0. Penulis menggunakan V_{ref} sebesar 6 V. Jadi Jika V_{in} dibawah 6 V sinyalnya akan diperkecil mendekati 0 V.

Driver relay menggunakan satu buah transistor. Transistor digunakan sebagai saklar untuk mengaktifkan relay. Sebelumnya relay diuji terlebih dahulu pada tegangan berapa relay aktif dan pada tegangan berapa relay tidak aktif.

Relay yang digunakan adalah relay HKE HRS4H-S DC12V. Relay ini berada pada kondisi aktif pada tegangan minimal 7,8 V dan tidak aktif pada tegangan dibawah 2,7 V. Gambar 4.9 menunjukkan rangkaian driver relay dengan komparator.



Gambar 4.8 Driver relay dengan komparator

Sebelumnya nilai VCC dan Vref ditentukan terlebih dahulu. Nilai VCC yang diberikan adalah 15 V dan nilai Vref adalah 5 V seperti yang dijelaskan sebelumnya. Saat nilai Vin lebih besar dari Vref, maka ada tegangan keluaran dari komparator sebesar +Vsat atau sebesar 13,45 V. Dalam hal ini kondisi relay adalah aktif atau berada pada posisi Normally Open (NO). Ketika nilai Vin lebih kecil dari Vref, maka tegangan keluaran dari komparator bernilai ≈ 0 V atau sekitar 107 mV. Dalam hal ini kondisi relay tidak aktif atau berada pada posisi Normally Close (NC). Pemasangan diode 1N4002 berfungsi mencegah arus transien yang ditimbulkan oleh kumparan relay. Tabel 4.6 menunjukkan hasil pengukuran hambatan, tegangan dan arus pada rangkaian driver relay.

Tabel 4.6. Data pengukuran driver relay HRS4H-S DC12V

	Relay Aktif ($V_{in} > V_{ref}$)	Relay Tidak Aktif ($V_{in} < V_{ref}$)
Rcoil	393 Ω	393 Ω
Vmin operasi	7,85 V	2,75 V
Vcc	15 V	15 V
V_B	0,727 V	0,107 V
V_C	3,25 V	15 V
V_{dioda}	11,74 V	0 V
I_B	1,13 mA	0,15 mA
I_C	4,75 mA	4,97 mA



BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari pengamatan yang telah dilakukan terhadap hewan nyamuk, maka dapat dihasilkan kesimpulan berikut ini:

- 1) Rangkaian pendeteksi frekuensi kepakan sayap nyamuk dirancang menggunakan piezo ultrasonic transducer, rangkaian penguat (inverting) bertingkat dua dengan penguatan 100 kali dan band-pass filter dengan *range* frekuensi dari 250 Hz sampai 1000 Hz.
- 2) Rangkaian osilator LC tipe Colpitts dalam penelitian ini dirancang dan dapat menghasilkan frekuensi dari 16,78 kHz s/d 61,35 kHz, sistem ini digunakan sebagai sumber osilasi untuk mengusir nyamuk.
- 3) Frekuensi yang dihasilkan oleh kepakan sayap nyamuk menghasilkan frekuensi rata-rata 470,3 Hz .
- 4) Berdasarkan pengamatan, nyamuk mulai bereaksi pada frekuensi mulai dari 26 kHz.

5.2 Saran

Menindaklanjuti hasil penelitian yang telah diperoleh, maka untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik perlu dilakukan hal-hal berikut ini :

- 1) Menggunakan alat dan komponen yang memiliki nilai toleransi lebih kecil agar nilai teori dan eksperimen tidak beda jauh.
- 2) Pengamatan dilakukan dalam cakupan yang lebih besar, ruangan yang lebih luas dan juga waktu pengamatan yang lebih lama.
- 3) Menggunakan lebih banyak nyamuk.

DAFTAR ACUAN

- [1]. **Camhi, J.M & Johnson, E.N.** *High Frequency Steering Maneuvers Mediated By Tactile Cues: Antennal Wall-Following In The Cockroach*. Department of Cell and Animal Biology, Hebrew University. Jerusalem 91904, Israel : Accepted 9 December 1998; published on WWW 3 February 1999.
- [2]. **Clements, A.N.** *The Physiology of Mosquitoes*. New York : The Macmillan, 1963.
- [3]. **E., Irving M. Gottlieb P.** *Practical Oscillator Handbook*. Oxford : A Division of Reed Educational and Professional Publishing Ltd, 1997.
- [4]. *Fairchild Semiconductor Corporation*. [Online] 2001. [Cited: Desember 4, 2009.] <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/fairchild/2N3904.pdf>.
- [5]. **Faulkenberry, Lucus.** An introduction to Operational Amplifiers with Linear IC Applications. 2nd edition. Taipei, Taiwan: Central Book Company, 1982.
- [6]. **Gonzalez, Guillermo.** *Foundations of Oscillator Circuit Design*. [ed.] Yekaterina Ratner. London : Artech House, 2007.
- [7]. **Herman, R. L.** *An Introduction to Mathematical Physics via Oscillations*. 2006.
- [8]. **Horowitz, Paul dan Hill, Winfield.** *The Art Of Electronics*. 2nd Edition. Cambridge : Cambridge University Press, 1994.
- [9]. **Linsley, Trevor.** *Advanced Electrical Installation Work*. 4th Edition. Oxford: Newnes Press, 2005.
- [10]. **Malvino, Albert Paul.** *Electronic Principles*. 6th Edition. New Delhi : Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, 1999.
- [11]. **Swistida, Dedy.** *Perbandingan Karakteristik Rangkaian Osilator Tipe Colpits, Piere dan Clapp Untuk Pengkondisi Sinyal Sensor Induktif dan Kapasitif (Skripsi Sarjana)*. Depok : s.n., Juni 24, 2010.
- [12]. **Tanjung, Taqwa.** *Studi Karakteristik Resonator LC dan Amplifier BJT pada Rangkaian Osilator Tipe Colpitts Sebagai Pengkondisi Sinyal*

(Skripsi Sarjana). Depok : s.n., Juni 24, 2010.

- [13]. **Panjaitan, Lidya**. *Rancangan Alat Pendeteksi dan Pengusir Kecoa dan Nyamuk Berbasis Frekuensi (Skripsi Sarjana)*. Depok : s.n., Juni 27, 2011.



LAMPIRAN A
DATA PENGAMATAN

Data Pengamatan Frekuensi yang dihasilkan Osilator Tipe Colpitts :

Tabel A.1 Perubahan frekuensi terhadap perubahan kapasitansi C2 untuk C1 = 18 nF

C1 (nF)	C2 (nF)	Fteori (kHz)	Fpercobaan (kHz)	Vpercobaan (Vpp)
18	18	53,05	61,35	1,32
	22	50,58	59,52	1,24
	27	48,43	55,56	1,12
	33	46,64	53,42	1,00
	39	45,35	51,12	0,80
	47	44,12	49,21	0,70
	56	43,12	47,85	0,58
	68	42,19	46,90	0,40
	82	41,43	45,96	0,30
	100	40,75	45,34	0,23
	120	40,23	44,80	0,19
	150	39,70	44,33	0,14
	180	39,34	43,90	0,12
	220	39,02	43,28	0,08
	270	38,74	43,15	0,07
330	38,52	42,42	0,06	

Tabel A.2 Perubahan frekuensi terhadap perubahan kapasitansi C2 untuk C1 = 33 nF

C1 (nF)	C2 (nF)	Fteori (kHz)	Fpercobaan (kHz)	Vpercobaan (Vpp)
33	18	46,64	55,56	1,58
	22	43,81	52,41	1,52
	27	41,30	49,21	1,38
	33	39,18	46,47	1,28
	39	37,64	44,33	1,10
	47	36,15	41,25	1,00
	56	34,93	40,26	0,86
	68	33,77	38,76	0,67
	82	32,81	37,88	0,54
	100	31,95	36,60	0,38
	120	31,28	36,05	0,31
	150	30,60	35,51	0,22
	180	30,14	34,72	0,18

	220	29,71	34,12	0,12
	270	29,35	33,90	0,10
	330	29,06	33,56	0,08

Tabel A.3 Perubahan frekuensi terhadap perubahan kapasitansi C2 untuk C1 = 47 nF

C1 (nF)	C2 (nF)	Fteori (kHz)	Fpercobaan (kHz)	Vpercobaan (Vpp)
47	18	44,12	52,14	1,80
	22	41,11	49,60	1,72
	27	38,43	46,13	1,62
	33	36,15	43,40	1,46
	39	34,47	40,52	1,32
	47	32,83	38,34	1,20
	56	31,48	36,76	1,08
	68	30,19	34,82	0,92
	82	29,12	33,47	0,70
	100	28,15	32,47	0,54
	120	27,39	31,33	0,44
	150	26,60	30,53	0,33
	180	26,07	29,94	0,25
	220	25,57	29,41	0,18
	270	25,15	28,70	0,13
330	24,81	28,64	0,09	

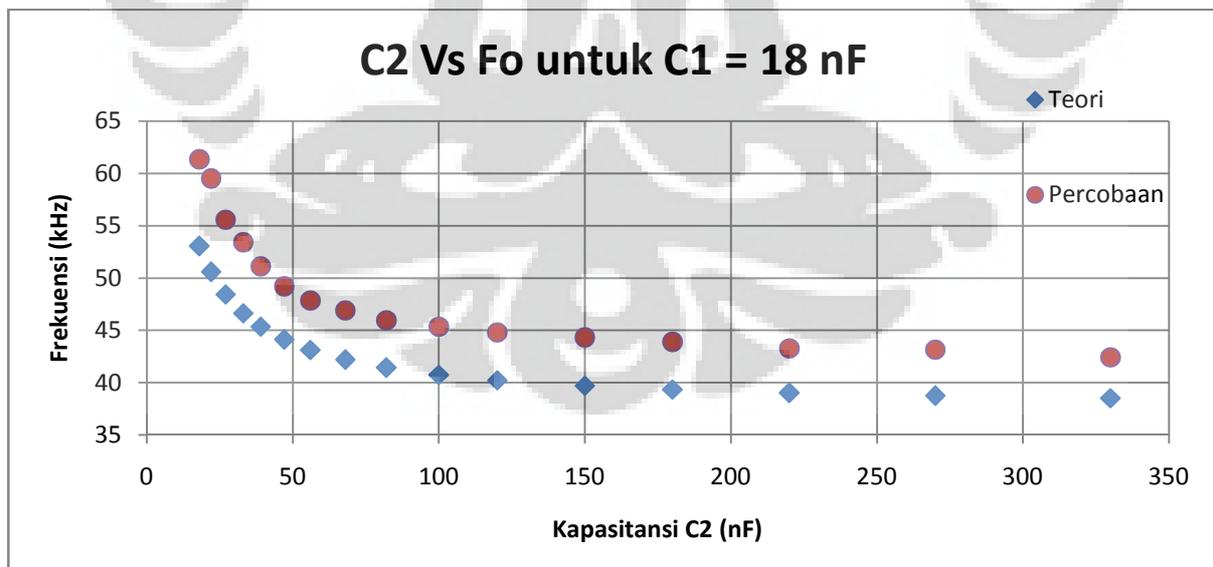
Tabel A.4 Perubahan frekuensi terhadap perubahan kapasitansi C2 untuk C1 = 68 nF

C1 (nF)	C2 (nF)	Fteori (kHz)	Fpercobaan (kHz)	Vpercobaan (Vpp)
68	18	42,19	50,10	1,98
	22	39,04	46,60	1,90
	27	36,20	43,48	1,78
	33	33,77	40,45	1,68
	39	31,97	37,48	1,52
	47	30,19	35,66	1,44
	56	28,72	33,69	1,30
	68	27,29	31,33	1,10
	82	26,10	29,94	0,96
	100	25,02	28,33	0,80
	120	24,16	27,26	0,60
	150	23,27	26,46	0,46
	180	22,65	25,99	0,36
	220	22,08	25,10	0,25

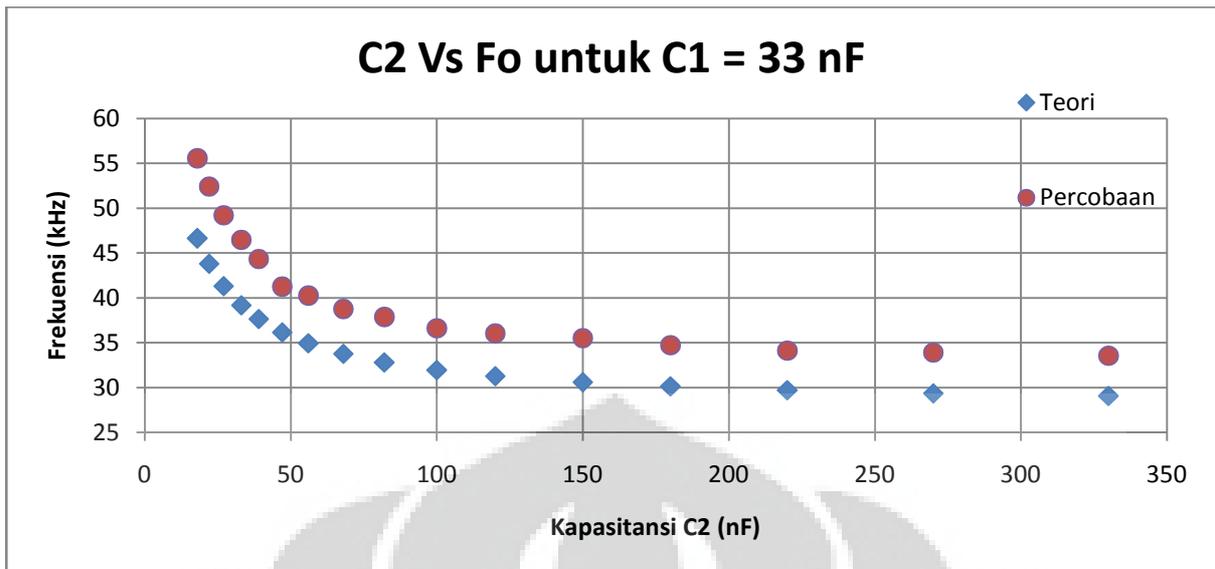
	270	21,59	24,68	0,19
	330	21,20	24,15	0,14

Tabel A.5 Perubahan frekuensi terhadap perubahan kapasitansi C2 untuk C1 = 180 nF

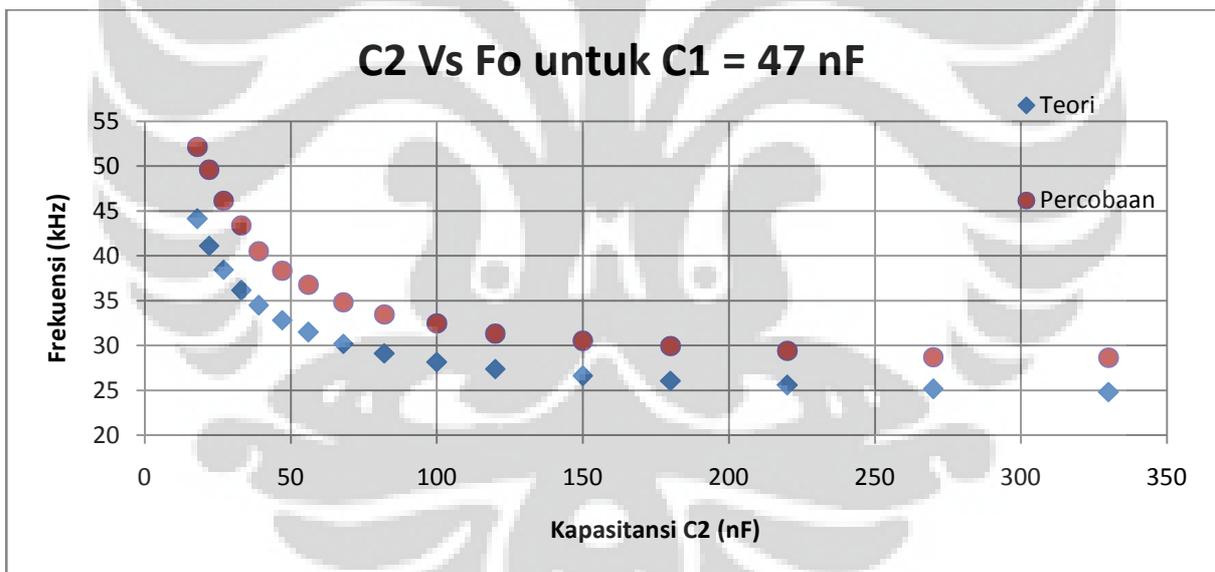
C1 (nF)	C2 (nF)	Fteori (kHz)	Fpercobaan (kHz)	Vpercobaan (Vpp)
180	18	39,34	47,17	2,06
	22	35,95	43,63	2,04
	27	32,85	40,03	2,02
	33	30,14	37,17	1,98
	39	28,11	33,40	1,92
	47	26,07	31,27	1,80
	56	24,35	28,94	1,74
	68	22,65	26,43	1,60
	82	21,20	24,63	1,46
	100	19,85	22,67	1,28
	120	18,76	21,55	1,12
	150	17,60	20,23	0,89
	180	16,78	19,12	0,71
	220	16,00	18,21	0,54
	270	15,31	17,36	0,40
	330	14,75	16,78	0,32



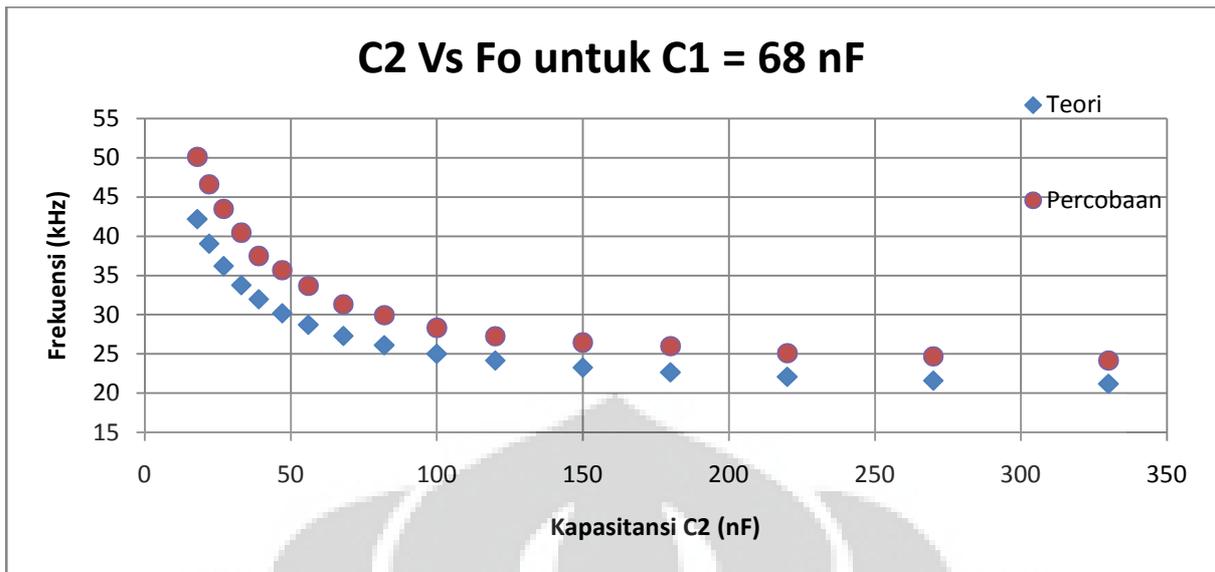
Gambar A.1 Grafik perubahan frekuensi terhadap perubahan kapasitansi C2 untuk nilai C1 = 18 nF



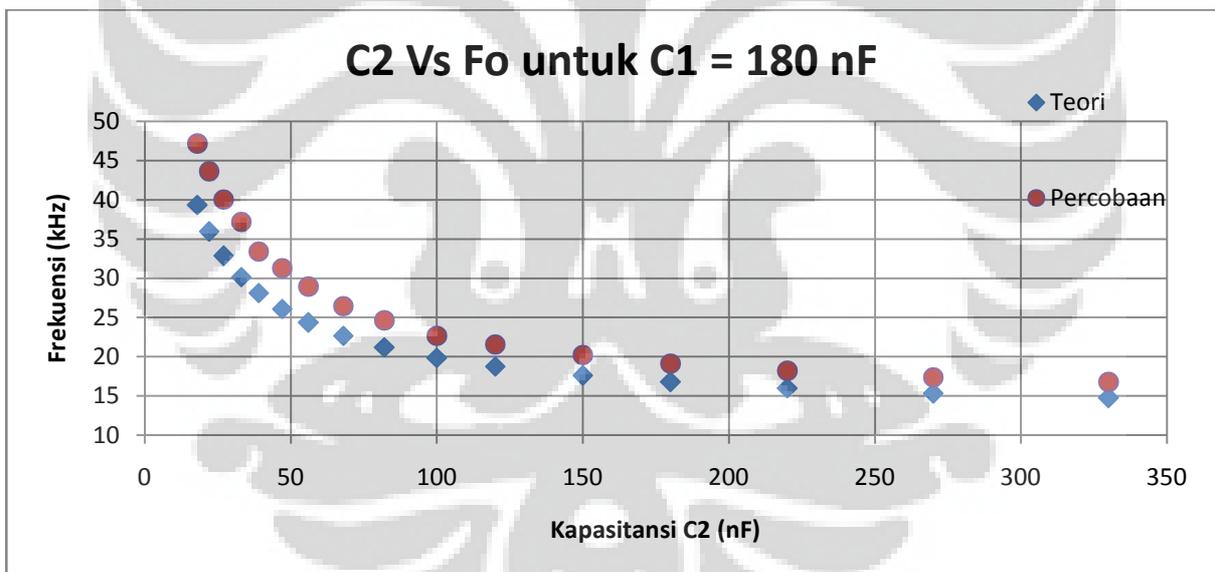
Gambar A.2 Grafik perubahan frekuensi terhadap perubahan kapasitansi C2 untuk nilai C1 = 33 nF



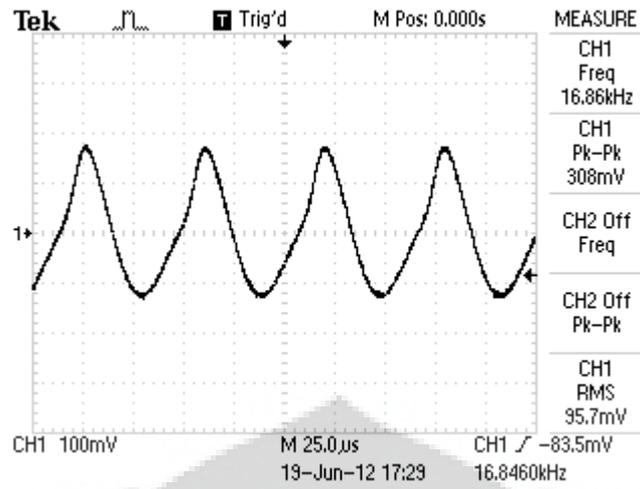
Gambar A.3 Grafik perubahan frekuensi terhadap perubahan kapasitansi C2 untuk nilai C1 = 47 nF



Gambar A.4 Grafik perubahan frekuensi terhadap perubahan kapasitansi C2 untuk nilai C1 = 68 nF



Gambar A.5 Grafik perubahan frekuensi terhadap perubahan kapasitansi C2 untuk nilai C1 = 180 nF



Gambar A.6 Sinyal osilasi yang dihasilkan osilasi tipe Colpitts

