

# BAB I

## SENTRAL TELEPON

### Tujuan Percobaan :

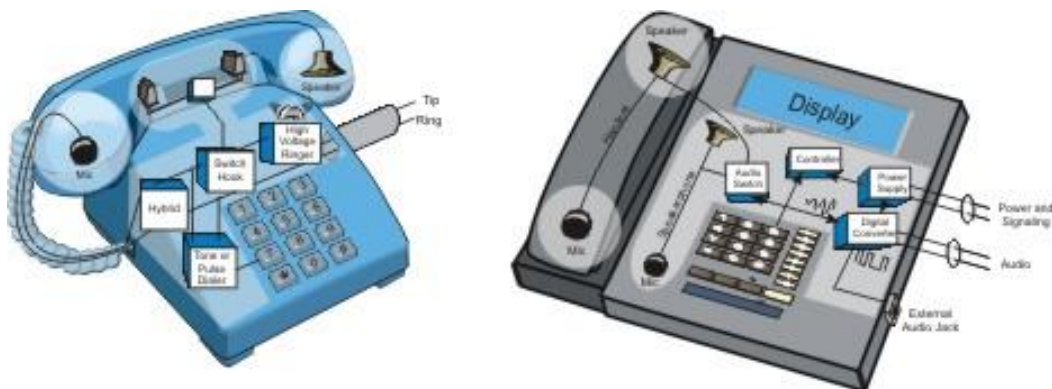
1. Peserta Praktikum dapat mengenal konsep sentral telepon
2. Mengetahui Tegangan On Hook dan Off Hook
3. Mengetahui nada tone telepon dalam penyambungan saluran telepon

### Dasar Teori

#### *Pesawat Telepon*

Diagram blok secara umum sebuah pesawat telepon terlihat dalam gambar 1.1 terdiri atas beberapa bagian utama yaitu :

1. Penerima (receiver)
2. Pengirim (transmitter)
3. Saklar buka tutup (switch hook)
4. Pemilih nomor (dialer)
5. Bell (ringer)
6. Bagian bicara (speech Network)



Gambar 1.1 Diagram blok umum pesawat telepon

Handset terdiri atas peralatan receiver yang serupa speaker untuk mendengarkan informasi lawan bicara, serta peralatan transmitter yang berupa mikropon untuk mengirim sinyal informasi ke lawan bicara. Selain itu handset juga berfungsi untuk menahan saklar buka tutup supaya tetap berada pada kedudukannya.

Saklar buka tutup (switch hook) merupakan pemisah telepon dengan salurannya. Pada saat handset tertutup disebut keadaan On Hook dan pada saat handset terbuka disebut sebagai keadaan off hook. Dalam keadaan off Hook arus DC mengalir dari sentral menuju pesawat telepon untuk mencatu rangkaian di dalamnya.

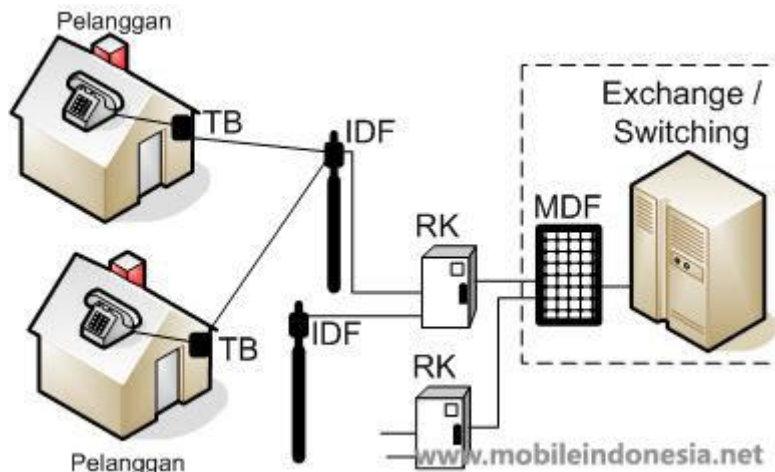
Pemilih nomer (dialer) merupakan suatu peralatan yang berfungsi mengirimkan nomer telepon yang terpanggil kepada sentral telepon. Terdapat beberapa jenis dialer yang dipakai dalam sistem telepon, diantaranya adalah : dial putar dan dial tone DTMF.

Bel (ringer) dipakai untuk menunjukkan adanya suatu panggilan terhadap pesawat telepon. Untuk membunyikannya bel dipergunakan sinyal dering yang berupa sebuah sinyal AC dengan tegangan 80Volt dengan frekuensi 20 Hz dengan periode 2 detik berbunyi dan 4 detik mati.

Rangkaian bicara (speech network) dipergunakan untuk memungkinkan komunikasi antara dua telepon.

### *Sentral Telepon*

Tujuan Sentral Telepon adalah untuk menyederhanakan bentuk jaringan telepon. Fungsi sentral telepon sendiri adalah menghubungkan antara pelanggan telepon satu dengan lainnya, sesuai dengan yang dikehendaki oleh pelanggan tersebut.



Gambar 1.2 Komponen Jaringan Telepon Kabel

Sentral telepon untuk melaksanakan fungsi peralatannya dapat dikelompokkan sesuai dengan fungsinya menjadi sebagai berikut :

a. Fungsi penyambung

Sentral telepon sebagai penyambung mempunyai menyambungkan pembicaraan antara langganan pemanggil dengan yang dipanggil. Menjaga agar pembicaraan tidak putus dan memutus hubungan apabila dikhendaki.

b. Fungsi Kontrol

Sebagai control sentral telepon mempunyai tugas menyelenggarakan, mengawasi, dan membangun hubungan pembicaraan. Proses yang terjadi pada fungsi control diawali dengan menerima informasi dari pelanggan pemanggil selanjutnya dapat ditentukan arah pembicaraan.

c. Fungsi signaling

Fungsi signaling berfungsi sebagai pemberi informasi kepada pelanggan, informasinya berupa nada-nada tertentu. Nada yang dimaksud adalah nada pilih, nada panggil dan nada sibuk.

Beberapa sinyal nada yang sering digunakan pada system jaringan telepon dapat dilihat dalam table 4.1.

Tabel 1.1. Karakteristik Pensinyalan Telepon

Nada	Frekuensi	Irama
Dial Tone	$425 \pm 25$ Hz	Kontinyu
Ring Back Tone	$425 \pm 25$ Hz	2 detik on 3 detik off
Engaged Tone	$425 \pm 25$ Hz	0,5 detik on, 0,5 detik off

Dalam keadaan sentral sedang mengusahakansuatu hubungan dengan pesawat terpanggil, maka sebuah sinyal bel akan dikirim oleh sentral sebagai tanda panggilan kepada pesawat telepon terpanggil, jika pesawat telepon terpanggil tidak dalam keadaan terpakai. Pada saat yang sama sentral juga mengirimkan suatu nada ke pesawat telepon pemanggil sebagai tanda bahwa pesawat telepon yang dipanggil sedang berdering. Apabila pesawat telepon terpanggil dalam keadaan terpakai maka sentral akan mengirimkan sebuah nada sibuk (busy tone) kepada pesawat telepon pemanggil.

### Langkah percobaan

#### 1. Dial Tone

- 1.1 Hubungkan modul sentral telepon dengan sumber tegangan listrik.
- 1.2 Sambungkan konektor sentral telepo dengan modul Penerima Telepon
- 1.3 Sambungkan konektor telepon pertama ke modul penerima telepon nomer 81
- 1.4 Sambungkan konektor telepon kedua ke modul penerima telepon nomer 88
- 1.5 Angkat handset pada telepon nomer 81.
- 1.7 Pada konektor telepon nomer 81 amati dengan oscilloscope (pada saat telepon nomer 81 diangkat handsetnya) dan gambar hasilnya pada lembar data percobaan.

#### 2. Ring Tone dan Ring Back Tone

- 2.1 Sambungkan konektor telepon pertama ke modul penerima telepon nomer 81

- 2.2 Sambungkan konektor telepon kedua ke modul penerima telepon nomer 88
- 2.3 Angkat Handset pada telepon nomer 81 dan tekan (dial) nomer 88
- 2.4 Amati atau dengarkan telepon nomer 88 (Telepon yang dipanggil)
- 2.5 Pada konektor telepon nomer 88 amati dengan oscilloscope, gambar kan hasil pengamatan Ring Tone pada data percobaan.
- 2.6 Pada konektor telepon nomer 81 (Telepon pemanggil) amati dengan oscilloscope, gambarkan hasil pengamatan Ring Back Tone pada data percobaan.

### 3. Telepon Dipanggil Mengangkat Handset Telepon

- 3.1 Sambungkan konektor telepon pertama ke modul penerima telepon nomer 81
- 3.2 Sambungkan konektor telepon kedua ke modul penerima telepon nomer 88
- 3.3 Angkat Handset pada telepon nomer 81 (Telepon pemanggil) dan tekan (dial) nomer 88
- 3.4 Angkat Handset pada telepon nomer 88 (Telepon yang dipanggil)
- 3.5 Catat pengamatanmu dalam data percobaan.

### 4. Telepon Dipanggil Menutup Handset Telepon

- 4.1 Sambungkan konektor telepon pertama ke modul penerima telepon nomer 81
- 4.2 Sambungkan konektor telepon kedua ke modul penerima telepon nomer 88
- 4.3 Angkat Handset pada telepon nomer 81 (Telepon pemanggil) dan tekan (dial) nomer 88
- 4.4 Angkat Handset pada telepon nomer 88 (Telepon yang dipanggil)
- 4.5 Lakukan pembicaraan beberapa saat.
- 4.6 Tutup Handset telepon nomer 88 (Telepon yang dipanggil)
- 4.7 Amati pembicaraan yang terjadi. Catat dalam data percobaan.

### 5. Engaged Tone

- 5.1 Sambungkan konektor telepon pertama ke modul penerima telepon nomer 81
- 5.2 Sambungkan konektor telepon kedua ke modul penerima telepon nomer 88
- 5.3 Angkat Handset pada telepon nomer 88 (Telepon yang dipanggil)
- 5.4 Angkat Handset pada telepon nomer 81 (Telepon pemanggil) dan tekan (dial) 88

5.5 Pada konektor telepon nomer 81 amati dengan oscilloscope, gambar kan hasil pengamatanmu dalam data percobaan.

**Pertanyaan**

1. Jelaskan urutan kejadian yang terjadi dalam suatu panggilan telepon.
2. Jelaskan mengenai DTMF.

## **BAB II**

### **PENERIMA AM SUPERHETERODYNE**

#### **2.1 Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, siswa dapat :

1. Menggambarkan diagram blok penerima superheterodyne
2. Menjelaskan fungsi setiap blok pada penerima superheterodyne
3. Menjelaskan prinsip kerja penerima superheterodyne

#### **2.2 Dasar Teori**

Penerima radio yang pertama kali dikenal adalah penerima radio secara langsung. Adapun prinsip kerja dari jenis penerima radio ini adalah menerima secara langsung sinyal radio tanpa sinyal penalaan. Perkembangan selanjutnya memunculkan jenis penerima radio jenis tuned radio frequency (TRF), pada penerima jenis ini penerima sinyal radio dilakukan proses penalaan. Perkembangan jenis penerima radio sekarang ini adalah jenis penerima superheterodyne. Dari jenis system konversi pada penerima superheterodyne dikenal ada dua macam, ialah penerima konversi tunggal (single conversion) dan penerima konversi ganda (double conversion).

Pada umumnya penerima AM superheterodyne yang bekerja pada daerah penerimaan komersial (broadcast station) memiliki frekuensi antara 520 – 1600 kHz, sedang besarnya frekuensi antara (intermediate frequency) 455 kHz.

Kualitas suatu penerima AM superheterodyne banyak ditentukan oleh sensitivitas, selektivitas, fidelitas maupun tanggapan terhadap noise.

Secara umum penerima AM superheterodyne konversi tunggal terdiri dari rangkaian penala, mixer, osilator local, penguat IF, detector, penguat suara, sumber daya dan loudspeaker.

#### **2.3 Peralatan Praktikum**

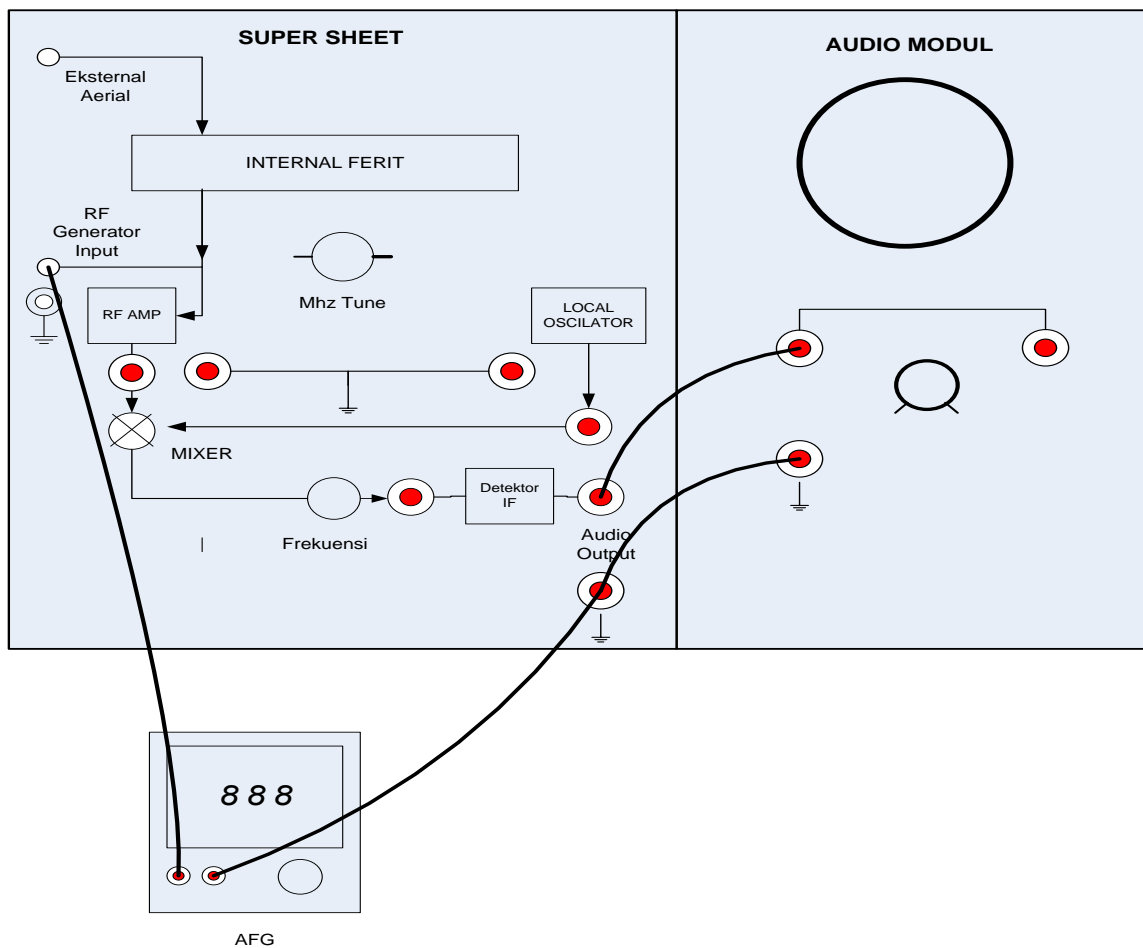
Utama :                   1 buah Audio Module PTE 011 16  
                                  1 buah Power Supply PTE 011 17

Pendukung :           1 buah oscilloscope

- 1 buah frekuensi meter
- Penghubung U
- Kabel penghubung
- 1 buah RF generator
- 1 buah multimeter

## 2.4 Langkah Kerja

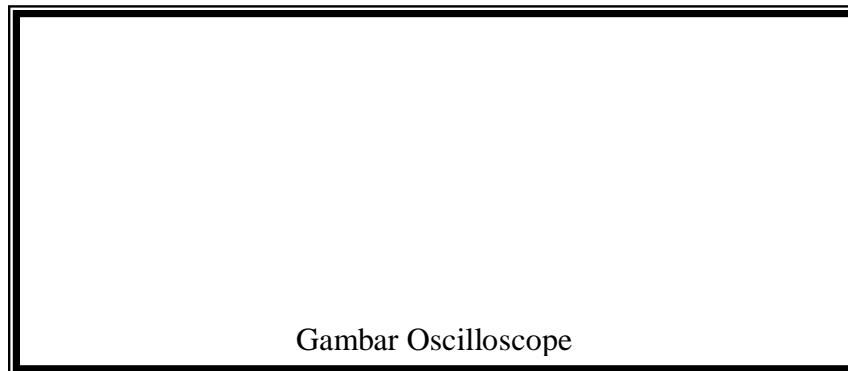
1. Pasang modul super sheet PTE 011 06, power supply dan modul audio PTE 011 17 pada frame panel yang telah disediakan dengan kedudukan yang benar kemudian hubungkan terminal +15V, -15V dan ground dengan penghubung U. seperti gambar 2.1



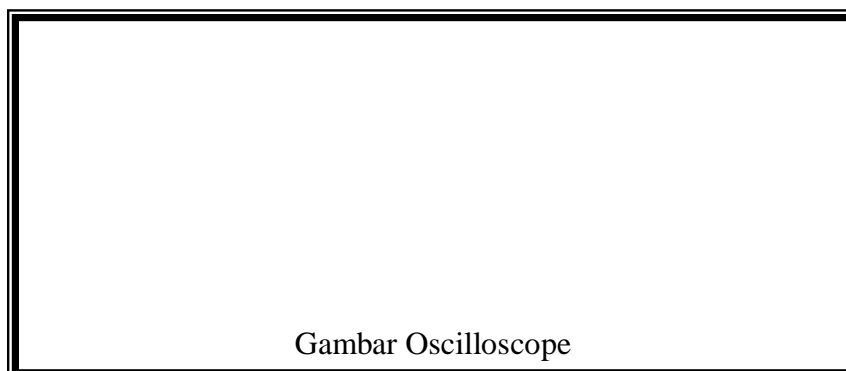
Gambar 2.1 Rangkaian penerima supersheet



2. siapkan oscilloscope dan peralatan pendukung lainnya.
3. Perhatikan sebelum steker dimasukan ke tegangan jala-jala listrik pastikan saklar ON/OFF modul pada posisi OFF.
4. Hubungkan terminal keluaran modul supersheet dengan modul audio, oscilloscope seperti gambar 2.1
5. Masukan steker power supply oscilloscope dan frekuensi meter dan nyalakan sumber tegangan pada posisi ON.
6. Atur pengontrol tune pada frekuensi tertentu hingga penerima super heterodyne menangkap sinyal radio. Jika kualitas radio kurang baik atur pengontrol frekuensi pada bagian penguat IF (IF amplifier) kemudian atur sweep Time/Div dan Volt/Div hingga oscilloscope memperagakan sinyal yang baik / mudah digambar bentuk gelombangnya. Catat Volt/diev dan Time/Div.



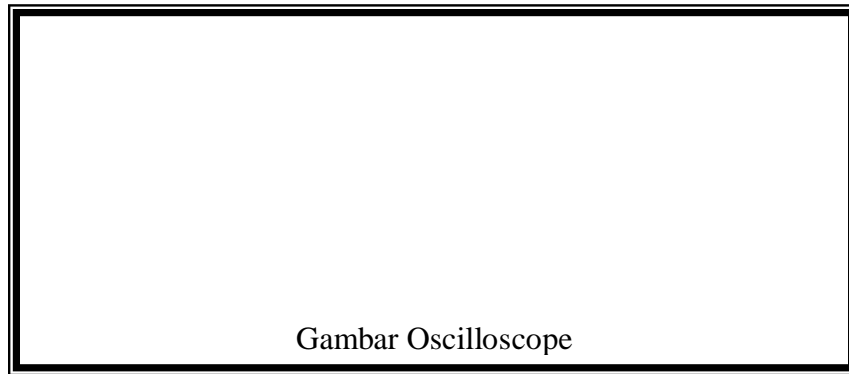
7. Lepaskan probe frekuensi oscilloscope dan gantikan dengan probe frekuensi meter. Catat hasilnya di dalam data percobaan.  
Besarnya frekuensinya .....kHz.
8. Hubungkan probe oscilloscope pada terminal keluaran oscillator local dan gambar bentuk gelombangnya.



9. Lepaskan probe frekuensi oscilloscope dan gantikan dengan probe frekuensi meter. Catat hasilnya di dalam data percobaan.

Besar frekuensinya .....kHz.

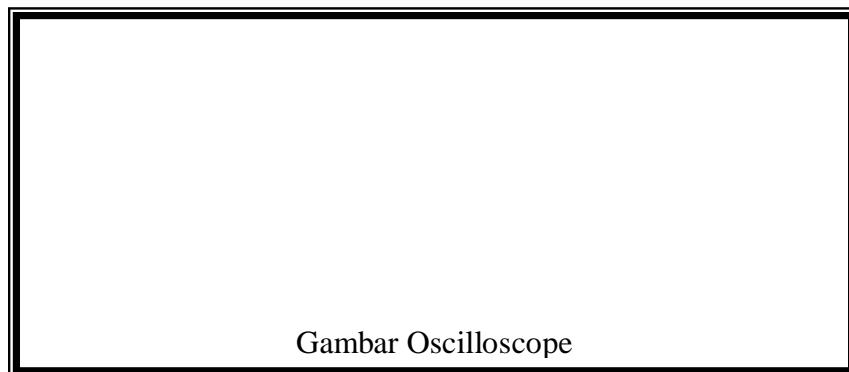
10. Hubungkan probe oscilloscope pada terminal keluaran penguat IF dan gambar bentuk gelombangnya.



11. Lepaskan probe frekuensi oscilloscope dan gantikan dengan probe frekuensi meter. Catat hasilnya di dalam data percobaan.

Besar frekuensinya .....kHz.

12. Hubungkan probe oscilloscope pada terminal keluaran detector dan gambar bentuk gelombangnya.



13. Pada pengaturan tune pada posisi minimum Hubungkan probe terminal keluaran penguat RF dengan probe frekuensi meter. Catat hasilnya di dalam data percobaan.  
Besarnya frekuensinya .....kHz.
14. Pindahkan probe frekuensi meter ke terminal local oscillator catat hasil pengukurannya di data percobaan.  
Besarnya frekuensi osilator .....kHz.
15. Pada pengaturan tune pada posisi minimum Hubungkan probe terminal keluaran penguat RF dengan probe frekuensi meter. Catat hasilnya di dalam data percobaan.  
Besarnya frekuensinya .....kHz.
16. Pindahkan probe frekuensi meter ke terminal local oscillator catat hasil pengukurannya di data percobaan.  
Besarnya frekuensi osilator .....kHz.

## **2.5 Pertanyaan**

1. Pada daerah frekuensi berapa penerima AM superheterodyne anda gunakan untuk praktikum bekerja ?
2. Bagaimana perubahan pengaruh control frekuensi jika diputar posisi minimum / maksimum ?
3. Dari data jawaban nomor 1 berapa besarnya frekuensi osilator local pada penalaan minimum dan maksimum ?
4. Jelaskan secara rinci prinsip kerja dari sebuah penerima AM superheterodyne

## **BAB III**

### **KOMUNIKASI OPTIK**

#### **TUJUAN**

1. Mempelajari prinsip kerja komunikasi optik
2. Mengamati proses pengiriman informasi dengan menggunakan serat optik

#### **DASAR TEORI**

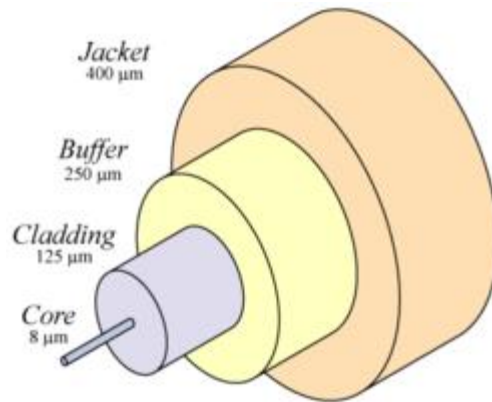
##### Fiber Optik

Fiber optik adalah sebuah kaca murni yang panjang dan tipis serta berdiameter sebesar rambut manusia. Dan dalam penggunaannya fiber optik digunakan untuk mengantarkan data digital yang berupa sinar dalam jarak yang sangat jauh.

Lebih rincinya, fiber optik adalah kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Cahaya yang ada di dalam fiber optik sulit keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena laser karena mempunyai spektrum yang sangat sempit.

Kecepatan transmisi fiber optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

Fiber optik terdiri dari 2 bagian, yaitu cladding dan core. Cladding adalah selubung (kulit) dari core. Buffer Coating dan Jacket adalah plastic pelapis yang melindungi fiber dari kerusakan.



Gambar 3.1 Bagian Penampang Fiber Optik

Efisiensi dari Fiber optik ditentukan oleh kemurnian dari bahan penyusun gelas. Semakin murni bahan gelas, semakin sedikit cahaya yang diserap oleh Fiber optik.

### Jenis fiber optik

Kabel fiber optik terdiri dari dua jenis, yang dikenal sebagai single mode dan multi mode.

#### 1. Single-mode fiber

Mempunyai inti yang kecil (berdiameter 0.00035 inch atau 9 micron) dan berfungsi mengirimkan sinar laser inframerah (panjang gelombang 1300-1550 nanometer)

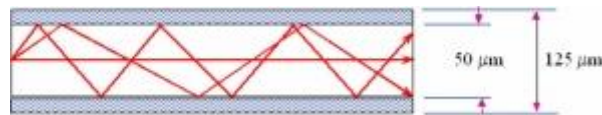


Gambar 3.2. Jenis Fiber Optik Single mode fiber

Kabel single mode dapat menjangkau jarak yang lebih jauh dan hanya mengirim satu sinyal pada satu waktu. Kabel single mode dapat menjangkau ratusan kilometer.

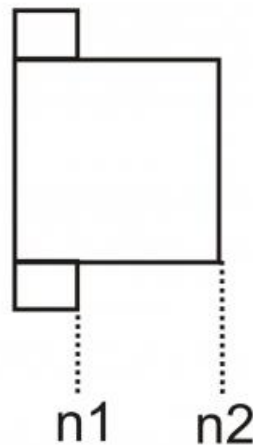
### 3. Multi-mode fibers

Pada jenis multimode step index ini, diameter core lebih besar dari diameter cladding. Dampak dari besarnya diameter core menyebabkan rugi-rugi dispersi waktu transmisinya besar. Penambahan prosentase bahan silica pada waktu pembuatan. Tidak terlalu berpengaruh dalam menekan rugi-rugi dispersi waktu transmit. Berikut adalah gambar dari perambatan gelombang dalam serat optik multimode step index.



Gambar 3.3. Perambatan Gelombang pada Multimode Step Index

Jenis serat optik ini mempunyai perubahan index bias yang mendadak seperti ditunjukkan oleh gambar berikut.



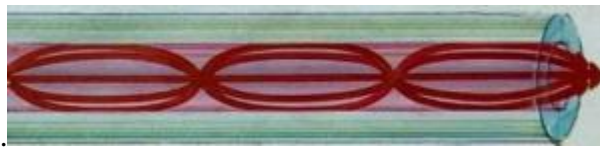
Gambar 3.5. Index bias dari multimode step index

Multimode Step Index mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- Indeks bias core konstan.
- Ukuran core besar (50mm) dan dilapisi cladding yang sangat tipis.
- Penyambungan kabel lebih mudah karena memiliki core yang besar.
- Sering terjadi dispersi.
- Hanya digunakan untuk jarak pendek dan transmisi data bit rate rendah.

### 3. Multimode Graded Index

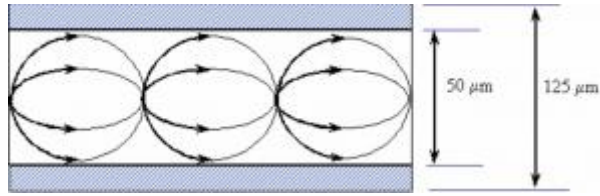
Pada jenis serat optik multimode graded index ini. Core terdiri dari sejumlah lapisan gelas yang memiliki indeks bias yang berbeda, indeks bias tertinggi terdapat pada pusat core dan berangsur-angsur turun sampai ke batas core-cladding. Akibatnya dispersi waktu berbagai mode cahaya yang merambat berkurang sehingga cahaya akan tiba pada waktu yang bersamaan. Berikut adalah gambar perambatan gelombang dalam multimode graded index



Gambar 3.6 Jenis Fiber Optik Multi mode Grade index fibers

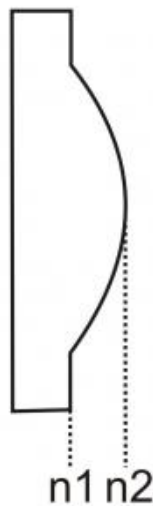
Kabel multimode mengirim sinyal yang berbeda pada saat yang bersamaan, mengirim data pada sudut refraksi yang berbeda pada saat yang bersamaan, mengirim data pada sudut refraksi yang berbeda. Kabel multimode biasanya hanya mencapai 550 meter atau kurang.

Pada jenis serat optik multimode graded index ini. Core terdiri dari sejumlah lapisan gelas yang memiliki indeks bias yang berbeda, indeks bias tertinggi terdapat pada pusat core dan berangsur-angsur turun sampai ke batas core-cladding. Akibatnya dispersi waktu berbagai mode cahaya yang merambat berkurang sehingga cahaya akan tiba pada waktu yang bersamaan. Berikut adalah gambar perambatan gelombang dalam multimode graded index.



Gambar 3.7 Perambatan Gelombang pada Multimode Graded Index

Index bias yang berubah secara perlahan ditunjukkan pada gambar berikut.



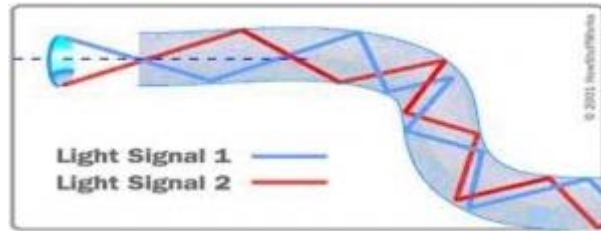
Gambar 3.8 Perubahan index bias pada multimode graded index

Multimode Graded Index mempunyai karakteristik sebagai berikut :

- Cahaya merambat karena difraksi yang terjadi pada core sehingga rambatan cahaya sejajar dengan sumbu serat.
- Dispersi minimum sehingga baik jika digunakan untuk jarak menengah
- Ukuran diameter core antara 30 μm – 60 μm. lebih kecil dari multimode step Index dan dibuat dari bahan silica glass.
- Harganya lebih mahal dari serat optik Multimode Step Index karena proses pembuatannya lebih sulit.



## Cara kerja fiber optik



Gambar 3.9. Perambatan Berkas Cahaya dalam fiber optik

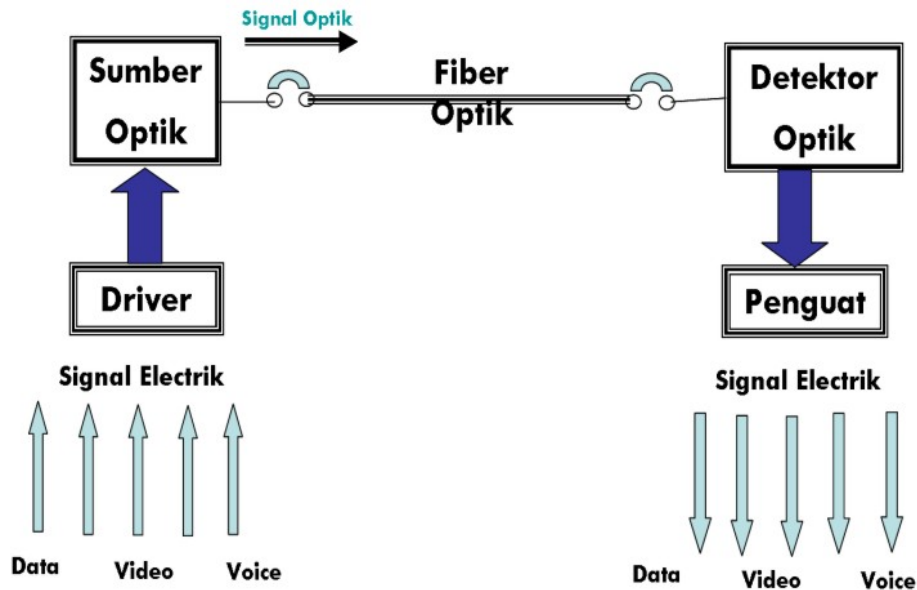
Sinar dalam fiber optik berjalan melalui inti dengan secara memantul dari cladding, dan hal ini disebut total internal reflection, karena cladding sama sekali tidak menyerap sinar dari inti. Akan tetapi dikarenakan ketidakmurnian kaca sinyal cahaya akan terdegradasi, ketahanan sinyal tergantung pada kemurnian kaca dan panjang gelombang sinyal.

## Komunikasi Serat Optik

Perkembangan teknologi telekomunikasi memungkinkan penyediaan sarana telekomunikasi dalam biaya relatif rendah, mutu pelayanan tinggi, cepat, aman, dan juga kapasitas besar dalam menyalurkan informasi. Seiring dengan perkembangan telekomunikasi yang cepat maka kemampuan sistem transmisi dengan menggunakan teknologi serat optik semakin dikembangkan, sehingga dapat menggeser penggunaan sistem transmisi konvensional dimasa mendatang, terutama untuk transmisi jarak jauh. Dampak dari perkembangann teknologi ini adalah perubahan jaringan analog menjadi jaringan digital baik dalam sistem switching maupun dalam sistem transmisinya. Hal ini akan meningkatkan kualitas dan kuantitas informasi yang dikirim, serta biaya operasi dan pemeliharaan lebih ekonomis. Sebagai sarana transmisi dalam jaringan digital, serat optik berperan sebagai pemandu gelombang cahaya. Serat optik dari bahan gelas atau silika dengan ukuran kecil dan sangat ringan dapat mengirimkan informasi dalam jumlah besar dengan rugi-rugi relatif rendah.

Dalam sistem komunikasi serat optik, informasi diubah menjadi sinyal optik (cahaya) dengan menggunakan sumber cahaya LED atau Diode Laser. Kemudian dengan dasar

hukum pemantulan sempurna, sinyal optik yang berisi informasi dilewatkan sepanjang serat sampai pada penerima, selanjutnya detektor optik akan mengubah sinyal optik tersebut menjadi sinyal listrik kembali.



Gambar 3.10. Prinsip Dasar Sistem Komunikasi Serat Optik

#### 1. Driver

Berfungsi mengendalikan sumber optik berdasarkan sinyal elektrik yang diterima dan mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik.

#### 2. Sumber Optik (Cahaya)

Dapat menggunakan LED atau LASER. LED merupakan perangkat yang memancarkan cahaya dengan arah menyebar. Pada umumnya digunakan untuk serat optik multimode step indeks. LASER dapat memancarkan cahaya dengan daya 10-100 kali lebih besar dibandingkan dengan LED. Pada umumnya digunakan untuk serat optik singlemode step indeks. Untuk transmisi jarak jauh, penggunaan LASER sebagai sumber cahaya lebih menguntungkan dibandingkan menggunakan LED.

### 3. Detektor Optik

Berfungsi untuk mengubah kembali sinyal optik menjadi sinyal elektrik. Detektor optik dapat menghasilkan gelombang sesuai aslinya, dengan meminimalisasi losses yang timbul selama perambatan, sehingga dapat juga menghasilkan sinyal elektrik yang maksimum dengan daya optik yang kecil.

Detektor optik yang sering digunakan ada 2, yaitu :

#### a. Detektor Optik PIN (Positive Intrinsic Negative) Photodiode

Diode PIN adalah sebuah semikonduktor dengan bagian yang didop P, sebuah intrinsik dan bagian yang didop N, sehingga sebagai berikut dapat menimbulkan satu pasang elektron tunggal yang diabsorpsi

Detektor ini bekerja menurut fungsi modulasi arus oleh cahaya yang diserap, dimana daya optik yang masuk selama sebuah pulsa dapat dianggap sebagai penerimaan dari sejumlah foton yang masing-masing mempunyai energi sebesar :

dimana :  $h =$  konstanta Planck ( $6,0625 \cdot 10^{-34}$ )

$v =$  kecepatan Foton ( $c$ )

$E =$  energi Foton

#### b. Detektor Optik APD (Avalanche Photodiode)

Dapat menghasilkan lebih dari satu pasang elektron tunggal melalui ionisasi. APD biasa digunakan untuk sistem yang memerlukan sensitifitas tinggi, sedangkan PIN digunakan untuk sistem yang memerlukan sensitifitas rendah.

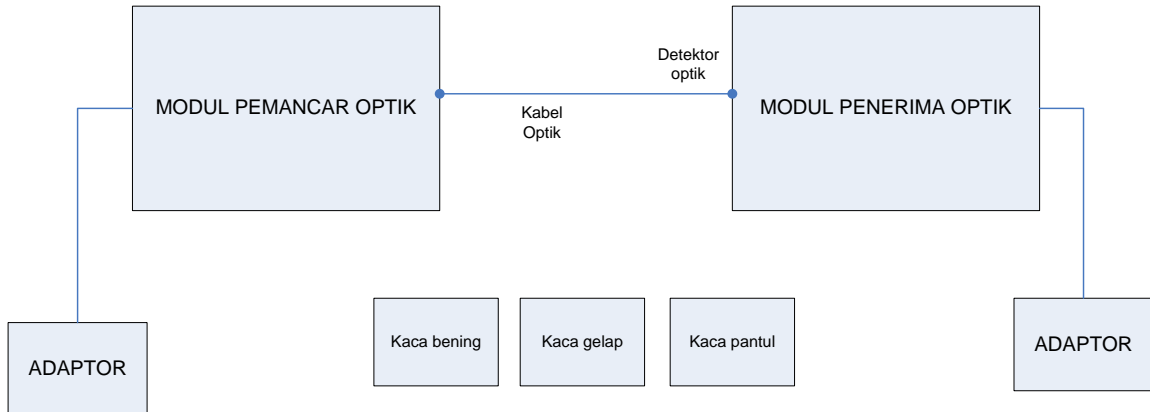
### 4. Rangkaian Penguat

Berfungsi untuk menguatkan sinyal elektrik sesuai dengan sinyal elektrik yang ditransmisikan.

## LANGKAH PERCOBAAN

### Redaman

1. Siapkan panel seperti gambar 3.11



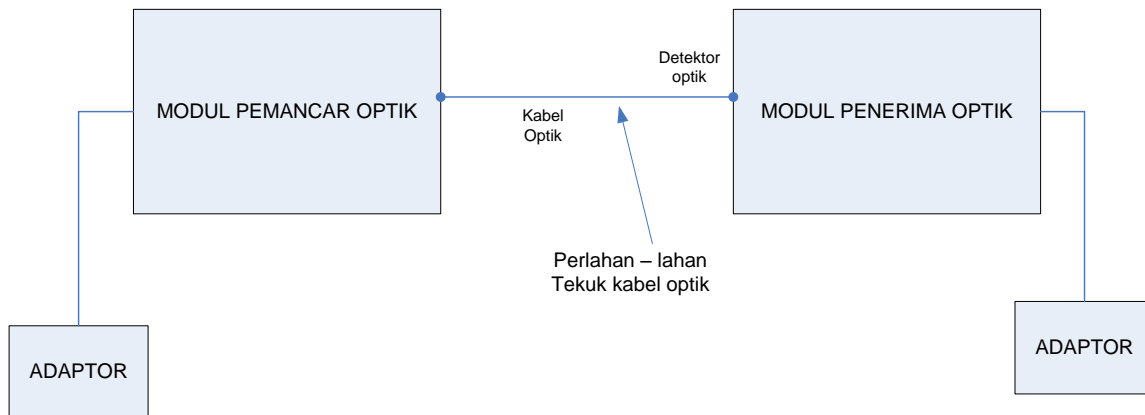
Gambar 3.11. Rangkaian Percobaan Optik menggunakan Redaman

2. Mode modul pemancar optic pada mode digital, begitu juga modul penerima optic pada mode digital.
3. Sumbungkan kabel optic antara pemancar dan penerima optic
4. Nyalakan adaptor pemancar dan penerima optic
5. Amati suara yang ada di modul penerima optic, dan catat hasilnya dalam data percobaan.
6. Lepaslah konektor kabel optic di modul penerima optic.
7. Arahkan kabel optic ke detector penerima, kemudian halangi berkas cahaya dengan kaca bening.
8. Amati suara yang ada di modul penerima optic, dan catat hasilnya dalam data percobaan.
9. Arahkan kabel optic ke detector penerima, kemudian halangi berkas cahaya dengan kaca gelap.
10. Amati suara yang ada di modul penerima optic, dan catat hasilnya dalam data percobaan.

11. Arahkan kabel optic ke detector penerima, kemudian halangi berkas cahaya dengan kaca pantul.
12. Amati suara yang ada di modul penerima optic, dan catat hasilnya dalam data percobaan.

### Sudut penerimaan maksimum/ Numerical Aperture

1. Siapkan panel seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.12 Rangkaian Percobaan Optik sudut penerimaan maksimum

2. Mode modul pemancar optic pada mode digital, begitu juga modul penerima optic pada mode digital.
3. Sambungkan kabel optic antara pemancar dan penerima optic
4. Nyalakan adaptor pemancar dan penerima optic
5. Amati suara yang ada di modul penerima optic, dan catat hasilnya dalam data percobaan.
6. Posisi kabel optic masih terhubung ke detector optic, **perlahan-lahan dan hati-hati** bengkokkan kabel optic itu sampai suara tidak terdengar.
7. Amati perubahan yang terjadi dan catatlah dalam data percobaan.