

# PENGGUNAAN SERAT OPTIK PLASTIK SEBAGAI MEDIA TRANSMISI UNTUK ALAT UKUR TEMPERATUR JARAK JAUH

**Drs.AHMAD MULIA RAMBE**

Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknik  
Universitas Sumatera Utara

## BAB I PENDAHULUAN

Temperatur adalah merupakan suatu faktor yang sangat mempengaruhi segala aktivitas yang kita lakukan, oleh karena itu kita perlu untuk mengetahuinya. Bila kita ingin mengetahui temperatur di suatu tempat yang jauh dari tempat kita berada maka kita membutuhkan suatu media yang dapat mentransmisikan data-data temperatur tersebut. Salah satu media transmisi yang digunakan adalah serat optik plastik.

Serat optik plastik merupakan salah satu media transmisi komunikasi optik yang cukup handal. Pemakaiannya telah meluas di berbagai bidang termasuk telekomunikasi, instrumentasi medis dan transmisi data. Ini karena serat optik plastik mempunyai beberapa kelebihan yang tidak dimiliki oleh media transmisi yang lain, di antaranya adalah bandwidthnya yang sangat lebar, ukurannya kecil serta bobotnya ringan, mempunyai derajat isolasi yang tinggi, bebas dari interferensi elektromagnetik (EMI), tidak mengalirkan arus sehingga tidak akan terjadi ledakan maupun percikan api, tidak berkorosi, memiliki tingkat numeris (Numerical Apature, NA) yang besar sehingga kemampuan untuk mengumpulkan energi cahaya tinggi.

Berdasarkan keuntungan yang dimilikinya serat optik dapat dipakai sebagai media transmisi data-data temperatur, tekanan, percepatan atau perpindahan dari tempat yang sulit dijangkau. Untuk itu dibuat sebuah alat yang dapat mengukur dan mentransmisikan data temperatur dengan memanfaatkan teknologi serat optik khususnya serat optik khusus (SOP) dan teknologi semikonduktor berupa IC LM35 sebagai sensor temperatur IC tipe LM35 dapat mendeteksi perubahan temperatur linier terhadap tegangan keluaran. Juga dibuat beberapa rangkaian elektronik pendukung serta digunakan sumber cahaya LED, transducers photodiode (PO), AO-OA 12 bit dan komputer serta bahasa pemrograman Q-basic untuk merekam dan memonitor keluaran dari sistem rangkaian.

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1. Teknik Pensensoran Temperatur

Teknik Pensensoran temperatur yang umum digunakan dewasa ini adalah dengan menggunakan RTD, Thermocouple, Thermistor dan sensor dengan menggunakan silikon (IC). Dimana dalam aplikasinya tergantung kepada kebutuhan pihak pemakai seperti jangkauan temperaturnya, tingkat linearitasnya, harganya (cost), atau keistimewaan lain serta kemudahan dalam pendesainan untuk menopang rangkaian.

#### 2.1.1. RTD (Resistance Temperature Detector)

RTDs merupakan suatu sensor resistive yang menggunakan suatu elemen sensor coil platina wire wound atau film platina yang resistensinya berubah terhadap perubahan temperatur. Jangkauan dari RTDs sangat besar mulai dari  $-250^{\circ}\text{C}$  sampai

+ 750°C. Untuk sensor temperatur dengan jangkauan 0 sampai dengan 550°C linearitasnya cukup bagus. Tapi di bawah suhu DoC dan di atas suhu 550°C jangkauan temperaturnya tidak linear lagi.

Kerugian menggunakan RTDs di antaranya harga wire wound platina relative mahal, terjadinya pemanasan pribadi (self heating) dalam rangkaian, perubahan resistansi terhadap temperatur tidak linier.

#### 2.1.2. Thermistor

Sensor resistive yang lain adalah thermistor, sensor temperatur thermistor dapat beroperasi dalam range yang cukup besar yaitu dari 100°C sampai 550°C. Akurasi sangat bagus, jika menggunakan dua thermistor dengan beberapa resistor tetap, costnya rendah (untuk ngle thermistor).

Thermistor juga memiliki kelemahan di antaranya adalah perubahan resistansinya terhadap perubahan temperatur sangat tidak linier, sehingga membutuhkan suatu rangkaian linerisasi atau dengan menggabungkan 2 thermistor dengan beberapa resistor tetap dalam hal ini resistivitasnya kurang jika dibandingkan dengan thermistor tunggal dan hal ini juga menyebabkan costnya bertambah.

#### 2.1.3. Thermocouple

Thermocouple terdiri dari dua kawat dari material yang berbeda. Jangkauan operasi thermocouple sangat besar sampai 1700°C (tergantung typenya) serta memiliki masa thermal yang rendah.

Adapun kerugian menggunakan thermocouple di antaranya membutuhkan rangkaian konvensi cold-junction, perubahan tegangan terhadap temperatur tidak linier, serta sensitivitasnya rendah.

#### 2.1.4. Sensor Temperatur Silikon (ICs)

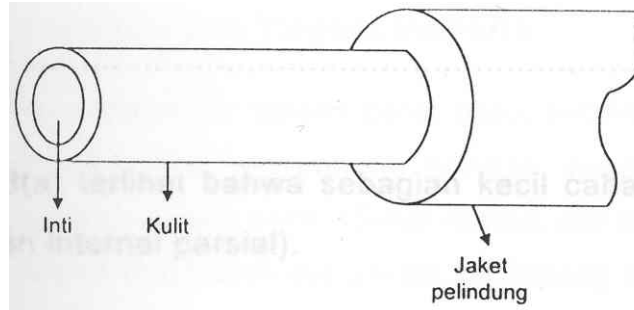
Sensor temperatur IC secara signifikan berbeda dengan tipe-tipe sensor temperatur yang lain. Pertama jangkauan temperatur, sensor Iperatur ICs dapat beroperasi dengan jangkauan nominal -55 ga 150°C. Perbedaan kedua adalah secara fungsional, sebuah Isor temperatur silicon merupakan sebuah IC, tidak membutuhkan rangkaian kompensasi cold-junction atau rangkaian linerisasi dalam pensensoran temperatur, tidak membutuhkan rangkaian komparator atau rangkaian ADC untuk mengkonversikan keluaran analog ke level jika atau kode digital, fungsi-fungsi inilah yang menyebabkan ICs dapat dikomersialkan.

Salah satu sensor temperatur ICs sensor temperatur presisi, dimana tegangan keluarannya berbanding lurus dengan perubahan temperatur dalam derajat celsius. LM35 tidak membutuhkan kalibrasi eksternal IU kelengkapan lain untuk mendapatkan toleransi  $\pm 1/4$  °C pada suhu kamar dan toleransi  $3/4$  °C untuk jangkauan penuh dari -55 sampai desngan 150°C. Harganya murah (low cost), impedansi keluarannya rendah, keluarannya linier, sederhana, mudah dikontrol dan dikalibrasi dalam rangkaian. LM35 dapat digunakan dengan memberikan catu daya positif maupun negatif, pemanasan sendiri (self heating) sangat rendah yaitu kurang dari 0,1 °C ketika masih berada di udara.



### 2.2.2. Struktur Serat Optik Plastik

Struktur dari sebuah serat optik plastik (gambar 2.2) terdiri dari inti (core) pada bagian pusatnya yang memiliki indeks bias  $n_1$ , dan dikelilingi oleh kulit (cladding) yang memiliki indeks bias  $n_2$ . Dua daerah inilah penting untuk pemandu cahaya. Inti dan kulit disusun dari dua material organik yang berbeda.



Gambar 2.2. Struktur Serat Optik Plastik

Diameter inti bervariasi tergantung kepada tipe serat optik plastiknya. Untuk alasan ekonomi ketebalan dari kulit sangat tipis biasanya dalam orde mikrometer.

Serat optik diberi jaket pelindung yang kegunaannya untuk menghindari terjadinya kerusakan yang disebabkan oleh pengaruh luar baik pada saat penggunaan atau akibat pengaruh lainnya, bagian ini terlibat dalam memadu cahaya.

### 2.2.3. Transmisi Cahaya Pada Serat Optik Plastik

#### 2.2.3.1. Pantulan Internal Total

Seperti halnya serat optik jenis lain, pemanduan cahaya dalam SOP juga menggunakan pantulan internal total yang terjadi pada bidang batas antara 2 media dengan indeks bias yang berbeda yaitu  $n_1$  dan  $n_2$ . Bila indeks bias  $n_1$  dari medium pertama lebih kecil dari indeks bias medium kedua, maka sinar akan dibiaskan pada media berindeks bias rendah dengan sudut  $i_2$  terhadap garis normal, hubungan antara sudut datang  $i_1$  dan sudut bias  $i_2$  terhadap indeks bias dielektrik dinyatakan oleh hukum Snell:

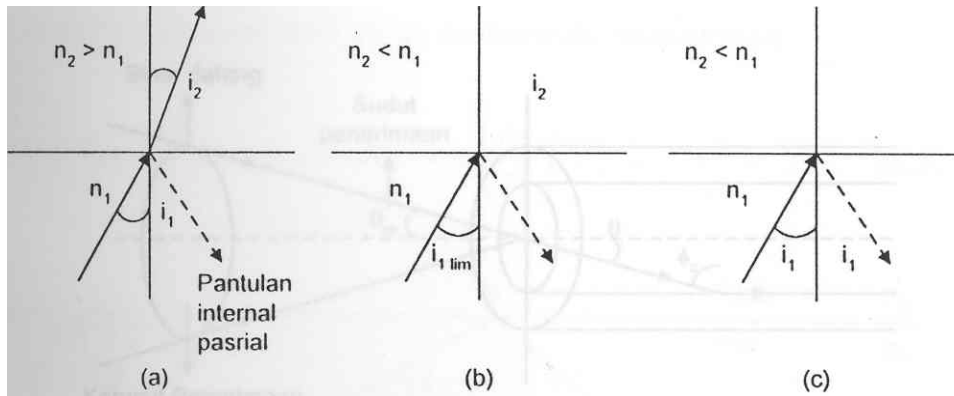
$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{n_2}{n_1} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dari gambar 2.3(a) terlihat bahwa sebagian kecil cahaya dipantulkan kembali (pantulan internal parsial).

Bila indeks bias medium pertama lebih besar dari indeks bias medium kedua, maka sudut bias selalu lebih besar dari pada sudut datang. Bila sudut bias  $90^\circ$  maka sudut datang harus lebih kecil dari pada  $90^\circ$ . Hal ini adalah kasus batas pembiasan dan sudut datangnya disebut sudut kritis atau sudut batas, seperti yang terlihat pada gambar 2.3(b). Dari persamaan (2.1) nilai sudut kritis diberikan oleh :

$$i_{1 \text{ lim}} = \text{arc sin} \left( \frac{n_2}{n_1} \right) \dots\dots\dots(2.2.)$$

Bila sudut datang lebih besar dari pada sudut kritis maka cahaya dipantulkan kembali ke media dielektrik asal (Pantulan internal total), gambar 2.3(c).



Gambar 2.3. Sinar cahaya datang pada antar muka indeks bias

2.2.3.2. Sudut Penerimaan dan Tingkat Numeris

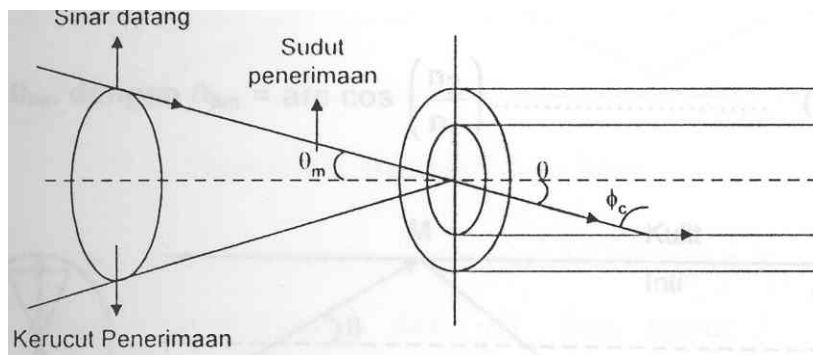
Geometri transmisi cahaya ke dalam serat optik terlihat pada gambar 2.4 yang menunjukkan sinar meridional dengan sudut kritis  $\theta_c$  pada bidang batas inti-kulit di dalam serat. Sinar masuk inti dengan sudut  $\theta_m$  terhadap sumbu serat optik dan dibiaskan ke bidang batas udara-inti sebelum ditransmisikan ke bidang batas inti-kulit pada sudut kritis, sehingga setiap sinar yang masuk inti dengan sudut lebih besar dari pada  $\theta_m$  akan ditransmisikan ke bidang batas inti-kulit dengan sudut lebih kecil dari pada  $\theta_c$  dan tidak mengalami pantulan internal total. Agar sinar ditransmisikan dengan pantulan internal total di dalam inti, maka sinar harus datang pada inti di dalam kerucut penerimaan yang ditentukan oleh sudut separuh konis:

$$\theta_m = \arcsin(n_2 \sin \theta_c) \approx \arcsin(\sqrt{n_1^2 - n_2^2}) \dots \dots \dots (2.3)$$

Hubungan antara sudut penerimaan dan indeks bias ketiga media (Inti, kulit, udara) dinyatakan dengan tingkat numeris (numerical aperture, NA)

$$NA = \sin \theta_m = n_1 \sin \theta_c = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \approx \sqrt{2\Delta} \dots \dots \dots (2.4)$$

dengan  $\Delta$  merupakan perbedaan indeks refraksi relatif.



Gambar 2.4. Kerucut penerimaan, yang diperoleh dengan memutar sudut penerimaan terhadap sumbu serat optik

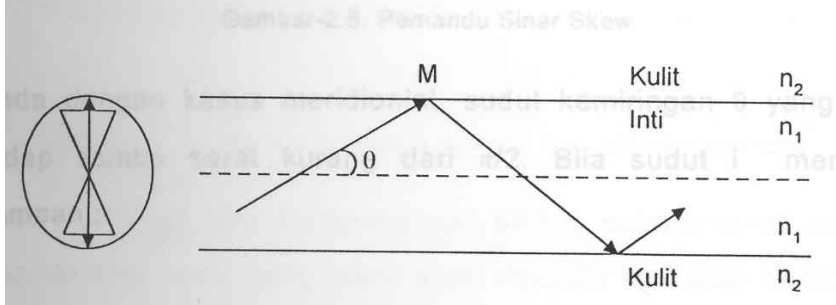
Tingkat numeris adalah suatu ukuran kemampuan serat optik untuk menangkap sinar yang berasal dari sumber optik. Semakin besar nilai NA menandai semakin tinggi efisiensi dari suatu sumber optik dalam mengkopling sinar-sinar ke dalam serat.

## 2.2.4. Pemandu Cahaya Dalam Serat Optik Plastik

### 2.2.4.1. Sinar-Sinar Meridional

Bila suatu sinar bergerak dari suatu titikke dalam serat optik. Dimana keadaan awal sinar tersebut tidak melalui sumbu serat optik. Maka sinar akan dipandu dalam bidang meridional (bidang yang dibentuk oleh perpotongan sumbu serat dan diameter inti serat) dan bertemu dengan bidang batas inti-kulit pada titik yang diberi label M (pada gambar 2.5) berdasarkan indek bias inti dan kulit maka sebagian kecil dari sinar tersebut akan dibiaskan ke kulit dan sebagian besarnya akan dipantulkan secara total ke inti serat optik. Pantulan total ini terjadi bila sudut kemiringan awal dari sinar memenuhi persamaan:

$$\theta < \theta_{lim} \text{ dengan } \theta_{lim} = \arccos \left( \frac{n_2}{n_1} \right) \dots \dots \dots (2.5)$$

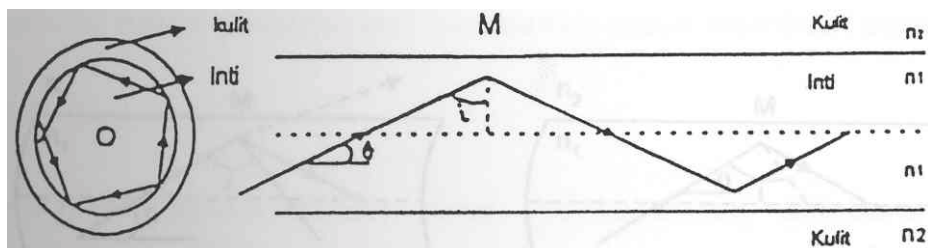


Gambar 2.5. Pemandu Sinar Meridional

Setelah melewati sumbu serat dan sampai ke bidang batas inti-kulit. Sinar akan dipantulkan kembali ke arah sumbu serat dalam bidang yang sama dan dengan sudut kemiringan yang sama, bila persamaan 2.5 masih berlaku maka peristiwa tersebut terulang terus.

### 2.2.4.2. Pemandu Cahaya Sinar Skew

Berkas sinar dalam serat optik tidak semata-mata tersusun dari sinar meridional dan ada kalanya merupakan sinar skew (sinar yang dipandu di dalam inti serat optik tidak melalui/melintasi sumbu serat optik), sama halnya dengan sinar meridional sebagian kecil dari sinar skew juga mengalami pembiasan ke kulit dan sebagian lagi mengalami pemantulan ke inti. Kondisi untuk kasus terakhir ini terjadi ditentukan oleh nilai sudut datang  $\phi$  (gambar 2.6)



Gambar 2.6. Pemandu Sinar Skew

Berbeda dengan kasus meridional, sudut kemiringan  $\phi$  yang relatif terhadap sumbu serat kurang dari  $\pi/2$ . Bila sudut  $\phi$  memenuhi persamaan.

$$\left( \frac{n_2}{n_1} \right)$$

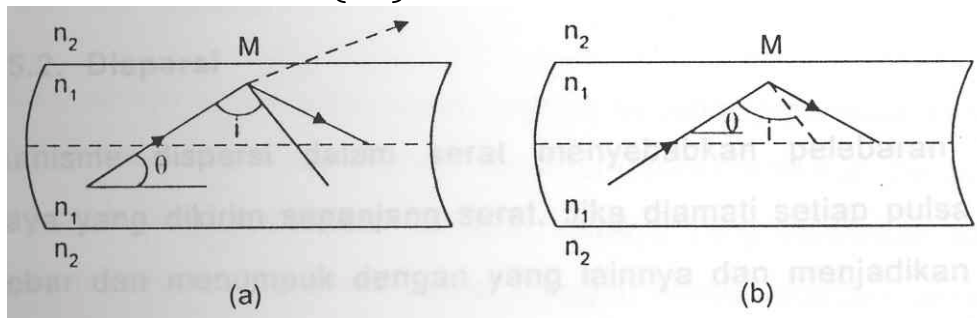
$$i > i_{\text{lim}} \text{ dengan } i_{\text{lim}} = \arcsin \frac{n_2}{n_1} \dots\dots\dots(2.6)$$

maka sinar akan mengalami pantulan dengan sudut datang sama dengan sudut pantul.

**2.2.4.3. Sinar-Sinar Bocor**

Oleh karena bidang batas inti-kulit dari serat optik adalah sylendiris dan tidak planar. menyebabkan sebagian kecil dari cahaya sinar dibiaskan ke kulit serat sehingga mengakibatkan daya dari sinar yang dipandu dalam serat optik berkurang. Untuk menghindari terjadinya pengurangan daya pada saat sinar yang dipandu di dalam serat optik maka sudut kemiringan  $\theta$  yang relatif terhadap sumbu serat harus memenuhi persamaan :

$$\theta < \theta_{\text{lim}} \text{ dengan } \theta_{\text{lim}} = \arcsin \left( \frac{n_2}{n_1} \right) \dots\dots\dots(2.7)$$



Gambar 2.7. (a) Pantulan dengan rugi-rugi daya (b) pantulan total

Persamaan 2.7. di atas mempengaruhi semua cahaya sinar, apakah meridional atau skew, yang mana sinar dipandu ke dalam serat lurus yang sangat panjang tanpa adanya pengurangan daya.

**2.2.5. Jenis Rugi-Rugi Pada Serat Optik**

Faktor yang mempengaruhi penggunaan serat optik ditentukan sebagai berikut:

**2.2.5.1. Rugi-Rugi Dari karakteristik Fisik Serat**

Inti dari kabel serat optik menyerap sebagian dari cahaya. Hal ini dinyatakan dalam penyusutan kabel. Satuan yang digunakan untuk penyusutan optik adalah dB/Km.

- Hamburan (Scattering)  
Disebabkan oleh interaksi cahaya akibat adanya variasi densitas di dalam inti serat optik dan disebabkan oleh efek Geometris serat optik.
- Penyerapan (absorption)  
Rugi akibat serapan penyebab utamanya berasal dari adanya logam transisi seperti Fe dan Cu. Rugi karena serapan adalah rugi transisi pokok yang berasal dari bahan untuk membuat serat optik.

**2.2.5.2. Dispersi**

Mekanisme dispersi dalam serat menyebabkan pelebaran pulsa cahaya yang dikirim sepanjang serat. Jika diamati setiap pulsa akan lebar dan menumpuk dengan yang lainnya dan menjadikan tidak dapat dibedakan pada perangkat penerima. Dispersi juga membatasi maksimum lebar pita frekuensi. Untuk menghindari

penumpukan pulsa cahaya pada hubungan sistem optik maka diprasyarkan kecepatan bit ( $B_R$ ) harus lebih kecil atau paling tidak sama dengan dua kali pelebaran dispersi pulsa,  $B_R \leq 1/(2\pi)$

#### 2.2.5.3. Rugi Karena Sejumlah Sambungan dan Konektor

Dalam transmisi jarak jauh sering kali diperlukan adanya banyak sambungan serat, karena panjang pabrikan serat 1-5 Km. Akibat sambungan tersebut menghasilkan rugi.

Rugi karena sejumlah sambungan disebabkan oleh adanya kesalahan penjajaran, adanya perbedaan sumbu inti dan kulit, perbedaan diameter dan ketidaksamaan bentuk inti dari serat optik penyambung.

#### 2.2.5.4. Rugi Karena Input Output Coupling (Kopling)

Rugi karena input kopling terjadi jika daerah inti lebih kecil dari sumber pancaran, yang berkaitan dengan kemampuan serat dalam mengumpulkan cahaya.

### 2.3. Sumber Cahaya

Sumber cahaya untuk serat optik bekerja sebagai pemancar cahaya yang membawa informasi. Sumber tersebut harus memenuhi beberapa persyaratan yang diperlukan. Pertama, cahaya yang dihasilkan harus bersifat monokromatis (berfrekuensi tunggal) kedua, sumber tersebut harus mempunyai keluaran cahaya yang berintensitas tinggi, sehingga mampu mengatasi rugi-rugi yang dijumpai pada transmisi sepanjang serat optik. Ketiga, sumber cahaya harus mudah dimodulasi oleh isyarat informasi. Yang terakhir, sumber cahaya harus berukuran kecil, ringkas dan mudah dihubungkan dengan serat optik, sehingga tidak mengakibatkan rugi-rugi sambungan yang besar.

Sumber cahaya yang biasa digunakan pada sistem komunikasi serat optik sampai saat ini ada dua macam:

1. Dioda Pemancar Cahaya (Light Emitting Diode, LED)
2. Dioda Laser Injeksi (Injection Laser Diode, ILD)

Intensitas cahaya yang dihasilkan LED adalah rendah, sehingga biasanya hanya digunakan untuk sistem serat optik jarak pendek, misalnya pada pesawat terbang, gedung-gedung dan sebagainya. Laser dapat menghasilkan cahaya dengan intensitas tinggi dan koheren sehingga sesuai untuk digunakan pada sistem komunikasi jarak jauh.

### 2.4. Detektor Cahaya (Transducer)

Transducer merupakan suatu alat yang mengubah suatu besaran fisis besaran yang lain. Secara umum besaran-besaran fisis terbagi besaran fisis optis, mekanik, termal dan listrik. Detektor cahaya mengkonversikan besaran fisis optis menjadi besaran listrik.

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh detektor pada sistem transmisi dengan serat optik adalah kepekaan yang tinggi, panjang gelombang harus sama tepat dengan yang digunakan oleh sumber cahaya, waktu tanggapnya tinggi (responsivity), efisiensi konversi sinyal listrik tinggi, handal, noise rendah.

Ada dua jenis detektor foto, yaitu:

#### a) Dioda PIN

Dioda PIN bekerja atas dasar pemasangan elektron dan hole yang dibentuk oleh cahaya yang timbul. Lapisan i (intrinsik) digunakan karena mempunyai efisiensi kuantum yang lebih besar dan kapasitas sambungan yang kecil. Dioda PIN ini

cocok untuk pemakaian dengan kapasitas rendah sampai dengan sedang yang beroperasi dengan kecepatan 10-1 OOMHz.

b) Dioda-Foto Avalanche (APD)

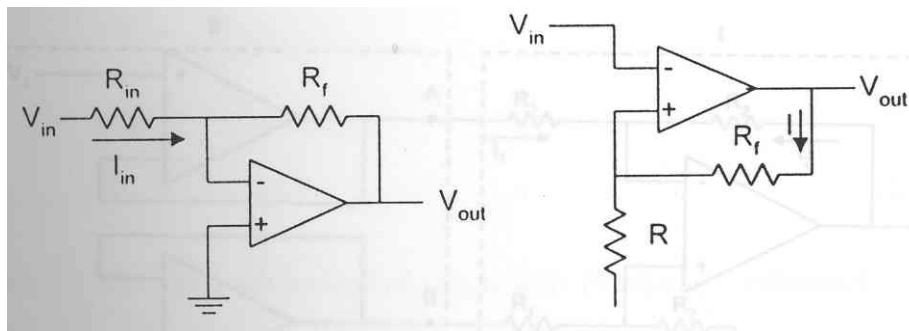
Mempunyai efek beruntun (Avalanche) yang menerapkan bias mundur yang besar ke dalam sambungan p-n dan mengakibatkan intensitas medan dekat daerah sambungan menjadi tinggi, sehingga ektron-elektron yang sedang dipercepat lewat tersebut akan menghasilkan pasangan elektron lubang sekunder. Jumlah pembawa yang dibangkitkan sebanding dengan eksponensial intensitas medan dan menimbulkan efek beruntun. Kepekaan dan gain dari dioda ini tinggi sehingga dipakai untuk sistem komunikasi dengan kapasitas sedang sampai tinggi.

2.5.Penguat Operasional (Op-Amp)

Op-Amp adalah piranti solid state yang mampu mengindera dan memperkuat sinyal masukan baik AC maupun DC. Op-Amp yang khas terdiri dari tiga rangkaian dasar yaitu penguat differensial impedansi tinggi, penguat tegangan penguatan tinggi dan penguat keluaran impedansi rendah.

Karakteristik Op-Amp yang terpenting adalah :

- Impedansi masukan tinggi, sehingga arus masukan diabaikan.
- Penguat loop terbuka amat tinggi
- Impedansi keluaran rendah, sehingga penguat tidak terpengaruh oleh pembebanan.



Gambar 2.8 (a) Penguat terkontrol inverting (b) penguat terkontrol non inverting

Penguatan Op-Amp dapat dikontrol baik secara inverting maupun non inverting sebagaimana yang diperlihatkan pada gambar 2.8, dimana penguatannya ditentukan oleh besarnya  $R_f$  dan  $R_{in}$ . Untuk penguat terkontrol inverting penguatannya adalah memenuhi persamaan:

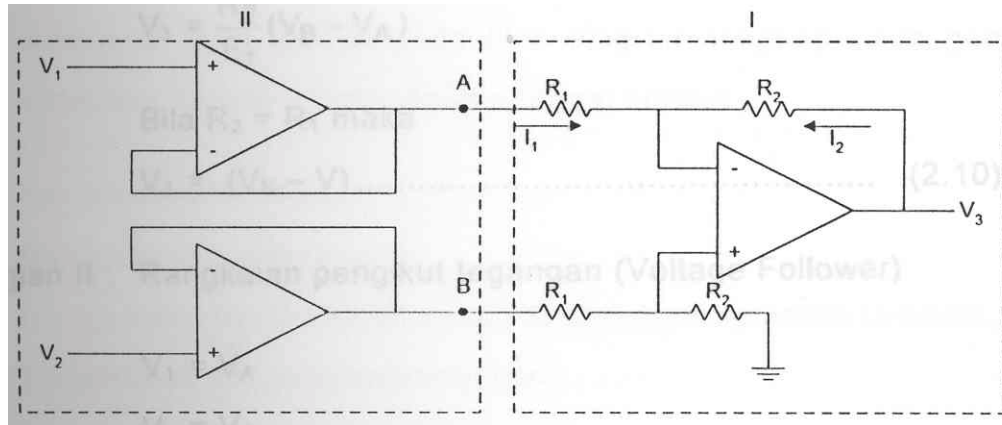
$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_f}{R_{in}} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dan untuk penguatan non inverting penguatannya adalah:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_f}{R_{in}} \dots\dots\dots(2.9)$$

## 2.6. Penguat Instrumentasi

Istilah penguat instrumentasi diberikan untuk penguat berpenguatan tinggi "DC Couple" yang memiliki keluaran tunggal, impedansi masukan tinggi, serta CMRR tinggi. Fungsinya untuk memperkuat sinyal differensial yang berasal dari pengalih (transducer) dengan level atau sinyal common mode yang besar.



Gambar 2.9. Penguat Instrumentasi Klasik dengan Buffer

Salah satu penguat instrumentasi klasik terlihat pada gambar 2.9 dengan memberikan follower pada penguat differensial biasa. Penguatan penguat instrumentasi dapat diturunkan sebagai berikut:

Bagian I: Rangkaian penguat differensial atau rangkaian subtractor (pengurang).

$$V_Y = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_B$$

$$i_1 = \frac{(V_A - V_X)}{R_1} \text{ dan } i_2 = \frac{(V_X - V_3)}{R_2}$$

Dimana  $i_1 = i_2$  sehingga,

$$\frac{(V_A - V_X)}{R_1} = \frac{(V_X - V_3)}{R_2}$$

$$V_X = \frac{V_A \cdot R_2 + V_3 \cdot R_1}{R_1 + R_2}$$

Tetapi  $V_X = V_Y$  sehingga,

$$V_3 = \frac{R_2}{E_1} (V_B - V_A)$$

Bila  $R_2 = R_1$  maka

$$V_3 = (V_B - V_A) \dots \dots \dots (2.10)$$

Bagian II: Rangkaian pengikut tegangan (Voltage Follower)

$$V_1 = V_A$$

$$V_2 = V_B$$

Sehingga Persamaan (2.10) menjadi

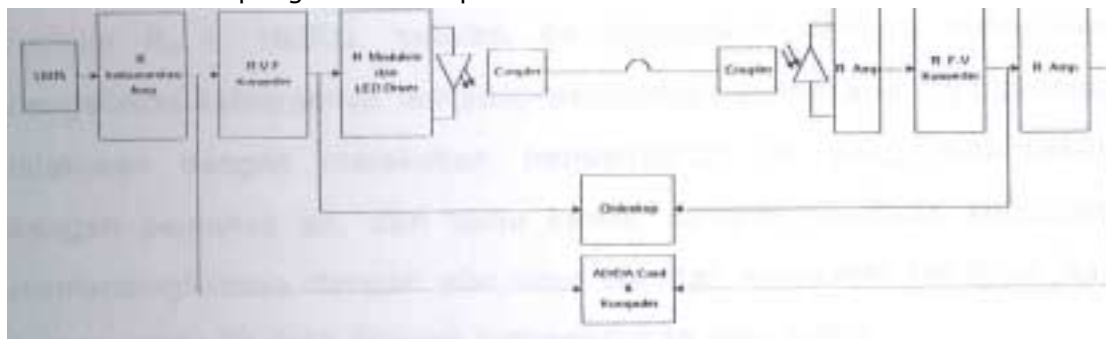
$$V_3 = (V_2 - V_1) \dots \dots \dots (2.11)$$

Oleh karena impedansi input sangat besar I maka tada masalah lagi mengenai impedansi sumber. Out put differensialnya merupakan sinyal dengan common-mode yang telah sangat dikurangi. Ia mengendalikan rangkaian penguat defferensial biasa yang sering disusun agar memberikan penguatan tertentu. Penguat Instrumentasi.

### BAB III RANCANGAN BAGAN DAN EKSPERIMEN

Perancangan alat pengukur temperatur jarak jauh dengan menggunakan serat optik plastik sebagai media transmisi sebagaimana yang terlihat pada blok diagram lengkap pada gambar 3.1 dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

- ssRangkaian elektronik
- Rangkaian/peralatan optik
- Set-up Card AD/DA 12 bit pada PC dan pemrograman Q-Basic
- Eksperimen pengukuran/pengujian
- Transmisi data pengukuran temperatur.



Gambar 3.1. Blok Diagram Rangkaian/Peralatan

#### 3.1. Rangkaian Elektronik

Peralatan elektronik alat transmisi data temperatur dengan sistem transmisi serat optik plastik dibagi atas:

- a. Sensor Temperatur
- b. Rangkaian penguat instrumentasi
- c. Rangkaian pengubah tegangan ke frekuensi
- d. Rangkaian pengubah frekuensi ke tagangan dan penguat.

##### 3.1.1. Sensor Temperatur

Pada perancangan rangkaian ini ada 2 besaran yang harus dihubungkan yaitu besaran temperatur dan listrik. Temperatur yang akan dikirim harus diterjemahkan dalam bentuk sinyal listrik. Pada rangkaian ini dipakai sensor yang mempunyai lineritas yang cukup baik dan memiliki akurasi yang tinggi. Komponen yang memiliki kriteria ini adalah LM 35 yang mempunyai koefisien temperatur 10 mV/oC dengan jangkauan temperatur dari -55°C sampai dengan 150°C.

Sensor LM35 (gambar 2.1) diberikan catu daya positif +9 volt dan resistor R1 = 180K.c2, setelah itu dilanjutkan dengan melakukan pengetesan keluarannya terhadap perubahan temperatur. Pengetesan dilakukan dengan melakukan pensensoran air yang dipanaskan dengan pemanas air, dari suhu kamar sampai mendidik kemudian memandingkannya dengan alat ukur standar, mencatat keluaran tiap selang waktu 30 detik dengan menggunakan stop wach.

**3.1.2. Rangkaian Penguat Instrumentasi**

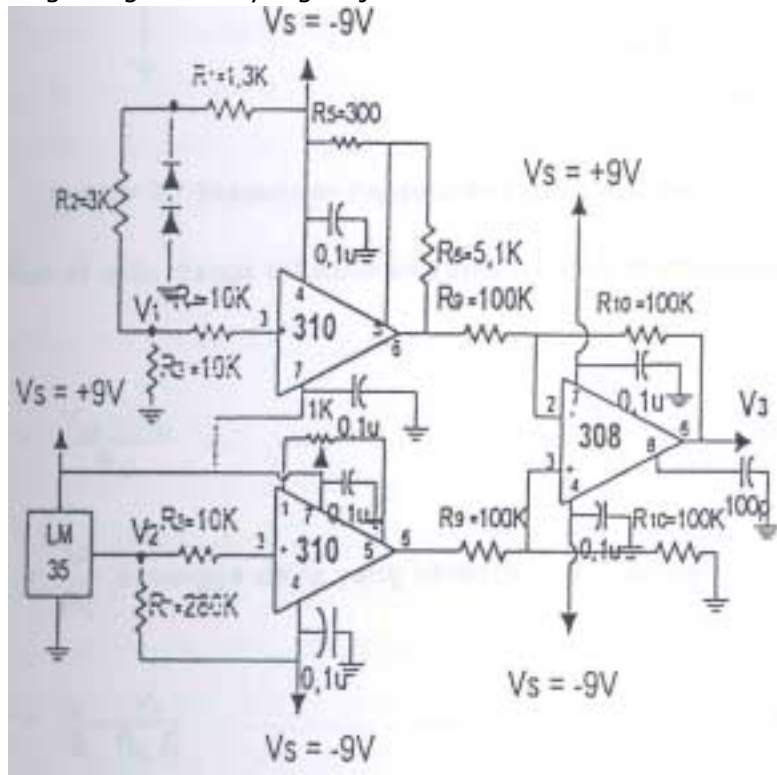
Rangkaian penguat instrumentasi gambar 3.2 dua buah dioda silikon yang diserikan diberi GattI daya negatif -9V akan menghasilkan tegangan -1,3V. Tegangan -1 ,3V dihubungkan dengan suatu pembagi tegangan R2 dan R3 sehingga tegangan pada V1:

$$V_1 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} V_x = \frac{10}{10 + 3} (-1,3) = -1V = -1000 \text{ mV}$$

ini merupakan masukan pertama untuk penguat differensial setelah melalui pengikut tegangan dan V2 merupakan keluaran IC LM35. Dengan penguatan penguat differensial satu. Maka dengan menggunakan pers (2.11) keluaran penguat instrumentasi adalah :

$$V_3 = V_2 - V_1 = V_{LM35} - (-1000\text{mV}) = V_{LM35} + 1000\text{mV}..... (3. 1 )$$

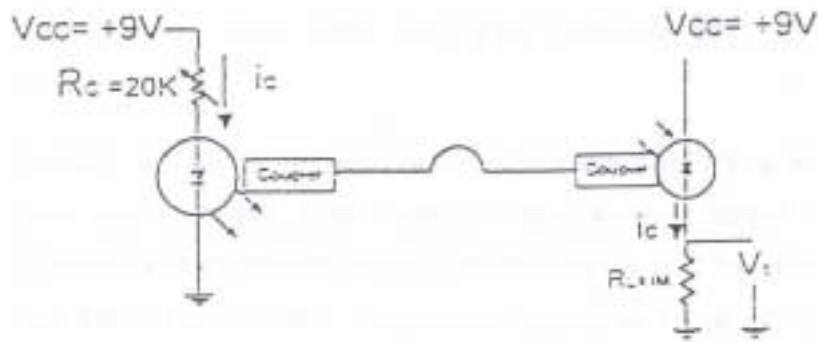
R4 dan R8 pada pengikut tegangan = 10K. untuk mengurangi pengaruh faktor kapasitas dan mengurangi isolasi yang terjadi.



Gambar 3.2 Rangkaian penguat instrumentasi

**3.2. Melakukan Pengukuran Daya Responsivitas PD**

Eksperimen pengukuran daya responsivitas PO dilakukan sebagaimana yang diperlihatkan gambar 3.7.



Gambar 3.7 Eksperimen Pengukuran Daya Photo Dioda

Dari gambar di atas dapat diturunkan rumus untuk menentukan  $i_c$  dan  $i_p$

$$I_c = \frac{V_{CC} - V_D}{R_C} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dan  $i_p = \frac{V_1}{R_L}$  sehingga daya yang dihasilkan PD adalah:

$$P = \frac{I_p}{S} = \frac{V_1}{R_L \cdot S} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dengan :  $S =$  Responsivitas PD =  $0,5 \mu A/\mu W$

- $R_L =$  Hambatan beban =  $1 M$
- $V_1 =$  Tegangan (Volt)
- $i_p =$  Arus photo yang dihasilkan PO

$i_c$  pada persamaan (3.2) berfungsi untuk menjalankan LED. Bila  $R_C$  persamaan (3.2) diperbesar maka arus bias maju  $i_c$  yang menuju LED berkurang sehingga intensitas cahaya yang dipancarkan LED. Yang dipandu di dalam serat optik dan yang diterima oleh PO juga berkurang.

Dari gambar 3.7 daya responsivitas PO akan berkurang bila  $R_C$  diperbesar atau panjang serat optiknya diperpanjang. Dalam hal ini penulis melakukan percobaan dengan memperbesar nilai hambatan  $R_C$  yaitu dari  $300\Omega$  samia  $10K\Omega$ . Pengukuran tegangan keluaran  $V_1$  yang dihasilkan PO dilakukan pada tiap penambahan harga  $R_C$ . Dari tegangan keluaran yang dihasilkan PO ( $V_1$ ) dapat ditentukan besarnya daya responsivitas PO dengan menggunakan persamaan (3.3).

### 3.3. Pengiriman Data-Data Temperatur

Untuk melihat tingkat kinerja dari peralatan yang telah dibuat (Gambar L-II), maka dilakukan uji coba dengan melakukan pengiriman data-data temperatur air yang dipanaskan dari suhu kamar sampai mendidih. Ini dilakukan dengan 3 tahap yaitu: pengiriman data temperatur dengan pensensoran suhu air yang dipanaskan sampai mendidih kemudian didinginkan lagi secara alami. Pengiriman data temperatur dengan pensensoran suhu air yang dipanaskan sampai mendidih dimana pendinginannya ini dilakukan secara paksa yaitu dengan memberikan van pada saat pendinginan, pengiriman data temperatur dengan melakukan pensensoran terhadap

air secara mendadak (Step) maksudnya sensoran terhadap air pada suhu kamar kemudian langsung dilakukan sensoran air pada saat mendidih kemudian dilanjutkan sensoran air pada suhu kamar lagi, ini dilakukan pada saat nilai hambatan  $R_c = 10K\Omega$ .

## BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Dalam sistem transmisi data-data temperatur dengan menggunakan serat optik plastik (SOP), pada saat sinyal dimodulasi oleh LED dan dikopling ke serat optik serta pada saat dikopling ke photodetector, sinyal-sinyal informasi tersebut tidak mengalami perubahan, tetapi terjadi pengurangan intensitas cahaya akibat rugi-rugi yang terjadi.
2. Berdasarkan penghitungan rugi-rugi yang terjadi, panjang serat optik maksimum yang bisa digunakan dalam sistem ini tanpa menggunakan repeater (pengulang) adalah 77,14 m.
3. Dari hasil pengiriman dan penerimaan data-data temperatur dengan melakukan sensoran air dari suhu kamar (24,62°C) sampai mendidih. terlihat bahwa data-data yang dikirim dapat diterima dengan cukup baik.

### 5.2. Saran

Adapun saran-saran yang bisa penulis berikan untuk pengembangan peralatan ini lebih jauh adalah :

- Alat ini dapat dikembangkan untuk mentransmisikan beberapa data temperatur dengan sistem multiplex-demultiplex.
- Akan lebih baik bila menggunakan suatu sensor temperatur dengan jangkauan yang besar.
- Sistem ground alat dan instalasi listrik harus diperhatikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gowal, John, *"Optical Communication Systems"*, Prentice-Hall International, Inc., London, 1984.
- Club Fibers Optiques Plastiques, France, *"Plastic Optical Fiber"*, John Welly & Sons, Inc., Chichester, New York, Weinheim, Brisbane, Toronto, Singapore, 1997.
- Yudistira, A.H. & Noor, Dwi R., *"Ensklopedi Rangkaian Elektronika 2"*, PT. Elek Media Komputindo, Jakarta, 1998.
- Lacy, Edward. A., *"Fiber Optic"*, Prentice-Hall, Inc., Englewo Cliffs, New Jersey, 1982.
- Horowitz, P. and Hill, W., *"Seni Dan Disain Elektronika"*, Volume, Ingnatius New York and London, 1981.
- Personick, Stewart D., *"Optical Fiber Transmition System"*, Plenum Press, New York and London, 1981.
- Jones, Kenneth A., *"Introduction to Optical Electronic"*, Harper & Row, Publisher, Inc., New York, 1997.
- Lacanette, Kerry, *"Temperature Sensor handbook,"* National Semiconductor Corporation, USA, 1997.
- Basil, Vassos H., *"Analog and Computer Electronics for Scientists"*, Fourth Edition, John Willey & Sons, Inc., New York, Brisbane, Toronto, Singapore, 1992.
- Seippel, Robert G., *"Optoelectronics"*, Reston Publishing Company, I Inc., Reslon, Virginia, 1981.