

## PERANCANGAN SISTEM DATA UDARA MENGGUNAKAN MEDIA TRANSMISI SERAT OPTIS

Daniel Teguh Rudianto  
Program Studi Teknik Elektro  
Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta  
[daans\\_tr@yahoo.co.id](mailto:daans_tr@yahoo.co.id)

### Abstrak

Perkembangan teknologi serat optis yang sangat luas berpengaruh pada aplikasi serat optis sebagai media transmisi data pada Sistem Data Udara pesawat terbang. Sistem ini memiliki kemampuan untuk menyajikan data-data penerbangan yang diperlukan oleh awak pesawat secara cepat dan akurat sedemikian sehingga misi penerbangan dapat diselesaikan dengan baik. Selain itu, sistem data udara serat optis juga memiliki keunggulan dibandingkan dengan sistem yang menggunakan kabel tembaga, yaitu tidak terpengaruh oleh interferensi gelombang elektro magnetik, interferensi frekuensi radio, pulsa-pulsa gelombang elektro magnetik, dan data yang dikirimkan tidak akan pernah mengalami gangguan yang diakibatkan oleh hubungan pendek.

Pada penelitian ini, konsep dasar sistem data udara serat optis dirancang berdasarkan kesesuaian karakteristik komponen-komponen sistem serat optis yang meliputi pemilihan pemancar cahaya serat optis, jenis kabel serat optis, dan penerima data. Penelitian ini juga membahas secara rinci tentang sistem data udara, yaitu sensor-sensor tekanan udara, komputer data udara, dan instrumen penerbangan yang menampilkan informasi ketinggian dan kecepatan pesawat terbang.

Berdasarkan kompatibilitas komponen-komponen penyusun sistemnya, pada rancangan akhir terpilih Diode Pemancar Cahaya (LED) sebagai pemancar cahaya serat optis, kabel serat optis tipe Step-Index Multimode sebagai media transmisi data, dan PIN Photodiode sebagai penerima data.

Kata kunci: Serat optis, sistem data udara, komputer data udara.

### ***Abstract***

*The wide spread development of fiber optics technology is affecting on the application of fiber optics as a data transmission media on Aircraft Air Data System. This system has capability to quickly and accurately display the flight data required by the flight crew so that the flight's mission can be successfully accomplished. In addition, the fiber optics air data system has advantages rather than those using coaxial cable, i.e. it is not affected by Electro Magnetic Interference (EMI), Radio Frequency Interference (RFI), Electro Magnetic Pulses (EMP), and the transferred data will never experience distortion that is affected by short circuit.*

*The basic conceptual of the fiber optics air data system in this research is designed based on the compatibility of fiber optics system's components including the selection of fiber optics transmitter, the type of fiber optics cable, and the data receiver. This research also discuss the air data system in detail, i.e. pressure sensors, Air Data Computer (ADC), and the flight instruments displaying the aircraft altitude and airspeed information.*

*At the final design, based on components compatibility, the Light Emitting Diode has been selected as fiber optics data transmitter, the Step Index Multimode fiber optics cable is chosen as transmission media, and the PIN Photodiode has been selected as data receiver.*

*Keywords: Fiber optics, air data systems, air data computer.*

## **I. PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi dewasa ini telah mendorong berbagai kemajuan aplikasi teknologi elektronika dalam berbagai bidang, termasuk di dalamnya adalah kemajuan di bidang teknologi avionik atau elektronika penerbangan. Kemajuan teknologi ini sendiri ditujukan untuk mengatasi berbagai kekurangan atau kelemahan yang ada pada teknologi-teknologi yang telah dipakai sebelumnya. Salah satu konsep aplikasi teknologi modern dalam bidang avionik adalah bagaimana mencegah terjadinya kerusakan data pada sistem-sistem di dalam pesawat terbang yang diakibatkan oleh interferensi gelombang elektro magnetik (EMI), interferensi gelombang radio (RMI), dan pulsa-pulsa elektro magnetik (EMP).

Pada teknologi *Fly By Wire* (FBW), data-data elektronik dan digital dari berbagai sistem di pesawat terbang ditransmisikan melalui kabel tembaga. Karakter kabel jenis ini adalah rentan terhadap EMI, RFI, dan EMP yang berpotensi merusak data yang ditransmisikan. Hal ini dapat mengakibatkan kesalahan data atau perintah sehingga berujung pada kecelakaan yang fatal yaitu pesawat terbang kehilangan kendali atau tidak dapat dikendalikan lagi (*loss of control*).

Salah satu sistem dalam pesawat terbang yang memberikan data-data utama penerbangan adalah sistem data udara (*Air Data System*). Sistem ini memberikan informasi ketinggian dan kecepatan pesawat terbang kepada awak penerbangan (*flight crew*) baik Captain Pilot maupun Co-Pilot. Penelitian ini ditujukan untuk merancang suatu sistem data udara yang kebal terhadap EMI, RFI, dan EMP dengan menggunakan media transmisi data serat optis.

## II. SISTEM DATA UDARA

Sistem data udara adalah salah satu sistem dalam pesawat terbang yang memberikan informasi mengenai ketinggian (*altitude*), laju kenaikan (*rate of climb*), dan kecepatan (*air speed*) pesawat terbang berdasarkan pada tekanan udara yang diinderanya. Masukan sistem ini terdiri dari tekanan udara statik (*static pressure*), tekanan udara total (*total pressure*), dan temperatur udara total (*Total Air Temperatur*).

Tekanan statik adalah tekanan udara di sekitar pesawat pada ketinggian dimana pesawat itu berada. Semakin tinggi posisi terbang pesawat, tekanan udara statik akan semakin berkurang. Tekanan total didefinisikan sebagai tekanan udara statik ditambah dengan tekanan dampak (*impact pressure*), yaitu tekanan udara yang didapatkan akibat gerak maju pesawat. Pada sebuah pesawat yang tidak bergerak, tekanan statik besarnya sama dengan tekanan total. Tetapi pada pesawat yang bergerak, tekanan total lebih besar dari tekanan statik akibat adanya tambahan tekanan dampak.

Temperatur udara total adalah temperatur udara statik ditambah dengan kenaikan temperatur yang diakibatkan bertambahnya tekanan pitot. Temperatur udara total memegang peranan penting dalam mengatur kondisi-kondisi pengoperasian mesin-mesin pesawat terbang.

Persamaan yang mengungkapkan hubungan antara tekanan statik dan tekanan total dapat ditulis sebagai berikut:

$$p_t = p + q_c$$

dengan  $p_t$  adalah tekanan total

$p$  adalah tekanan statik

$q_c$  adalah tekanan impak

Sistem data udara tersusun dari beberapa komponen yang diklasifikasikan menjadi tiga bagian. Bagian pertama adalah elemen pengindera (*sensing elements*), bagian kedua terdiri dari komponen-komponen pengolah isyarat keluaran dari transduser, dan bagian ketiga adalah komponen penampil data atau indikator.

Komponen pengindera sistem data udara terdiri dari probe pitot/statik, probe temperatur udara total, *fuselage vents* atau *static ports*, dan transduser-transduser tekanan dan temperatur udara. Komponen pengolah isyarat biasanya disebut *air data computer* yang berfungsi mengubah data analog menjadi digital, mengkonversinya menjadi informasi ketinggian dan kecepatan pesawat, serta mengirimkan data ini ke bagian penampil (*display*). Instrumen-instrumen yang digunakan untuk menampilkan informasi ketinggian dan kecepatan pesawat dapat berupa penampil cakra (*dial display*), penampil skala yang bergerak vertikal (*vertical scale display*), penampil *Light Emitting Diode* (LED), penampil tabung sinar katode (*Catode Ray Tube*, CRT), atau penampil kristal cair (*Liquid Crystal Display*, LCD).

### **Prinsip Kerja Sistem**

Tekanan udara statik, tekanan udara total, dan temperatur udara total diperoleh dari melalui sensor-sensor yang terletak pada badan pesawat terbang bagian luar. Tekanan udara total diindera oleh sebuah tabung yang ujungnya terbuka, yang biasa disebut tabung pitot (dari nama seorang ilmuwan Perancis, Henry Pitot). Tekanan udara statik diindera oleh lubang-lubang kecil di sekeliling tabung, yang disebut tabung statik, atau dapat juga diindera oleh sejumlah lubang kecil di bagian sisi badan pesawat yang biasa disebut *fuselage vents* atau *flush static ports*.

Tabung pitot dan tabung statik seringkali digabung menjadi satu tabung yang disebut tabung pitot-statik. Ada dua kemungkinan pemasangan sensor tekanan udara, yaitu: (1) Pemasangan sebuah tabung pitot-statik, atau (2) pemasangan sebuah tabung pitot dan sebuah fuselage vents.

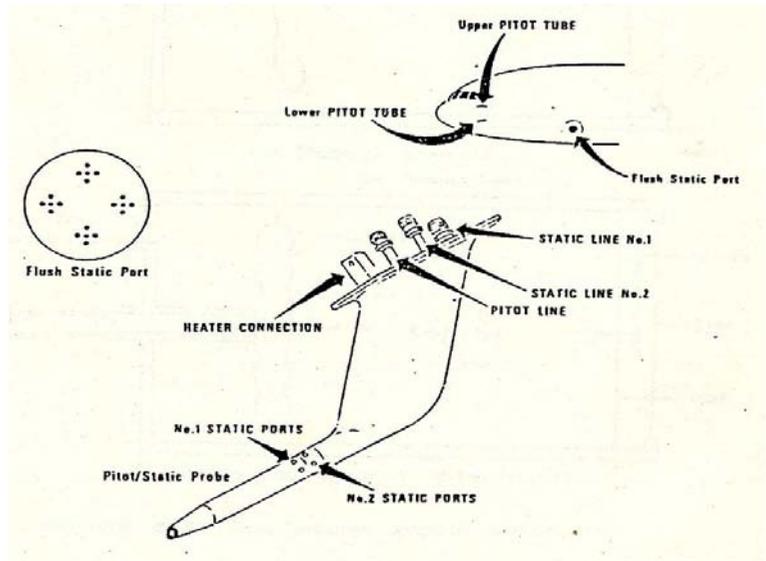
Pada sistem mekanis, tekanan yang diindera akan dirambatkan melalui pipa tekanan udara menuju ke elemen pengindera yang berupa kapsul-kapsul. Ada dua jenis kapsul, yaitu kapsul aneroid (*aneroid capsule*) dan kapsul beda tekanan (*differential pressure capsule*). Tekanan yang diterima akan menyebabkan kapsul-kapsul ini berdefleksi atau bergeser kedudukannya. Pergeseran ini akan diperkuat oleh rangkaian roda gigi yang juga sekaligus mengubah gerak translasi menjadi gerak rotasi. Gerak rotasi inilah yang akan memutar jarum skala pada permukaan indikator

Sedangkan pada sistem elektrik, tekanan yang diindera akan menggerakkan diafragma yang berada dalam sistem transduser tekanan elektrik. Isyarat-isyarat elektrik yang dihasilkan oleh transduser dilinearkan dalam mikroprosesor. Isyarat yang telah diolah ini kemudian akan diperkuat oleh rangkaian operasional amplifier untuk menggerakkan motor servo yang memutar jarum pada penampil cakera, penampil skala vertikal, atau diolah menjadi isyarat digital pada penampil LED atau CRT, maupun layar LCD.

### **Penginderaan Tekanan Udara**

Gambar 1 memperlihatkan sebuah tabung pitot-statik dengan dua buah statik port. Tabung ini ditempatkan pada bagian pesawat yang mempunyai kemungkinan terbaik untuk menerima aliran udara tanpa distorsi.

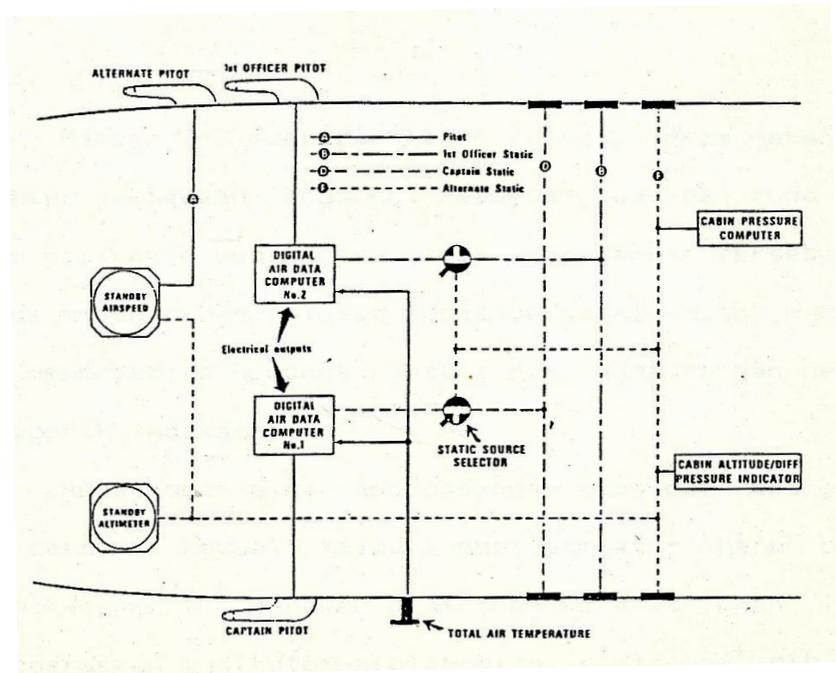
Tabung pitot-static, atau tabung pitot dan *flush static port*, dihubungkan ke elemen pengindera melalui saluran pipa tekanan udara. Elemen pengindera tekanan dapat dibedakan menjadi elemen pengindera sistem mekanis dan elemen pengindera sistem elektrik



Gambar 1. Tabung Pitot-Statik.

**Sistem Pitot-Statik**

Gambar 2 memperlihatkan sistem pitot-statik yang menggunakan dua unit Digital Air Data Computer (DADC). Sistem ini terdiri dari tiga buah tabung pitot sebagai sumber tekanan total dan tiga pasang *fuselage vents* sebagai sumber tekanan statik. Saluran tekanan udara total ditunjukkan dengan garis yang utuh, sedangkan saluran tekanan udara statik ditunjukkan oleh garis putus-putus.



Gambar 2. Sistem Data Udara DADC.

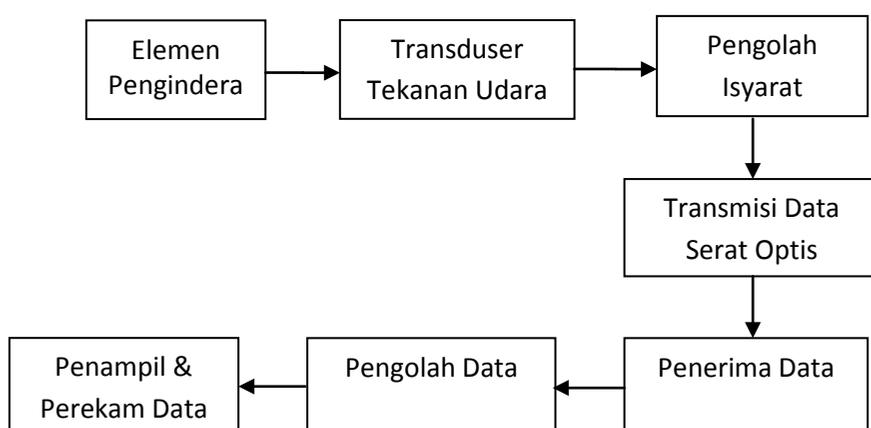
Tampak bahwa kedua DADC dalam kondisi normal terhubung ke sumber tekanan udara yang berbeda, namun adanya knob untuk memilih sumber tekanan statik memungkinkan pilot untuk mengambil sumber tekanan statik yang sama. Sedangkan satu sumber tekanan total dan sepasang unit *static port* terhubung ke *standby altimeter* dan *standby airspeed indicator*. *Standby instrument* adalah instrumen-instrumen mekanis yang bekerja tanpa memerlukan daya listrik dan digunakan sebagai instrumen cadangan apabila instrumen digital mengalami kerusakan atau *malfunction*.

### III. PERANCANGAN SISTEM DATA UDARA SERAT OPTIS

Sistem data udara serat optis adalah suatu sistem pada pesawat terbang yang memberikan data-data penerbangan melalui pengolahan tekanan udara total dan tekanan udara statik yang ditransmisikan menggunakan serat optis untuk ditampilkan pada instrumen-instrumen di kokpit. Sistem ini dirancang dengan memanfaatkan keunggulan teknologi serat optis untuk memperoleh sistem data udara yang lebih handal dan aman.

#### Bentuk Umum Sistem

Sistem data udara serat optis memiliki konsep dasar yang sama seperti alat ukur elektronis pada umumnya, dengan penekanan utama lebih banyak pada elemen transmisi datanya yaitu dengan menggunakan kabel serat optis. Gambar 3 memperlihatkan konsep dasar sistem pengukuran serat optis.



Gambar 3. Diagram kotak sistem transmisi serat optis.

Susunan sistem ini pada dasarnya terdiri dari tiga bagian utama, yaitu bagian pengirim, bagian transmisi data, dan bagian penerima. Bagian pengirim mengolah data-data

tekanan udara statik dan tekanan udara total menjadi isyarat-isyarat digital. Bagian ini berada di *Avionic Rack* yang biasanya terletak di bawah lantai kokpit pesawat terbang.

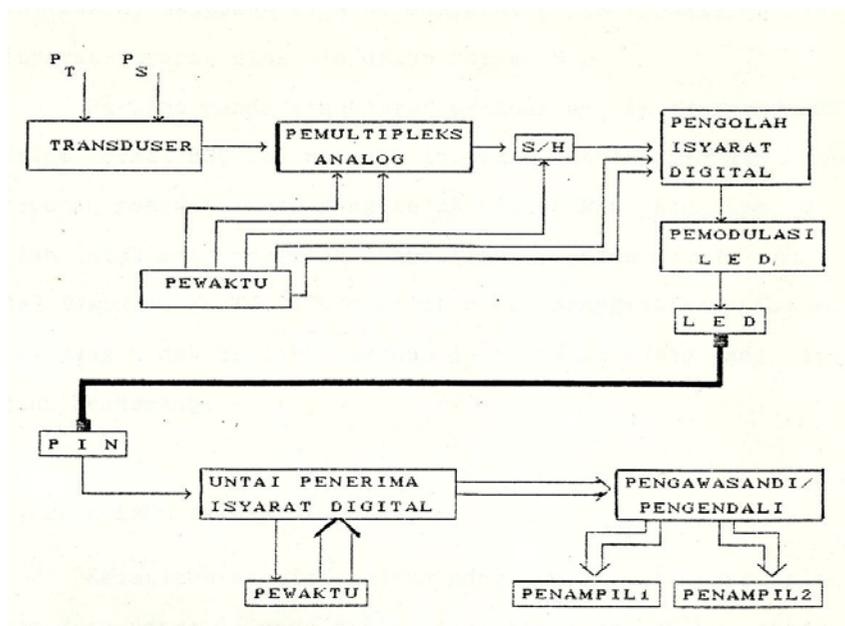
Bagian transmisi data melakukan alih data dalam bentuk isyarat-isyarat optis dari bagian pengirim ke bagian penerima. Bagian ini terdiri dari pemancar serat optis (*fiber optic transmitter*, FOT), kabel serat optis, dan penerima serat optis (*fiber optic receiver*, FOR) yang berupa detektor cahaya.

Informasi ketinggian dan kecepatan pesawat diperoleh dengan mengolah kembali isyarat-isyarat digital dari detektor cahaya. Bagian penerima ini terletak dalam panel instrumen dengan layar penyaji datanya di panel instrumen kokpit pesawat.

### **Prinsip Kerja Sistem**

Gambar 4 memperlihatkan diagram kotak konsep sistem data udara serat optis. Data-data tekanan statik dan tekanan total yang diperoleh dari sensor-sensor tekanan diubah dalam bentuk isyarat elektrik analog oleh transduser tekanan udara. Isyarat-isyarat yang diperoleh kemudian ditransmisikan ke *Air Data Computer* (ADC) menjadi isyarat-isyarat digital dalam format BCD. Isyarat ini kemudian diubah dalam format data serial dan kemudian diformat dalam bentuk sandi Manchester.

Isyarat-isyarat digital dalam bentuk sandi Manchester ini mengendalikan pemancar serat optis, yaitu sebuah diode pemancar cahaya. Diode sumber cahaya ini dihubungkan dengan sebuah diode detektor cahaya oleh kabel serat optis. Diode-diode detektor cahaya, yang terletak di panel instrumen, mengubah isyarat-isyarat optis kembali menjadi isyarat-isyarat elektrik dalam bentuk format BCD.



Gambar 4. Diagram kotak sistem data udara serat optis.

Pembaca sandi Manchester memisahkan isyarat-isyarat dalam format BCD ini menjadi informasi ketinggian dan kecepatan pesawat terbang. Data yang telah dipisahkan kemudian diolah untuk mengendalikan penyaji data (display), baik yang berupa LCD, LED, maupun CRT. Display LCD dan LED dipilih untuk menggantikan display CRT yang memiliki kelemahan dalam hal pembacaan yang terganggu bila berada dalam kondisi terang benderang.

### Elemen Transmisi Data

Keistimewaan sistem data udara serat optis dibandingkan dengan sistem data udara adalah terletak pada bagian transmisi datanya. Bagian ini terdiri dari pemancar cahaya serat optis, kabel serat optis, dan penerima cahaya serat optis.

Rancangan sistem data udara serat optis menggunakan sebuah *Light Emitting Diode* (LED) yang memancarkan cahaya dengan panjang gelombang 820 nm sebagai diode sumber cahaya. Kabel serat optis yang digunakan sebagai media transmisi data yang berupa cahaya adalah dari jenis Step-Index Multimode. Sedangkan detektor penerima cahaya yang digunakan untuk menerima dan mengubah isyarat cahaya menjadi isyarat listrik adalah PIN photodiode.

Pemilihan sumber cahaya, kabel transmisi, dan detektor cahaya tersebut disesuaikan dengan situasi dan kondisi pesawat terbang pada saat beroperasi. Pada saat melakukan

penerbangan, terjadi perubahan-perubahan temperature dan tekanan udara yang akan mempengaruhi kinerja sistem-sistem elektronis di dalamnya. Selain itu, keterbatasan ruang dan beban muatan dalam pesawat terbang menuntut suatu sistem yang ringkas dan ringan.

### **Light Emitting Diode**

Pemilihan sumber cahaya untuk pemancar serat optis dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristiknya terhadap situasi dan kondisi operasional pesawat terbang. Berdasarkan pertimbangan kondisi penerbangan yang mengalami perubahan temperatur dan tekanan udaranya, maka karakteristik sumber cahaya untuk system data udara serat optis harus memenuhi:

1. Sensitivitas terhadap temperatur dan tekanan udaranya rendah.
2. Tidak memerlukan rangkaian yang rumit.
3. Digunakan untuk jarak yang pendek.
4. Harga rendah.

Tabel 1 memperlihatkan perbandingan karakteristik dari berbagai jenis diode-diode sumber cahaya. Dengan melihat perbandingan pada Tabel 1 dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa *Light Emitting Diode* (LED) lebih memenuhi persyaratan yang dibutuhkan sebagai sumber cahaya dalam system data udara serat optis. LED yang digunakan memancarkan cahaya dalam daerah spektrum gelombang elektro magnetis infra merah, yaitu dengan panjang gelombang 820 nm. Daerah spektrum ini biasa disebut daerah *first window*.

Tabel 1. Karakteristik diode sumber cahaya.

| Property                         | LED  | Laser Diode                      | Single-Mode Laser Diode            |
|----------------------------------|--|----------------------------------|------------------------------------|
| Spectral width (nm)              | 20-100   | 1-5                              | <0.2                               |
| Rise time (ns)                   | 2-250  | 0.1-1                            | 0.05-1                             |
| Modulation bandwidth (MHz)       | <300   | 2000                             | 6000                               |
| Coupling efficiency <sup>a</sup> | Very low   | Moderate                         | High                               |
| Compatible fiber                 | Multimode SI <sup>b</sup><br>Multimode GRIN <sup>c</sup> | Multimode GRIN<br>Single-mode    | Single-mode                        |
| Temperature sensitivity          | Low  | High                             | High                               |
| Circuit complexity               | Simple   | Complex                          | Complex                            |
| Lifetime (hours)                 | 10 <sup>5</sup>  | 10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup> | 10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>   |
| Costs                            | Low  | High                             | Highest                            |
| Primary use                      | Moderate paths<br>Moderate data rates                    | Long paths<br>High data rates    | Very long paths<br>Very high rates |

Dispersi bahan yang disebabkan oleh lebarnya spectral LED cukup kecil dan dapat diabaikan. Demikian juga rugi-rugi yang terjadi sepanjang saluran transmisi dapat diabaikan, karena lintasan cahayanya pendek.

Kabel serat optis yang sesuai dengan cahaya yang dipancarkan LED adalah dari jenis Step-Index Multimode. Karena cahaya yang dipancarkan berada dalam daerah *first window*, maka serat optis dari jenis GRIN Multimode tidak memberikan hasil yang optimal. Serat optis jenis GRIN Multimode ini hanya sesuai untuk sumber cahaya dengan panjang gelombang yang dipancarkan berada pada daerah spektrum *second window*, yaitu sekitar 1300 nm.

## Step-Index Multimode

Tabel 2 memperlihatkan karakteristik dari berbagai jenis serat optis yang tersedia secara komersial.

Tabel 2. Karakteristik serat optis komersial

| Description        | Core Diameter ( $\mu\text{m}$ ) | NA   | Loss (dB/km) | $\Delta(\tau/L)$ (ns/km) | $f_{3\text{-dB}} \times L$ (MHz $\times$ km) | Source  | Wavelength (nm) |
|--------------------|---------------------------------|------|--------------|--------------------------|--|---------|-----------------|
| <b>Multimode</b>   |                                 |      |              |                          |  |         |                 |
| <b>Glass</b>       |                                 |      |              |                          |  |         |                 |
| SI                 | 50                              | 0.24 | 5            | 15                       | 33   | LED     | 850             |
| GRIN               | 50                              | 0.24 | 5            | 1                        | 500  | LD      | 850             |
| GRIN               | 50                              | 0.20 | 1            | 0.5                      | 1000   | LED, LD | 1300            |
| <b>PCS</b>         |                                 |      |              |                          |  |         |                 |
| SI                 | 200                             | 0.41 | 8            | 50                       | 10   | LED     | 800             |
| <b>Plastic</b>     |                                 |      |              |                          |  |         |                 |
| SI                 | 1000                            | 0.48 | 200          | —                        | —  | LED     | 580             |
| <b>Single Mode</b> |                                 |      |              |                          |  |         |                 |
| Glass              | 5                               | 0.10 | 4            | <0.5                     | >1000  | LD      | 850             |
| Glass              | 10                              | 0.10 | 0.5          | 0.006                    | 83000  | LD      | 1300            |
| Glass              | 10                              | 0.10 | 0.2          | 0.006                    | 83000  | LD      | 1550            |

Berdasarkan karakteristik perambatan cahayanya, maka serat optis dibedakan menjadi serat optis multimode dan single mode. Bahan yang dipakai untuk serat optis adalah dari bahan gelas, plastik, dan plastik yang terbungkus silika (*Plastic Coated Silica, PCS*).

Serat optis dari jenis multimode lebih menguntungkan untuk jarak yang pendek daripada serat optis single mode, karena serat optis multimode memiliki *Numerical Aperture* (NA) yang lebih besar dibandingkan serat jenis single mode sehingga efisiensi penyambungannya lebih baik. Selain itu, diameternya lebih besar sehingga memudahkan pemasangan dan penempatannya dalam pesawat.

Berdasarkan bahannya, maka serat optis dari jenis Step-Index Multimode dibedakan menjadi tiga, yaitu serat kaca, serat plastik, dan serat plastik terbungkus silika (PCS). Serat PCS memiliki diameter dan NA yang lebih besar daripada serat kaca, sehingga lebih menguntungkan baik dalam pemasangan maupun efisiensi penyambungannya. Meskipun rugi-rugi yang terjadi pada PCS lebih besar daripada serat kaca, tetapi untuk jarak transmisi yang relatif pendek rugi-rugi ini dapat diabaikan.

Pada sistem data udara serat optis yang dipasang pada pesawat terbang, digunakan serat optis dari jenis SI Multimode yang terbuat dari bahan plastik terbungkus silika (PCS) yang memenuhi pertimbangan-pertimbangan berikut:

1. Kesesuaian dengan sumber cahaya yang digunakan, yaitu LED.
2. Panjang gelombang yang melalui serat ini berada pada daerah *first window* (antara 800-900 nm)
3. Diameter kabel cukup besar sehingga memudahkan dalam pemasangannya.
4. NA besar yang menghasilkan efisiensi sambungan yang baik.
5. Rugi-rugi transmisi dapat diabaikan karena jarak transmisinya pendek.

### PIN Photodiode

Dalam kebanyakan sistem serat optis dikenal dua macam detektor cahaya, yaitu PIN Photodiode dan Avalanche Photodiode (APD). Dibandingkan dengan APD, PIN Photodiode lebih murah dengan tingkat sensitivitas yang rendah terhadap temperatur dan memerlukan tegangan bias balik yang lebih kecil. Sedangkan kecepatan respon kedua perangkat ini berimbang, dengan demikian penggunaan PIN Photodiode menjadi lebih menguntungkan.

Bahan-bahan yang umum digunakan untuk membuat PIN Photodiode adalah silikon, germanium, dan InGaAs. Silikon adalah bahan yang banyak digunakan sebagai detektor cahaya yang beroperasi pada daerah spektrum *first window*. Diode germanium dan diode InGaAs lebih banyak mengandung derau daripada diode silikon, tetapi memberikan respon yang baik dalam daerah spektrum *second window*. Tabel 3 menunjukkan daerah kerja PIN Photodiode.

Tabel 3. Daerah kerja PIN Photodiode

| Material  | Wavelength Range<br>( $\mu\text{m}$ ) | Wavelength of<br>Peak Response<br>( $\mu\text{m}$ ) | Peak<br>Responsivity<br>(A/W) |
|-----------|---------------------------------------|---|-------------------------------|
| Silicon   | 0.3-1.1                               | 0.8   | 0.5                           |
| Germanium | 0.5-1.8                               | 1.55  | 0.7                           |
| InGaAs    | 1.0-1.7                               | 1.7   | 1.1                           |

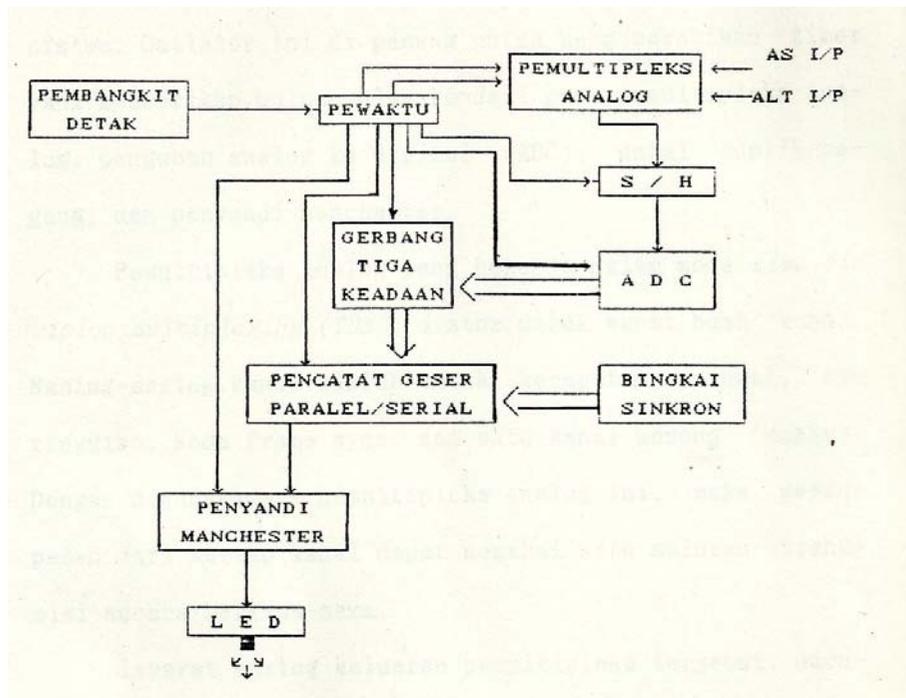
Berdasarkan karakteristiknya daerah kerjanya, dan kesesuaian dengan sumber cahaya pemancarnya yaitu LED, maka PIN Photodiode barbahan silikon sangat tepat untuk digunakan sebagai detektor cahaya pada sistem data udara serat optis.

### **Unjuk Kerja Sistem**

Sistem data udara serat optis terdiri dari tiga bagian sistem, yaitu bagian sistem pengirim, bagian sistem transmisi data, dan bagian sistem penerima. Masing-masing bagian mempunyai fungsi sendiri-sendiri namun secara keseluruhan ketiga bagian ini saling berkaitan.

Bagian Pengirim diawali dengan sensor-sensor dan transduser-transduser tekanan udara statik dan tekanan udara total. Transduser tekanan statik menghasilkan isyarat listrik untuk diolah menjadi informasi ketinggian, sedangkan informasi kecepatan pesawat diperoleh dari pengukuran tekanan statis dan tekanan total.

Sebelum pemrosesan data, isyarat-isyarat listrik dari transduser diperkuat oleh penguat operasional (opam) untuk memperoleh aras isyarat yang diperlukan. Keluaran dari penguat ini diberikan ke untai akar kuadrat, yang menghasilkan akar kuadrat dari nilai isyarat yang dimasukkan. Isyarat keluaran dari untai akar kuadrat ini mempunyai nilai yang ekuivalen dengan kecepatan pesawat terbang, dan sebelum dimasukkan ke pemultiplekanalog isyarat ini disangga (buffer) lebih dahulu. Gambar 5 memperlihatkan diagram kotak bagian pengirim.



Gambar 5. Diagram kotak bagian pengirim.

Informasi ketinggian pesawat terbang diperoleh dengan memperkuat isyarat transduser dengan operasional amplifier untuk mencapai aras tegangan yang diinginkan, kemudian isyarat ini diskalakan hingga ekivalen dengan ketinggian terbang pesawat. Isyarat ini kemudian dimasukkan ke dalam pemultipleks analog sebagai masukan ke dua bersama dengan isyarat kecepatan pesawat terbang.

Osilator gelombang kotak diatur agar menghasilkan gelombang dengan frekuensi yang sesuai dengan kebutuhan sistem. Osilator ini dipasang untuk mengoperasikan timer yang memberikan pulsa-pulsa kendali pada pemultipleks analog, konverter analog ke digital (ADC), untai sample/hold, dan penyandi manchester.

Pemultipleks analog yang bekerja dalam mode *time division multiplexing* (TDM), diatur untuk empat kanal. Masing-masing kanal adalah untuk kecepatan pesawat terbang, ketinggian, kode frame syncro, dan satu kanal kosong (*dummy*). Dengan digunakannya pemultipleks analog ini maka isyarat-isyarat dari masing-masing kanal dapat memakai satu saluran transmisi secara paralel.

Isyarat analog keluaran pemultipleks tersebut dicuplik dan dipegang dalam untai sample/hold. Isyarat hasil pencuplikan ini kemudian diubah dalam bentuk isyarat digital

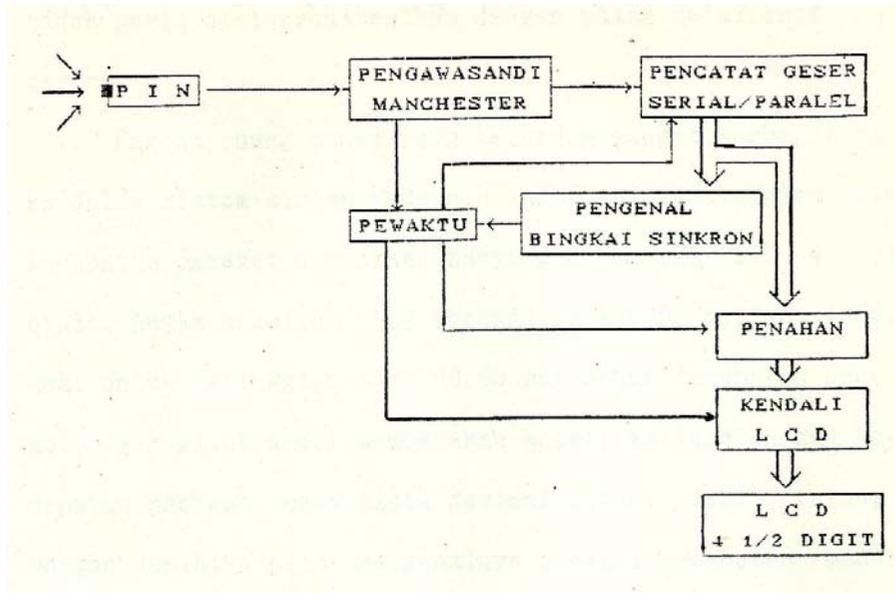
dalam format *Binary Coded Decimal* (BCD) oleh ADC. ADC yang digunakan adalah ADC 4 ½ digit, sehingga isyarat keluarannya berupa isyarat 4 ½ digit yang masih dalam format paralel.

Pencatat geser paralel ke serial mengubah keluaran ADC ini menjadi aliran bit-bit serial dalam format *Non Return to Zero* (NRZ). Penyandi manchester yang telah disinkronisasi akan mengubah isyarat ini menjadi aliran bit-bit serial dalam format *Return to Zero* (RZ). Data-data hasil penyandian manchester mengendalikan sebuah LED yang memancarkan cahaya sesuai dengan sandi yang diberikan. Bit 1 akan memicu LED untuk memancarkan cahaya, sementara bit 0 LED tidak memancarkan cahaya.

Pada bagian transmisi data, data-data digital yang akan ditransmisikan disangga untuk mengendalikan LED. LED akan beroperasi sesuai runtun bit-bit data dalam bentuk sandi manchester. Cahaya yang dipancarkan oleh LED ini digandengkan dengan sebuah kabel serat optis dari jenis Step-Index Multimode. Isyarat-isyarat dalam bentuk cahaya ini dirambatkan sepanjang serat optis ke sebuah PIN Photodiode pada bagian penerima data. PIN photo diode ini mengubah daya optis yang diterimanya menjadi isyarat-isyarat elektrik.

Keluaran dari PIN Photodiode berupa aliran bit-bit serial dalam format RZ, persis seperti aliran bit-bit ini saat mengendalikan LED. Aliran bit-bit ini kemudian dimasukkan ke sebuah pengawasandi manchester (*manchester decoder*).

Diagram kotak bagian penerima diperlihatkan pada Gambar 6. Pada bagian ini aliran bit-bit keluaran PIN Photodiode akan dibaca dan dipisahkan menjadi pulsa-pulsa detak dan data NRZ. Karena data-data yang disampaikan dalam bentuk sandi Manchester, maka pulsa detak telah disinkronisasikan dengan pulsa data.



Gambar 6. Diagram kotak bagian penerima.

Pulsa-pulsa detak yang diperoleh dari pulsa-pulsa data hasil pembacaan sandi manchester mengendalikan sebuah timer. Timer ini memberikan pulsa-pulsa kendali yang diperlukan oleh pencatat geser serial ke paralel, pengenal *frame syncro*, dan pengendali penampil kristal cair (*Liquid Crystal Display*, LCD) atau Penampil LED. Data dalam format NRZ diubah ke dalam format paralel oleh pencatat geser serial ke paralel. Data dalam format paralel ini kemudian diumpungkan ke pengenal *frame syncro* dengan tujuan untuk mengenal isyarat *frame syncro*.

Pengenal *frame syncro* memberikan sebuah pulsa keluaran untuk mengatur kembali counter dalam timer. Pengaturan kembali counter dalam timer ini memberikan bentuk gelombang data yang akan disajikan pada LCD atau LED. Untuk mengoperasikan LCD atau LED diperlukan pembangkit pulsa lain yang memberikan pulsa-pulsa dengan frekuensi 60 Hz. Pembangkit pulsa ini tidak perlu disinkronisasi dengan pulsa detak yang diterima.

Karena ruang panel yang tersedia sangat terbatas maka dalam sistem-sistem moder informasi ketinggian dan kecepatan pesawat disajikan dalam satu layar digital. Penempatan informasi ketinggian dan kecepatan pesawat terbang ini disesuaikan dengan aturan penerbangan yang baku yang dikeluarkan oleh pihak otoritas penerbangan internasional. Dengan demikian pilot dapat mengetahui dan membedakan dengan cepat informasi ketinggian dan kecepatan pesawat terbang.

#### IV. KESIMPULAN

Hasil perancangan yang berupa konsep sistem data udara dengan transmisi serat optis memberikan beberapa kesimpulan:

1. Pemanfaatan serat optis sebagai media transmisi pada sistem data udara akan meningkatkan kehandalan sistem yang meliputi:
  - a. Bebas dari gangguan RFI dan EMI sehingga integritas data dapat dipertahankan.
  - b. Sistem terhindar dari bahaya hubungan pendek (short circuit)
  - c. Serat optis tidak merambatkan pulsa-pulsa elektro magnetik sehingga kebal terhadap EMP yang diakibatkan oleh ledakan nuklir.
2. Serat optis lebih kecil dan ringan dari pada serat tembaga, sehingga menghemat tempat dan mengurangi beban pesawat.
3. Daya total yang diperlukan lebih kecil dibandingkan dengan sistem yang menggunakan kabel tembaga.

#### DAFTAR PUSTAKA

Internasional Standard Book Number 0-89100-293-6, *Avionics Fundamental*, IAP Inc., 1987.

Joseph J. Palais, *Fiberoptic Communications*, Prentice Hall, 1988.

Manoharan, L.C., Muthuvel s., Shesadri K., Philip M. Diwakar, *Fiberoptic Air Data System*, ICAS, 1990.

William Gracey, *Measurement of Aircraft Speed and Altitude*, NASA Reference Publication 1046, 1980.