



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**Perencanaan Desain Jaringan Metro FTTH  
di Universitas Indonesia**

**SKRIPSI**

**Angga Julian Maulana**

**0806455105**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
DEPOK  
JULI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**Perencanaan Desain Jaringan Metro FTTH  
di Universitas Indonesia**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana**

**Angga Julian Maulana**

**0806455105**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**DEPOK**


**JULI 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 : Angga Julian Maulana

NPM : 0806455105

Tanda Tangan : 

Tanggal : 3 Juli 2012

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Angga Julian Maulana  
NPM : 0806455105  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Perencanaan Desain Jaringan Metro FTTH di  
Universitas Indonesia

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Arifin Djauhari, MT (Arifin)  
Penguji : Dr. Ir. Retno Wigajatri P, MT (Retno)  
Penguji : Ir. Purnomo Sidi Priambodo M.Sc, Ph.D (Priambodo)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 3 Juli 2012

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya bisa menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Ir. Arifin Djauhari, MT. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- (2) Pihak Graha Fatta yang telah banyak membantu dalam usaha mentransfer ilmu yang saya perlukan;
- (3) Pihak PPSI dan manajer IT tiap fakultas di Universitas Indonesia yang telah banyak membantu dalam usaha pengambilan data yang saya butuhkan;
- (4) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
- (5) Chaerunnisa yang selalu mendampingi dan senantiasa memberikan dukungan yang amat berarti;
- (6) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 3 Juli 2012

Penulis

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

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

Nama : Angga Julian Maulana  
NPM : 0806455105  
Program Studi : Teknik Elektro  
Departemen : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Perencanaan Desain Jaringan Metro FTTH di Universitas Indonesia”

Berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir Saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya,

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 3 Juli 2012  
Yang menyatakan



(Angga Julian Maulana)

## ABSTRAK

Nama : Angga Julian Maulana

Program studi : Teknik Elektro

Judul : Perencanaan Desain Jaringan Metro FTTH di Universitas Indonesia

Skripsi ini membahas tentang perencanaan desain jaringan FTTH di gedung fakultas di Universitas Indonesia. Fiber to the Home (FTTH) merupakan suatu format transmisi sinyal optik dari pusat penyedia (provider) ke kawasan pengguna dengan menggunakan fiber optik sebagai media penghantaran. Perkembangan teknologi ini tidak terlepas dari kemajuan perkembangan teknologi fiber optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional. Dan juga didorong oleh keinginan untuk mendapatkan layanan yang dikenal dengan istilah layanan *Triple Play Services*.

Universitas Indonesia yang terletak di kota Depok terdiri dari 10 fakultas dan memiliki 74 gedung. UI memiliki luas mencapai 320 hektar. Kebutuhan layanan service untuk seluruh fakultas ialah 3183 port internet. Dari kebutuhan service tersebut dan denah tiap gedung maka dapat dibuat rancangan jaringan Metro FTTH di wilayah kampus.

Dari hasil rancangan, didapatkan kebutuhan perangkat FTTH sejumlah 2 GPON OLT, 2 ODC port 288, 2 buah passive splitter dengan ratio 1:16, 27 ODP port 12 dan 24, serta 319 ONU. Perangkat penunjang lainnya dicantumkan pada Bill of Material yang selanjutnya dapat dibuat Bill of Quantity untuk mengetahui jumlah biaya keseluruhan yang dibutuhkan. Dari hasil analisis link power budget menunjukkan bahwa desain telah memenuhi standar dengan kualitas yang baik.

Kata kunci : FTTH, Universitas Indonesia, link power budget

## ABSTRACT

Name : Angga Julian Maulana  
Study program : Electrical Engineering  
Title : Metro FTTH Network Design Planning at the University of Indonesia

This script discusses the design planning FTTH networks in building the faculty at the University of Indonesia. Fiber to the Home (FTTH) is a format of an optical signal transmission center provider (provider) to the user by using optical fiber as a medium of delivery. Technology development is inseparable from the progressive development of fiber optic technology that can replace conventional wiring. And also motivated by the desire to obtain the services known as Triple Play Services.

University of Indonesia, located in Depok city consists of 10 faculties and has 74 buildings. UI has an area reached 320 hectares. Service to service the needs of faculty seluruh internet port is 3183. Of service needs and plans of each building can be designed so Metro FTTH network in the campus area.

From the results, found the need for OLT GPON FTTH number 2, 2 ODC 288 port, 2 passive splitter with a ratio of 1:16, 27 ODP ports 12 and 24, and the ONU 319. Other supporting devices listed on the subsequent Bill of Materials Bill of Quantity can be made to determine the overall cost of the required amount. From the analysis of link power budget shows that the design meets the standards of good quality.

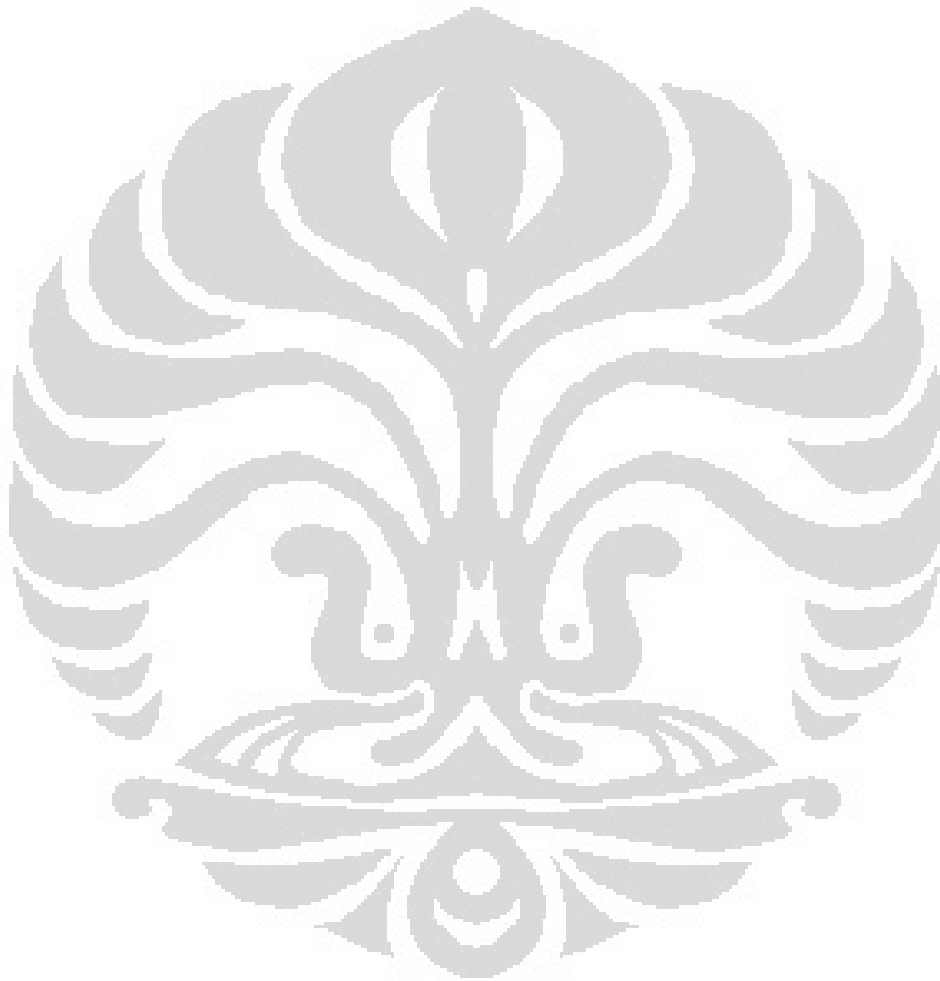
Key words :FTTH, University of Indonesia, link power budget



## DAFTAR ISI

|  |           |
|--|-----------|
| HALAMAN JUDUL.....   | i         |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....   | ii        |
| LEMBAR PENGESAHAN .....  | iii       |
| KATA PENGANTAR .....   | iv        |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR<br>UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS ..... | v         |
| ABSTRAK .....  | vi        |
| ABSTRACT.....  | vii       |
| DAFTAR ISI.....  | viii      |
| DAFTAR GAMBAR .....  | x         |
| DAFTAR TABEL.....  | xi        |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1 Latar Belakang.....  | 1         |
| 1.2 Tujuan Penelitian.....   | 1         |
| 1.3 Pembatasan Masalah .....   | 2         |
| 1.4 Metodologi Penelitian .....  | 2         |
| 1.5 Sistematika Penulisan .....  | 3         |
| <b>BAB 2 JARINGAN LOKAL AKSES FIBER DENGAN FTTH .....</b>                                | <b>4</b>  |
| 2.1 Konsep FTTH .....  | 4         |
| 2.2 Konfigurasi FTTx .....   | 5         |
| 2.2.1 Fiber To The Home (FTTH).....  | 5         |
| 2.2.2 Fiber To The Building (FTTB).....  | 6         |
| 2.2.3 Fiber To The Curb (FTTC).....  | 6         |
| 2.2.4 Fiber To The Node (FTTN).....  | 6         |
| 2.3 Teknologi Arsitektur FTTH .....  | 7         |
| 2.3.1 Active Optical Network (AON) .....   | 7         |
| 2.3.2 Passive Optical Network (PON) .....  | 9         |
| 2.4 Perangkat FTTH .....   | 14        |
| 2.4.1 Optical Line Terminal (OLT) .....  | 14        |
| 2.4.2 Optical Distribution Network (ODN) .....   | 15        |
| 2.4.3 Optical Network Unit (ONU) .....   | 18        |
| 2.5 Link Power Budget .....  | 18        |
| 2.5.1 Daya yang Diterima (Pr) .....  | 19        |
| 2.5.2 Signal to Noise Ratio (S/N) .....  | 19        |
| 2.5.3 Bit Error Rate (BER) .....   | 21        |
| <b>BAB 3 DATA JARINGAN UNIVERSITAS INDONESIA .....</b>                                   | <b>22</b> |
| 3.1 Fakultas Psikologi .....   | 22        |
| 3.2 Fakultas Ilmu Sosial Ilmu Politik .....  | 23        |
| 3.3 Fakultas Ilmu Budaya .....   | 25        |
| 3.4 Fakultas Hukum .....   | 27        |
| 3.5 Fakultas Ilmu Keperawatan .....  | 28        |
| 3.6 Fakultas Kesehatan Masyarakat .....  | 29        |
| 3.7 Fakultas Matematika IPA .....  | 30        |
| 3.8 Fakultas Teknik .....  | 32        |
| 3.9 Fakultas Ekonomi .....   | 34        |

|              |   |           |
|--------------|---|-----------|
| 3.10         | Fakultas Ilmu Komputer .....                          | 36        |
| <b>BAB 4</b> | <b>PERENCANAAN DESAIN JARINGAN METRO FTTH .....</b>   | <b>37</b> |
| 4.1          | Single Line FTTH.....                                 | 37        |
| 4.2          | Pemilihan dan Pemasangan Perangkat ONU .....          | 38        |
| 4.3          | Pemilihan dan Pemasangan Perangkat ODP .....          | 39        |
| 4.4          | Pemilihan dan Pemasangan Perangkat OLT, ODC, PS ..... | 44        |
| 4.5          | Analisa Link Power Budget.....                        | 46        |
| 4.6          | Bill of Material .....                                | 49        |
| <b>BAB 5</b> | <b>KESIMPULAN .....</b>                               | <b>51</b> |
|              | DAFTAR REFERENSI .....                                | 52        |
|              | LAMPIRAN.....   | 53        |

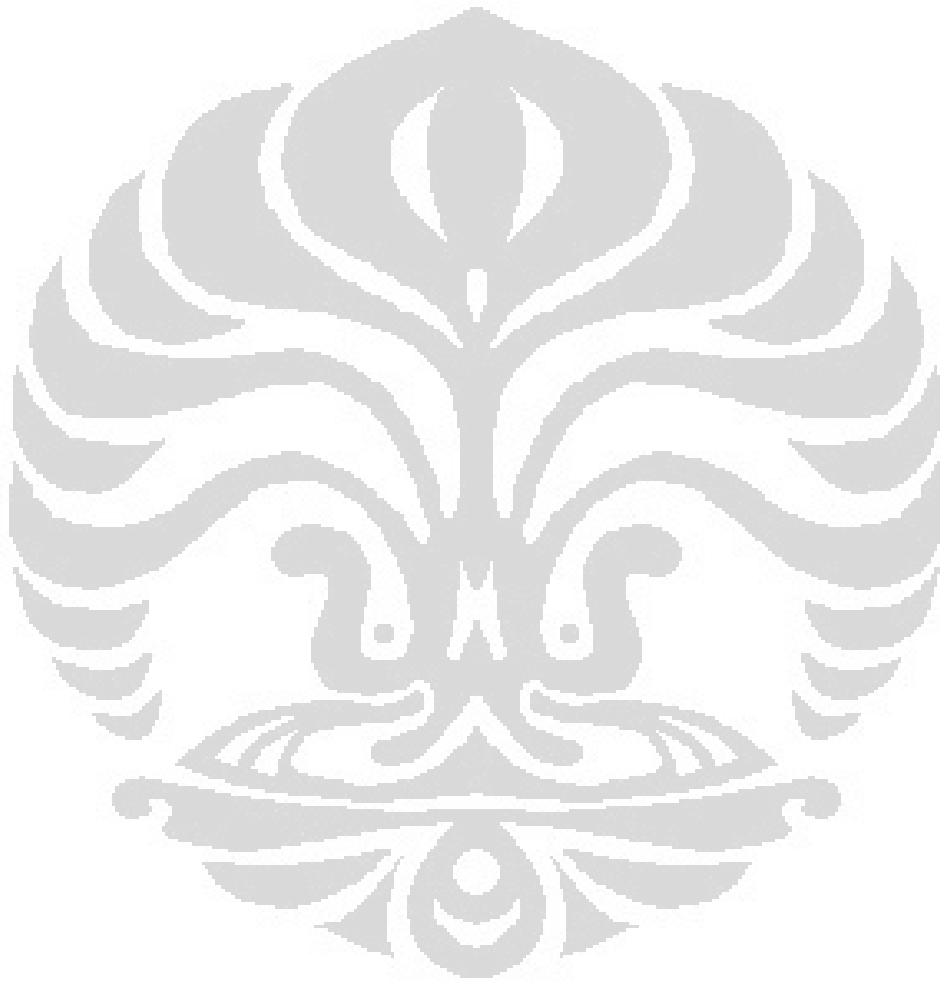


## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2.1 Konsep FTTH.....                             | 5  |
| Gambar 2.2 Konfigurasi FTTx.....                        | 6  |
| Gambar 2.3 Arsitektur Home Run Fiber.....               | 8  |
| Gambar 2.4 Arsitektur Active Star Ethernet.....         | 8  |
| Gambar 2.5 Passive Optical Network.....                 | 9  |
| Gambar 2.6 Konfigurasi Passive Splitter pada PON.....   | 10 |
| Gambar 2.7 Ethernet PON.....                            | 11 |
| Gambar 2.8 Gigabit PON.....                             | 12 |
| Gambar 2.9 Optical Line Terminal.....                   | 14 |
| Gambar 2.10 Optical Distribution Cabinet.....           | 15 |
| Gambar 2.11 Macam-Macam Connector.....                  | 16 |
| Gambar 2.12 Optical Distribution Point.....             | 17 |
| Gambar 2.13 Optical Network Unit.....                   | 18 |
| Gambar 3.1 Denah Universitas Indonesia.....             | 22 |
| Gambar 3.2 Denah Fakultas Psikologi.....                | 22 |
| Gambar 3.3 Denah Fakultas Ilmu Sosial Ilmu Politik..... | 24 |
| Gambar 3.4 Denah Fakultas Ilmu Budaya.....              | 26 |
| Gambar 3.5 Denah Fakultas Hukum.....                    | 27 |
| Gambar 3.6 Denah Fakultas Ilmu Keperawatan.....         | 29 |
| Gambar 3.7 Denah Fakultas Kesehatan Masyarakat.....     | 29 |
| Gambar 3.8 Denah Fakultas Matematika IPA.....           | 31 |
| Gambar 3.9 Denah Fakultas Teknik.....                   | 33 |
| Gambar 3.10 Denah Fakultas Ekonomi.....                 | 35 |
| Gambar 3.11 Denah Fakultas Ilmu Komputer.....           | 36 |
| Gambar 4.1 Single Line FTTH.....                        | 37 |
| Gambar 4.2 Desain Konfigurasi ODP 1-4.....              | 39 |
| Gambar 4.3 Desain Konfigurasi ODP 5-10.....             | 40 |
| Gambar 4.4 Desain Konfigurasi ODP 11-16.....            | 41 |
| Gambar 4.5 Desain Konfigurasi ODP 17-22.....            | 42 |
| Gambar 4.6 Desain Konfigurasi ODP 23-27.....            | 4  |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Perbandingan APON, BPON, EPON, dan GPON..... | 13 |
| Tabel 2.2 Redaman Jenis-Jenis Passive Splitter.....    | 17 |
| Tabel 4.1 Rekapitulasi ODP dan ONU .....               | 44 |
| Tabel 4.2 Spesifikasi Parameter Link Power Budget..... | 46 |
| Tabel 4.3 Bill of Material .....                       | 49 |



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Universitas Indonesia merupakan salah satu kampus yang memiliki luas wilayah sangat luas mencapai 320 hektar. UI memiliki dua kampus yang terletak di Salemba dan Depok. Di Salemba terdapat Fakultas Kedokteran, Fakultas Kedokteran Gigi, dan Program Pasca Sarjana. Sedangkan di Depok terdapat 10 fakultas lainnya, yaitu Fakultas Psikologi, Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Ilmu Budaya, Ekonomi, Teknik, MIPA, Ilmu Keperawatan, Kesehatan Masyarakat, Ilmu Komputer, serta Hukum. Selain itu, terdapat pula Rektorat, Perpustakaan, MUI, asrama, dan gymnasium sebagai tempat untuk menjalankan Tri Dharma Perguruan Tinggi.

Seiring dengan pengembangan pembangunan dan meningkatnya kebutuhan data service di Universitas Indonesia, maka diperlukan suatu Jaringan Lokal Akses Fiber yang lebih handal dan berprospek untuk jangka waktu yang lama. Metro Fiber To The Home menawarkan paket lengkap untuk kepentingan data, audio, dan video dengan kecepatan tinggi serta bandwidth yang besar. FTTH juga merupakan bentuk bisnis yang sukses, karena menyediakan keseimbangan antara pengeluaran modal (CAPEX) dan biaya operasi (OPEX). Oleh karena itu, konsep ini sangat cocok diterapkan di UI dari segi bisnis dan segi teknologi yang mendukung pengembangan dan peningkatan jaringan masa depan .

### **1.2 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk memilih dan menempatkan perangkat Fiber To The Home yang sesuai dengan kebutuhan data service pada setiap gedung fakultas yang ada di UI Depok. Adapun perancangan tersebut dibuat berdasarkan denah kampus dan pertimbangan efektivitas biaya.

### 1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa batasan masalah, antara lain:

1. Perencanaan jaringan Metro FTTH untuk Kampus UI Depok yang meliputi 10 fakultas.
2. Laporan ini tidak membandingkan jaringan fiber optik yang sekarang dengan desain Metro FTTH yang dibuat.
3. Perencanaan desain dititikberatkan sesuai denah dan kebutuhan service yang terdapat di gedung pada tiap fakultas.

### 1.4 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan selama melakukan penelitian dan penulisan laporan adalah:

1. Studi literatur  
Penulis membaca buku, jurnal, dan bahan-bahan lain yang berkaitan dengan konsep *Fiber To The Home*, perencanaan dan aplikasinya, serta segala perangkatnya.
2. Konsultasi dengan dosen pembimbing  
Pertemuan dengan dosen pembimbing membuat penulisan laporan menjadi terarah dengan baik dan penulisan berjalan dengan kontinu.
3. Pendataan langsung di lapangan  
Data yang digunakan oleh penulis didapat dengan mendata langsung ke bagian IT tiap fakultas untuk dapat mengetahui kebutuhan data service pada tiap gedung.
4. Diskusi dengan pihak penyelenggara jaringan fiber optik  
Penulis berkonsultasi mengenai hal-hal yang kurang dimengerti dengan pihak penyelenggara jaringan FO melalui tatap muka langsung maupun melalui email.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Laporan skripsi ini tersusun atas 5 bab, yaitu:

1. Bab 1 : Pendahuluan

Pada bab ini, penulis menjelaskan Latar Belakang, Tujuan Penelitian, Pembatasan Masalah, Metodologi Penelitian, Sistematika Penulisan.

2. Bab 2 : Jaringan Lokal Akses Fiber dengan FTTH

Pada bab ini, penulis menjelaskan mengenai Fiber To The Home, dimulai dari konsep, macam-macam konfigurasi, teknik arsitektur, perangkat, hingga link power budgetnya.

3. Bab 3 : Data Jaringan Universitas Indonesia

Pada bab ini, penulis menjelaskan mengenai kebutuhan data service jaringan yang dibutuhkan oleh keseluruhan fakultas Universitas Indonesia. Di dalamnya pun dijelaskan mengenai keseluruhan gedung dan ruangan yang ada untuk keperluan desain pada bab selanjutnya.

4. Bab 4 : Perencanaan Desain Jaringan Metro FTTH

Pada bab ini, penulis menjelaskan mengenai langkah-langkah perencanaan desain jaringan Metro FTTH. Dimulai dari single line, pemilihan dan pemasangan perangkat FTTH, analisa link power budget, hingga Bill of Material dari keseluruhan desain tersebut.

5. Bab 5 : Kesimpulan

Pada bab ini, penulis menyimpulkan hasil perencanaan desain yang telah dilakukan.

## BAB 2

### JARINGAN LOKAL AKSES FIBER DENGAN FTTH

#### 2.1 Konsep FTTH

Fiber to the Home (FTTH) merupakan suatu format transmisi sinyal optik dari pusat penyedia (provider) ke kawasan pengguna dengan menggunakan fiber optik sebagai media penghantaran. Perkembangan teknologi ini tidak terlepas dari kemajuan perkembangan teknologi fiber optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional. Dan juga didorong oleh keinginan untuk mendapatkan layanan yang dikenal dengan istilah layanan *Triple Play Services*.

Biasanya jarak antara pusat layanan dengan pelanggan dapat berkisar maksimum 20 km. Dimana pusat penghantaran penyelenggara layanan (service provider) yang berada di kantor utama disebut juga dengan *central office (CO)*, disini terdapat peralatan yang disebut dengan OLT. Kemudian dari OLT ini dihubungkan kepada ONU yang ditempatkan di rumah-rumah pelanggan (customers) melalui jaringan distribusi serat optik (Optical Distribution Network, ODN).

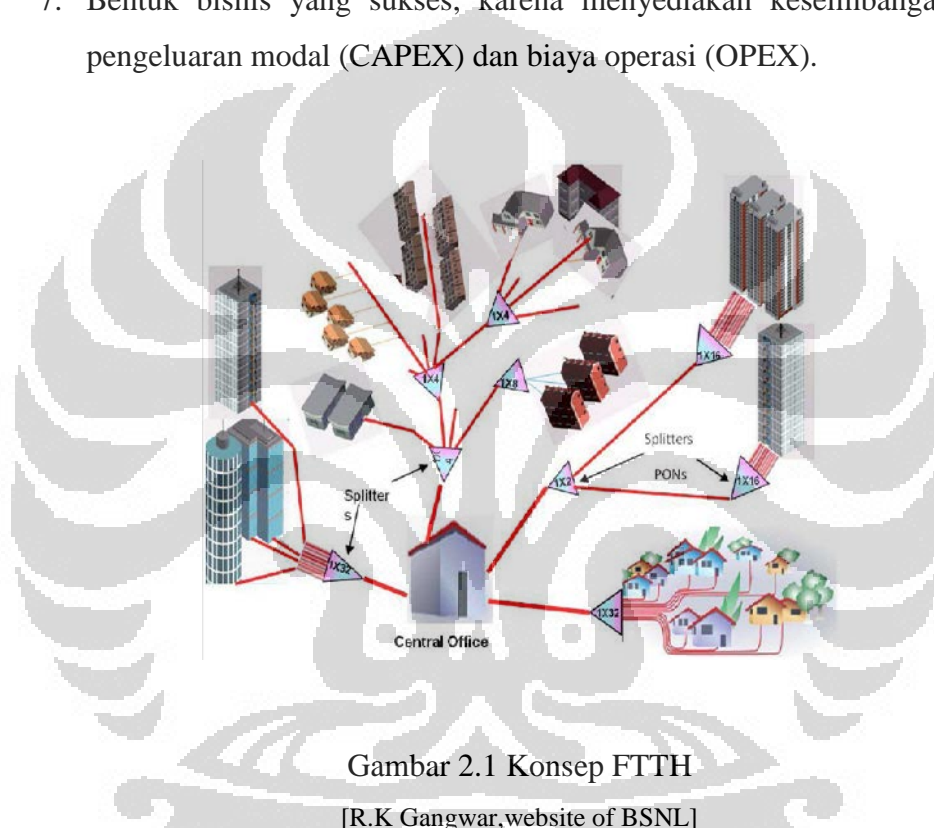
Sinyal optik dengan panjang gelombang (*wavelength*) 1490 nm dari hilir (*downstream*) dan sinyal optik dengan panjang gelombang 1310 nm dari hulu (*upstream*) digunakan untuk mengirim data dan suara. Sedangkan layanan video dikonversi dahulu ke format optik dengan panjang gelombang 1550 nm oleh optik pemancar video (*optical video transmitter*). Sinyal optik 1550 nm dan 1490 nm ini digabungkan oleh penggabung (*coupler*) dan ditransmisikan ke pelanggan secara bersama. Singkatnya, tiga panjang gelombang ini membawa informasi yang berbeda secara simultan dan dalam berbagai arah pada satu kabel serat optik yang sama.

Adapun beberapa keunggulan FTTH antara lain adalah:

1. FTTH menyediakan kepada customer dengan range yang lebar untuk komunikasi dan servis hiburan, serta aktivasi yang lebih cepat akan servis yang baru.
2. Penyebaran kabel FO langsung kepada tiap pengguna akan menyediakan jumlah bandwidth maksimum untuk permintaan servis di kemudian hari.



3. FTTH menawarkan *multiplay service* yaitu data, suara, dan video.
4. FTTH memiliki desain arsitektur jaringan yang fleksibel yang dapat digunakan untuk mengakomodasi inovasi yang akan datang.
5. Mendukung pengembangan dan peningkatan jaringan masa depan.
6. Minimalnya penyebaran gangguan yang mungkin terjadi, sehingga menguatkan pemasukan dari pemilik jaringan dan bermanfaat bagi pelanggan FTTH.
7. Bentuk bisnis yang sukses, karena menyediakan keseimbangan antara pengeluaran modal (CAPEX) dan biaya operasi (OPEX).



## 2.2 Konfigurasi FTTx

Berdasarkan lokasi penempatan ONU, FTTx dibagi menjadi 4 jenis, yaitu:

### 2.2.1 Fiber To The Home (FTTH)

FTTH didefinisikan sebagai arsitektur jaringan kabel fiber optik yang dibuat hingga sampai ke rumah-rumah atau ruangan dimana terminal berada. Teknologi ini merupakan sepenuhnya jaringan optik dari provider ke pemakai. Biasanya digunakan splitter 1:16 yang artinya sinyal multiplex dibagi ke 16 rumah yang berbeda.

### 2.2.2 Fiber To The Building (FTTB)

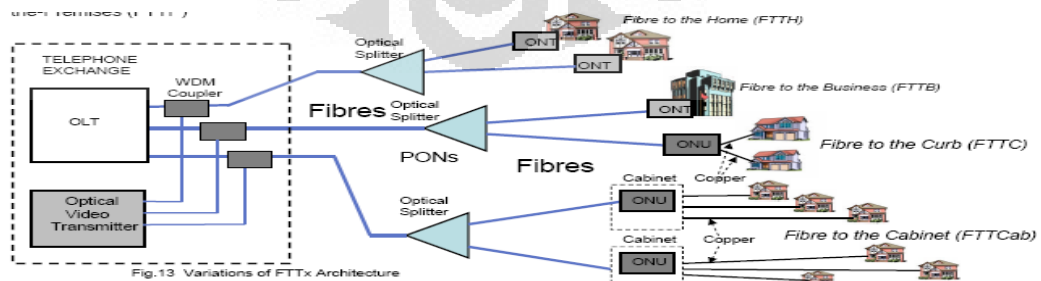
FTTB didefinisikan sebagai arsitektur jaringan kabel fiber optik yang dibuat sampai pada gedung bertingkat dan kemudian didistribusikan ke masing-masing ruangan dengan kabel. TKO terletak di dalam gedung dan biasanya terletak pada ruang telekomunikasi basement. Terminal pelanggan dihubungkan dengan TKO melalui kabel tembaga indoor. FTTB dapat diterapkan bagi pelanggan bisnis di gedung bertingkat atau pelanggan di apartemen.

### 2.2.3 Fiber To The Curb (FTTC)

Jaringan fiber optik yang dibuat sampai pada suatu titik pendistribusian (curb) yang berada sekitar 100 kaki dari tempat pengguna berada. Dari curb sampai ke rumah-rumah digunakan koneksi kabel tembaga. Curb biasanya melayani 8 sampai 24 pelanggan. FTTC dapat diterapkan bagi pelanggan bisnis yang letaknya terkumpul di suatu area terbatas namun tidak berbentuk gedung bertingkat atau bagi pelanggan perumahan yang pada waktu dekat akan menjadi pelanggan jasa hiburan.

### 2.2.4 Fiber To The Node (FTTN)

Jaringan fiber dibuat sampai pada suatu node yang berupa kabinet yang berlokasi di pinggir jalan sehingga disebut juga FTTCab. Jarak antara titik pendistribusian dengan pelanggan pada FTTN lebih jauh daripada FTTC. Jumlah pelanggan yang bisa dilayani juga lebih banyak, biasanya hingga ratusan pelanggan. FTTN juga menggunakan kabel tembaga untuk koneksi dari kabinet ke rumah-rumah. FTTN dapat diterapkan pada daerah perumahan yang letaknya jauh dari sentral atau bila infrastruktur duct pada arah yang bersangkutan, sudah tidak memenuhi lagi untuk ditambah dengan kabel tembaga.



Gambar 2.2 Konfigurasi FTTx

[[www.optiviel.com](http://www.optiviel.com)]

## 2.3 Teknologi Arsitektur FTTH

Ketika akan memutuskan arsitektur FTTH yang akan dipilih, provider memiliki beberapa hal yang menjadi bahan pertimbangan termasuk *outside plant* yang telah ada, lokasi jaringan, biaya untuk penyebaran jaringan, kepadatan pelanggan, dan pengembalian modal. Adapun terdapat pilihan teknologi yang tersedia untuk arsitektur FTTH. Jaringan dapat membentuk Active Optical Network (AON) maupun Passive Optical Network (PON).

### 2.3.1 Active Optical Network (AON)

Implementasi dari AON lebih dikenal sebagai *Active Node*, penggunaan teknologi ini terbatas karena biayanya sangat tinggi. Peralatan-peralatan aktif yang digunakan dalam jaringan AON termasuk optical switch, memerlukan tenaga listrik. Keuntungan yang didapatkan dengan sistem AON adalah :

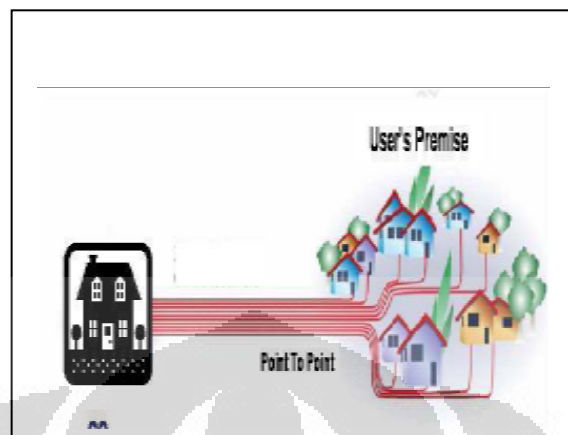
- Biaya infrastruktur yang relatif murah untuk jangka panjang.
- Cakupan daerah pelayanan yang relatif lebih luas dibandingkan dengan sistem copper / tembaga.
- Daerah cakupan yang luas, bisa dilayani dengan distribusi yang merata. Bagi pelanggan yang terletak jauh dari node (rumah gardu), active splitter memberikan daya optik yang lebih besar, sehingga layanan yang diberikan untuk semua pelanggan relatif sama.
- Dapat menempuh jarak yang lebih jauh daripada PON.

Adapun AON memiliki 2 susunan, yaitu:

#### **Home Run Fiber (Point-to-Point) Architecture**

Arsitektur Home Run Fiber adalah satu jenis arsitektur fiber optik yang terkoneksi di *Central Office* (CO) ke peralatan Optical Line Terminal (OLT). Pada lokasi pelanggan, fiber dihubungkan dengan perangkat lain yaitu Optical Network Terminal. Baik OLT maupun ONT bersifat aktif dan masing-masing dilengkapi dengan laser optik. Arsitektur ini menawarkan bandwidth yang besar kepada pelanggan dan juga menawarkan potensi yang sangat baik untuk pertumbuhannya. Untuk waktu yang lama, Home Run Fiber adalah arsitektur yang paling fleksibel; akan tetapi arsitektur ini mungkin kurang menarik ketika biaya lapisan fisiknya dipertimbangkan juga. Dikarenakan fiber dihubungkan point-to-

point ke pelanggan maka arsitektur ini membutuhkan instalasi dengan lebih banyak fiber optik dibandingkan bentuk yang lain.

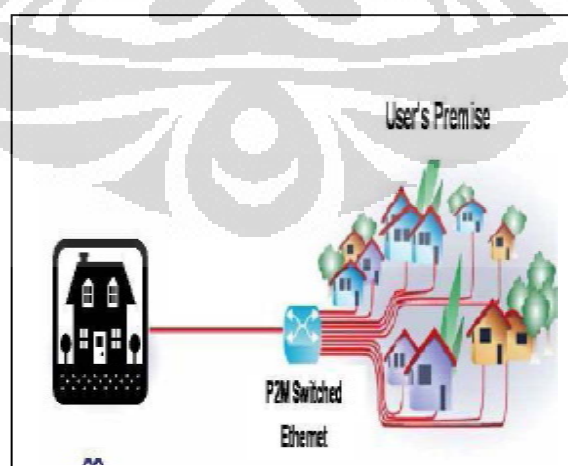


Gambar 2.3 Arsitektur Home Run Fiber

[R.K Gangwar, website of BSNL]

### Active Star Ethernet (Point-to-Multi Point) Architecture

Arsitektur Active Star Ethernet (ASE) merupakan bentuk point-to-multipoint dimana sejumlah pelanggan bersama-sama menggunakan satu feeder fiber melewati switch ethernet yang ditempatkan diantara CO dan pelanggan. Seperti pada Home Run Fiber, pelanggan dapat terletak jauh dari switch ethernet dan masing-masing pelanggan disajikan fiber yang menyediakan bandwidth penuh bidirectional. ASE mengurangi jumlah fiber yang dibutuhkan sehingga juga mengurangi biaya instalasinya.



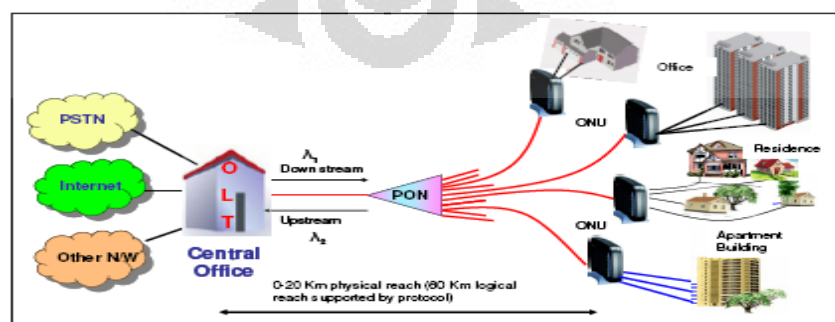
Gambar 2.4 Arsitektur Active Star Ethernet

[R.K Gangwar, website of BSNL]

### 2.3.2 Passive Optical Network (PON)

Passive Optical Network mendasarkan pada bentuk arsitektur point-to-multipoint. PON merupakan sistem akses fiber optik yang memiliki biaya efektif dan menyediakan layanan broadband, suara, video, data, dan servis lainnya yang biasanya disebut dengan *Next Generation Play Network* (NGPN). PON menggunakan fiber optik dan splitter untuk menghubungkan OLT di *Central Office* dengan ONU yang terletak pada sisi pelanggan. Splitter pasif diletakkan untuk keperluan downstream dari CO dan dapat membagi sinyal fiber sampai 64 dengan maksimum jarak 20 km. Arsitektur ini disebut pasif karena semua splitter dan peralatan yang berada diantara CO dan ONU merupakan perangkat pasif; sehingga tidak ada komponen elektronik aktif, tidak membutuhkan power, dan mengurangi biaya pemeliharaan peralatan. Perangkat optik pasif yang dipakai adalah konektor, passive splitter dan kabel optik itu sendiri. Sistem OLT berfungsi untuk pengumpulan dan men-switch fungsi antara jaringan kabel dengan interface PON serta untuk fungsi manajemen. Sedangkan ONU berfungsi sebagai akses kepada pengguna. Perbedaan panjang gelombang digunakan dalam proses upstream dan downstream. PON memudahkan dalam hal operasional dan perawatannya serta biaya yang lebih rendah dibandingkan AON.

Metode akses yang digunakan pada PON salah satunya adalah TDMA (Time Division Multiplexing Access). Pada arah downstream, sinyal TDM dari OLT memuat semua informasi pelanggan dalam slot yang ditentukan dan disebarkan ke semua ONU yang terhubung oleh OLT. Pada arah upstream, sinyal optik dari setiap ONU ditransmisikan secara sinkron dengan metode TDMA untuk menghindari tabrakan, karena jarak antara OLT dan semua ONU berbeda-beda.

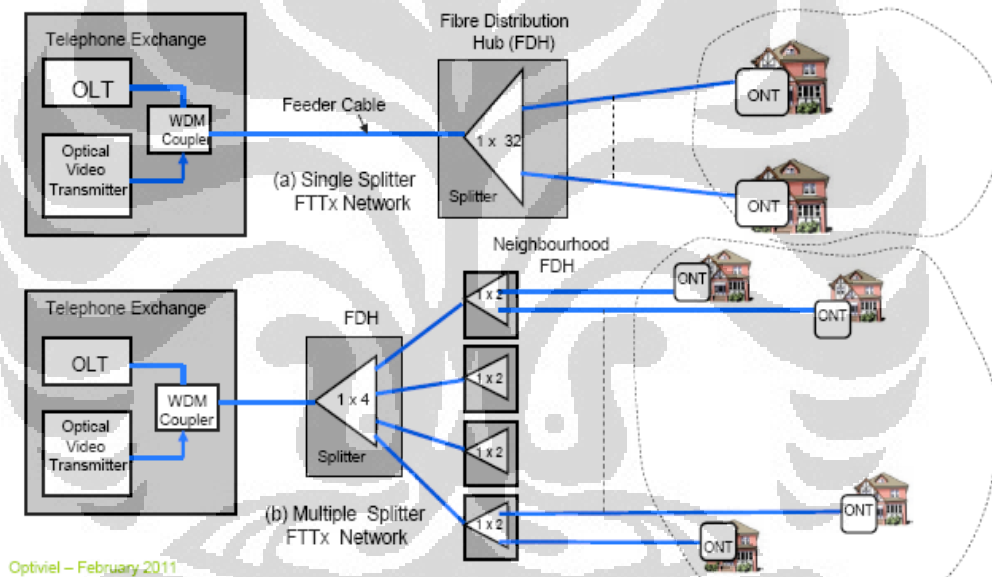


Gambar 2.5 Passive Optical Network

[R.K Gangwar, website of BSNL]

Ada dua konfigurasi splitter yang digunakan untuk arsitektur PON yaitu pendekatan centralized dan cascade. Pada bentuk centralized, secara khas menggunakan splitter 1x32 pada bagian luar bangunan, seperti pada terminal distribusi fiber. Pada kasus splitter 1x32 ini, masing-masing perangkat terhubung ke OLT yang ada di CO. Pada pendekatan ini, splitter dikonsentrasikan pada suatu lokasi yang langsung menghubungkan ke semua ONT pada 32 rumah pelanggan.

Konfigurasi cascade mendorong splitter lebih dalam pada jaringan. PON memanfaatkan pemasangan splitter yang seperti itu untuk menambah jumlah rumah dari sebuah fiber. Pada cascade, terdapat lebih dari satu splitter yang berada diantara CO dan pelanggan. Seperti contoh digunakan splitter 1x4 lalu splitter 1x8 selanjutnya untuk downstream di 4 lokasi yang terpisah.



Gambar 2.6 Konfigurasi Passive Splitter pada PON

[www.optiviel.com]

Adapun teknologi PON memiliki beberapa jenis, seperti APON (ATM PON), BPON (Broadband PON), EPON (Ethernet PON), dan GPON (Gigabit PON) yang mengantarkan bandwidth gigabit per sekon sedangkan menawarkan biaya rendah dan tahan uji.

### APON

APON atau ATM PON adalah standar yang dikeluarkan ITU-T dan diratifikasi tahun 1998 dengan standar G.983.1. APON menggunakan ATM

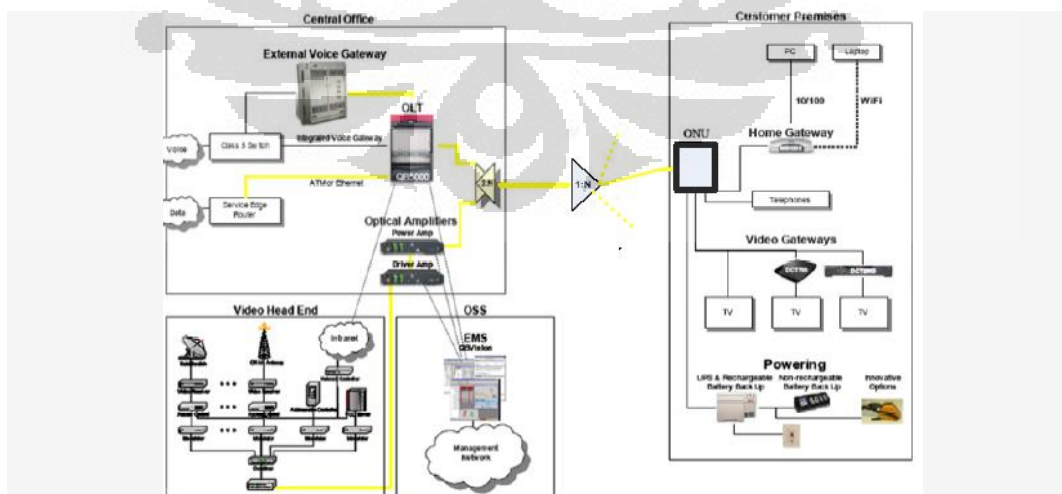
sebagai transport protokolnya dan didukung servis dengan 622 Mbps pada downstream dan 155 Mbps pada upstream serta menggunakan 32-64 splitter dan jarak maksimum 20 km.

### **BPON**

Setelah adanya penambahan standar G.983.3, APON kemudian diganti namanya menjadi Broadband PON (BPON). Perubahan nama menjadi BPON untuk mendeskripsikan bahwa sistem BPON menawarkan layanan broadband service yang terdiri dari akses internet, distribusi video dan layanan high speed leased line. BPON tetap menggunakan ATM sebagai transport protokolnya namun memiliki performa yang lebih baik dengan 1,2 Gbps pada downstream dan 622 Mbps pada upstream.

### **EPON**

EPON atau Ethernet PON merupakan standar IEEE 802.3ah yang diselesaikan pada tahun 2004. EPON menggunakan enkapsulasi ethernet untuk transport data pada jaringan. EPON beroperasi dengan 1,25 Gbps pada arah downstream maupun upstream (simetris), menggunakan pengkodean 8B/10B dengan melebihi batasan maksimum di 20. EPON juga biasa disebut Gigabit Ethernet PON (GE-PON). Ini menjelaskan bahwa jaringan fibernya menggunakan metode WDM yang beroperasi pada panjang gelombang 1490nm downstream dan 1310 upstream. EPON meninggalkan *window open* 1550nm untuk servis lain seperti video analog.

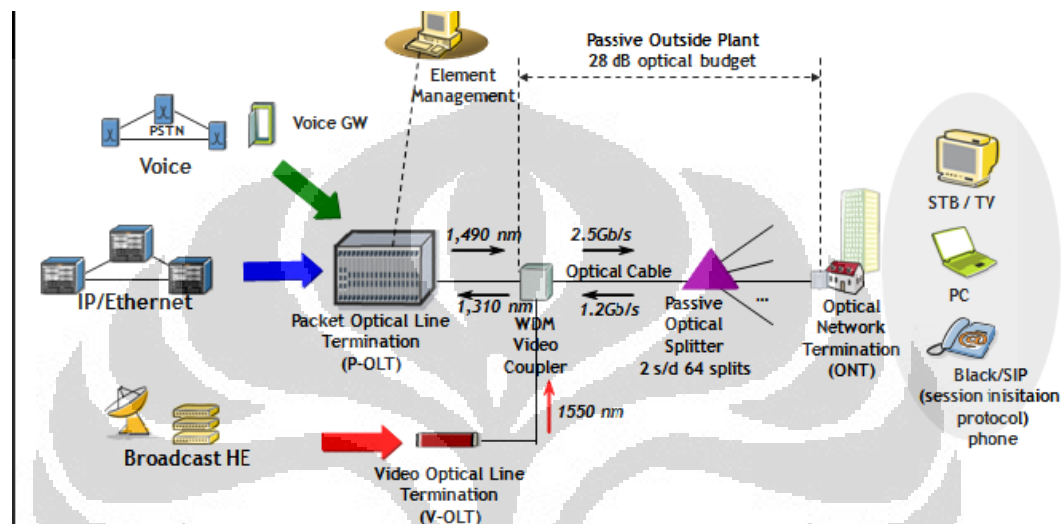


Gambar 2.7 Ethernet PON

[FTTH Council. (2009). FTTH Handbook. Deployment and Operation Committee.]

## GPON

Gigabit PON (GPON) adalah suatu teknologi akses yang dikategorikan sebagai *Broadband Access* berbasis fiber optik. GPON merupakan salah satu teknologi yang dikembangkan oleh ITU-T via G.984. Keunggulannya adalah bandwidth yang ditawarkan bisa mencapai 2.488 Gbps (*downstream*) sampai pelanggan tanpa adanya kehilangan bandwidth.



Gambar 2.8 Gigabit PON

[FTTH Council. (2009). FTTH Handbook. Deployment and Operation Committee.]

Selain itu, adapun beberapa hal yang menjadi standar GPON adalah:

- Full service support, termasuk didalamnya adalah layanan voice (TDM, SONET dan SDH), Ethernet (10/100 Base T – 10/100 Mbps yang ditransmisikan melalui media twisted pair), ATM, leased line dan sebagainya.
- Jarak jangkauan dapat mencapai 60 km.
- Teknik enkapsulasi data informasi menggunakan metode GEM (*GPON Encapsulation Method*).
- Support bermacam-macam opsi bit rate dengan menggunakan protokol yang sama, termasuk didalamnya adalah symmetric 622 Mbps, *symmetric* 1,25 Gbps, 2,5 Gbps *downstream* dan 1,25 Gbps *upstream* dan lain sebagainya.
- Mempunyai kemampuan OAM&P untuk *end to end service management*.



- Security pada level protokol untuk traffic downstream untuk mode transmisi multicast, dengan adanya pengembangan standar keamanan pengiriman paket AES antara OLT dengan ONU.

| Type PON<br>Characteristic | APON<br>ATM -Based<br>PON   | BPON<br>Broadband<br>PON  | GPON<br>Gigabit- Capable<br>PON                         |  | EPON<br>Ethernet<br>PON          |
|----------------------------|---|---|---|--|----------------------------------|
| Protocol                   | ATM   | ATM   | ATM   | ATM and GEM  | Ethernet<br>(with FEC)           |
| Standard                   | ITU-T G983.1  | ITU-T G983.3  | ITU-T G983.1  | ITU-T G984   | IEEE 802.3 ah                    |
| Architecture               | Symmetric:<br>FTTCAB/B/C/H<br>Asymmetric:<br>FTTCab/B/C   | Symmetric:<br>FTTCAB/B/C/H<br>Asymmetric:<br>FTTCab/B/C                         | Symmetric:<br>FTTCAB/B/C/H<br>Asymmetric:<br>FTTCab/B/C | Symmetric:<br>FTTCAB/B/C/H<br>for multi-dwelling<br>units (MDU); FTTB<br>for business<br>Asymmetric:<br>FTTCab/B/C   | 1000 BASE-PX10<br>1000 BASE-PX20 |
| Services                   | Telecoms Services for small<br>Businesses, Teleconsulting<br>etc. Symmetric FTTCab/C/H/B<br><br>Digital Broadcast Services,<br>Video-on-demand, Internet,<br>Distant Learning, Telemedicine<br>Asymmetric FTTCab/C/H/B<br><br>Voice: FTTCab/C/H/B | Voice/Data/Video<br><br>Additional Digital<br>Services (ADS)<br>Future Services | Voice/Data  | Content Broadcasting,<br>E-Mails, File Exchange,<br>Distant learning, Online<br>Gaming etc: Symmetric<br>FTTCab/C/H/B-MDU/Bus,<br>Digital Broadcast Services,<br>Video-on-Demand, File<br>Download etc.<br>Asymmetric FTTCab/C/H/B<br>Voice: FTTCab/C/H/B-MDU<br>Private Line: FTTB-Bus,<br>xDSL: FTTCab/C | Triple Play                      |

| PON Type<br>Characteristics               | APON<br>ATM -Based<br>PON   | BPON<br>Broadband<br>PON  | GPON<br>Gigabit Capable<br>PON   |  | EPON<br>Ethernet<br>PON  |
|---|---|---|--|--|--|
| Fibre Type                                | ITU-T G652<br>Single or Dual Fibre  | ITU-T G652<br>Single Fibre  | ITU-T G652<br>Single or<br>Dual Fibre  | ITU-T G652<br>Single or Dual Fibre   | 1000BASE-PX10<br>Single Fibre<br>1000BASE-PX20<br>Single fibre<br>(no preferred type)                                |
| Max. Physical<br>Distance<br>(OLT to ONT) | 20 km   | 20 km   | 20 km  | 10 km<br>(Fabry-Perot Lasers<br>at 1.244 Gbps)   | 1000BASE-PX10<br>10 km<br>1000BASE-PX20<br>20 km   |
| Split Ratio                               | Up to 32  | Up to 32  | Up to 32   | Up to 64 (realistic)   | 1:16 up to 32  |
| Wavelength<br>Band                        | Single fibre:<br>Downstream 1490-1580 nm<br>Upstream 1260-1380 nm<br>Dual fibre:<br>1260-1360 nm  | Downstream 1490-1500 nm<br>(basic band)<br>Enhancement Band:<br>1530-1565 nm<br>1550-1560 nm<br>Upstream 1260-1380 nm | Single fibre:<br>Downstream<br>1490-1580 nm<br>Upstream<br>1280-1360 nm<br>Dual fibre:<br>1260-1360 nm                 | Single fibre:<br>Downstream<br>1480-1580 nm<br>Upstream<br>1260-1360 nm<br>Dual fibre:<br>Down/Up stream<br>1260-1360 nm             | 1000Base-PX10<br>Upstream<br>1300nm<br>Downstream<br>1490nm<br>1000BASE-PX20<br>Upstream 1300nm<br>Downstream 1490nm |
| Data Rates                                | Symmetric:<br>155.52/622.08 Mbps<br>Asymmetric:<br>Downstream 622.08 Mbps<br>Upstream 155.52 Mbps | Symmetric:<br>155.52/622.08 Mbps<br>Asymmetric:<br>Downstream 622.08 Mbps<br>Upstream 155.52 Mbps                     | Symmetric:<br>155.52/622.08 Mbps<br>Asymmetric:<br>Downstream<br>622.08/1244.16 Mbps<br>Upstream<br>155.52/622.08 Mbps | Symmetric:<br>1244.16/2488.32 Mbps<br>Asymmetric:<br>Downstream<br>1224.16/2488.32 Mbps<br>Upstream<br>155.52/622.08/1244.16<br>Mbps | Symmetric:<br>1.25 Mbps  |

Tabel 2.1 Perbandingan APON, BPON, EPON, dan GPON

[www.optiviel.com]

## 2.4 Perangkat FTTH

FTTH memiliki perangkat utama sebagai berikut:

### 2.4.1 Optical Line Terminal (OLT)

OLT adalah perangkat yang berfungsi sebagai titik akhir dari provider layanan PON. OLT memiliki 2 fungsi utama: 1. Untuk mengkonversi antara sinyal listrik yang digunakan oleh peralatan provider dengan sinyal fiber optik yang digunakan oleh jaringan PON. 2. Untuk proses multiplexing dengan perangkat pada ujung jaringan.

OLT mencakup beberapa fitur berikut:

- Fitur pemroses frame *downstream*, yaitu untuk menerima dan dan memproses sebuah sel ATM untuk menghasilkan frame downstream, dan mengubah data paralel dari frame downstream menjadi data serial tersebut.
- Fitur WDM, yaitu untuk melakukan konversi elektrik/optik dari data serial frame downstream dan melakukan WDM tersebut.
- Fitur pemroses frame upstream, yaitu untuk mengekstraksi data dari proses WDM, mencari *overhead field*, menggambarkan batas slot, dan membagi slot secara terpisah.
- Fitur kontrol, yaitu untuk mengendalikan antara frame *downstream* dengan frame *upstream* dengan menggunakan sinyal waktu.

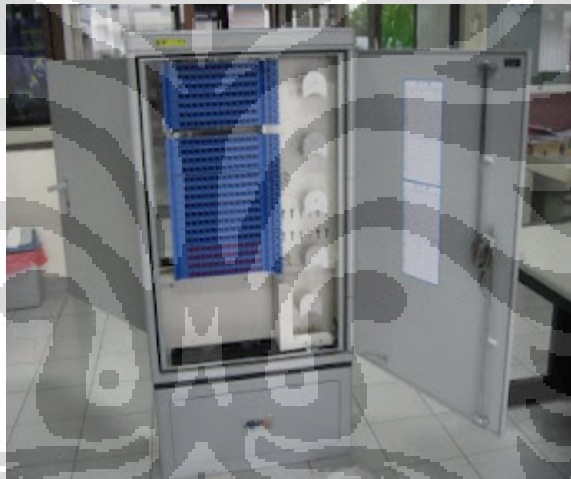


Gambar 2.9 Optical Line Terminal

[Nugroho, Adi. (2009). Teknologi GPON Sebagai Triple Play Services.]

### 2.4.2 Optical Distribution Network (ODN)

ODN adalah jaringan optik antara perangkat OLT sampai perangkat ONU. ODN menyediakan sarana transmisi optik dari OLT terhadap pengguna dan sebaliknya. Transmisi ini menggunakan komponen optik pasif. Adapun ODN dapat terbagi menjadi 2 bagian, yaitu Optical Distribution Cabinet (ODC) dan Optical Distribution Point (ODP). Dari OLT keluarannya feeder cable menuju ODC. Optical Distribution Cabinet (ODC) adalah suatu ruang yang berbentuk kotak atau kubah (*dome*) yang terbuat dari material khusus yang berfungsi sebagai tempat instalasi sambungan jaringan optik *single-mode*, yang dapat berisi *connector*, *splicing*, maupun *splitter* dan dilengkapi ruang manajemen *fiber* dengan kapasitas tertentu pada jaringan akses optik pasif (PON), untuk hubungan telekomunikasi.

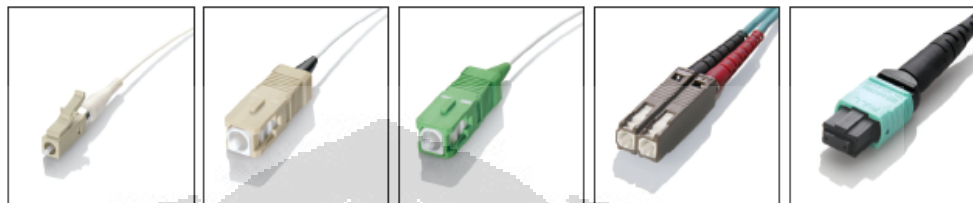


Gambar 2.10 Optical Distribution Cabinet

Komponen komponen yang ada dalam ODC adalah sebagai berikut:

- *Cable Tray*, suatu kompartemen yang digunakan untuk mengamankan, mengorganisasi, dan melindungi serat optik, *patch-cord*, *pigtail*; dan digunakan dalam konteks manajemen kabel/fiber
- *Connector*, merupakan salah satu perlengkapan kabel fiber optik yang berfungsi sebagai penghubung kabel FO. Dalam operasinya konektor mengelilingi fiber kecil sehingga cahayanya terbawa secara bersama-sama tepat pada inti dan segaris dengan sumber cahaya (fiber lain). Pada fiber optik terdapat beberapa jenis konektor seperti SC, ST, FC, LC dengan

SPC, APC, dll. Penggunaan konektor pada fiber optik tentu saja membuat attenuation (pelemahan) pada sinyal optik yang sedang ditransmisikan. Anggaplah connector loss 0.75 – 1 dB. Spesifikasi parameter connector yang utama sesuai dengan rekomendasi ITU-T G671 ialah insertion loss, back reflection, dan return loss



Gambar 2.11 Macam-Macam Connector

- *Parking-lot*, suatu tempat terminasi sementara konektor yang belum disambungkan
- *Patch-cord*, utas penyambung; kabel interkoneksi; biasanya dengan konektor yang sudah terpasang di kedua ujungnya, digunakan untuk menghubungkan dua perangkat
- *Pig-tail*, seutas serat optik yang pendek untuk menghubungkan dua komponen optis, dilengkapi satu konektor pada salah satu ujungnya
- *Slack storage*, suatu kompartemen yang digunakan untuk mengamankan, mengorganisasikan, dan melindungi kelebihan kabel/fiber
- *Splice Tray*, suatu kompartement untuk mengamankan, mengorganisasikan, dan melindungi sambungan fiber yang menggunakan teknik splicing
- *Splice*, merupakan peralatan yang digunakan untuk menyambungkan satu kabel fiber optik dengan yang lainnya secara permanen. Ada dua prinsip sambungan yaitu sambungan fusi dan sambungan mekanik. Sambungan fusi menggunakan pancaran listrik untuk mematri dua kabel fiber optik secara bersama-sama. Untuk sambungan mekanik, semuanya menggunakan elemen biasa. Dua teknik ini juga menghasilkan attenuasi yang berbeda. Fusion splicing akan menghasilkan 0.01 – 0.1 dB sedangkan mechanical splicing dapat menghasilkan 0.05 dB sampai 0.2 dB.

- *Splitter*, merupakan komponen pasif yang dapat memisahkan daya optik dari satu input fiber ke beberapa output fiber. Splitter pada PON dikatakan pasif karena tidak memerlukan sumber energi eksternal dan optimasi tidak dilakukan terhadap daya yang digunakan terhadap pelanggan yang jaraknya berbeda dari node splitter, sehingga sifatnya *idle* dan cara kerjanya membagi daya optik sama rata. Passive splitter tersedia dalam berbagai jenis kemasan, ukuran dan bentuk, tergantung dari teknologi yang digunakan. Jenis yang paling umum adalah planar waveguide dimana jalur cahaya diproduksi di dalam substrat silikon yang terintegrasi. Jenis-jenis *splitter* antara lain adalah : 1 : 2, 1 : 4, 1 : 8, 1 : 16, 1 : 32, 1:64, 1: 128. Splitter pasif memiliki redaman sesuai dengan jenisnya,yaitu:

| Splitter Type | Max Loss | Typical Loss | Uniformity | Return Loss | Directivity | PDL    |
|---------------|----------|--------------|------------|-------------|-------------|--------|
| 1 x 2         | 3.7 dB   | 3.1 dB       | 0.8 dB     | ≥55 dB      | ≥55 dB      | 0.3 dB |
| 1 x 4         | 7.2 dB   | 6.6 dB       | 0.8 dB     | ≥55 dB      | ≥55 dB      | 0.3 dB |
| 1 x 8         | 10.3 dB  | 9.7 dB       | 1.0 dB     | ≥55 dB      | ≥55 dB      | 0.3 dB |
| 1 x 16        | 13.5 dB  | 12.8 dB      | 1.0 dB     | ≥55 dB      | ≥55 dB      | 0.3 dB |
| 1 x 32        | 16.7 dB  | 16.0 dB      | 1.3 dB     | ≥55 dB      | ≥55 dB      | 0.4 dB |
| 1 x 64        | 20.4 dB  | 19.7 dB      | 2.0 dB     | ≥55 dB      | ≥55 dB      | 0.4 dB |
| 2 x 16        | 14.1 dB  | 12.9 dB      | 2.0 dB     | ≥55 dB      | ≥55 dB      | 0.4 dB |
| 2 x 32        | 17.4 dB  | 16.2 dB      | 2.0 dB     | ≥55 dB      | ≥55 dB      | 0.4 dB |

Tabel 2.2 Redaman Jenis-Jenis Passive Splitter

Dari ODC keluarannya distribution cable menuju ODP lalu drop cable akan terhubung ke masing-masing ONU. Kotak ODP merupakan komponen infrastruktur yang didesain untuk jaringan GPON dengan topologi FTTH dan FTTB. Ini berfungsi untuk menghubungkan jaringan distribusi ke pelanggan dan ODP dapat diletakkan di indoor maupun outdoor.



Gambar 2.12 Optical Distribution Point

Attenuator biasanya ditambahkan untuk meredam sinyal optik jika receiver sensitivity berada pada range yang lebih rendah lagi. Dengan attenuator diharapkan ONT receiver tidak rusak. Terutama untuk ONT yang berjarak dekat dari OLT dan jumlah splitter masih menggunakan dua split way sehingga loss pada ODN masih kecil sekali. Attenuator biasanya terdiri dari 5 dB dan 10 dB. Adapter akan diperlukan untuk menghubungkan konektor dan attenuator.

### 2.4.3 Optical Network Unit (ONU)

ONU menyediakan interface antara jaringan optik dengan pelanggan. Sinyal optik yang ditransmisikan melalui ODN diubah oleh ONU menjadi sinyal elektrik yang diperlukan untuk service pelanggan. Pada arsitektur FTTH, ONU diletakkan di sisi pelanggan. ONU dihubungkan dengan suatu *Adaption Unit* (AU) yang menyediakan fungsi penyesuai antara ONU dan sisi pelanggan. ONU berfungsi untuk: interfacing dengan ODN (E/O Converter/OLTE), multiplexing/demultiplexing, dan interfacing dengan terminal pelanggan.



Gambar 2.13 Optical Network Unit

## 2.5 Link Budget Power

Link budget merupakan perhitungan keadaan sebenarnya yang harus dilakukan dalam beberapa masukan untuk sistem parameter yang akan digunakan dalam aplikasi FTTH. Beberapa pertimbangan yang diperlukan dalam perhitungan ini antaranya besaran sinyal optik dan noise. Faktor ini sangat penting untuk

dihitung agar jaringan fiber optik benar-benar telah sesuai dengan spesifikasi standar seperti yang direkomendasikan dari ITU dan IEEE.

Kinerja jaringan fiber optik ditentukan oleh parameter transmisi jaringan seperti: daya sinyal yang diterima ( $P_r$ ), kualitas transmisi ( $S/N$ ) dan bit error rate (BER).

### 2.5.1 Daya sinyal yang diterima ( $P_r$ )

Perhitungan daya sinyal yang diterima di penerima dapat ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$P_r = P_t - L_{c_{total}} - L_{s_{total}} - L_{f_{total}} - M \quad (2.1)$$

Dimana,

$P_r$  = daya sinyal yang diterima (dBm)

$P_t$  = daya optik yang dipancarkan dari sumber cahaya (dBm)

$L_{c_{total}}$  = loss pada konektor (dB) =  $N_c \times L_c$

$L_{s_{total}}$  = loss pada splice (dB) =  $N_s \times L_s$

$L_{f_{total}}$  = loss pada fiber optik (dB) =  $L \times \alpha$  dengan  $L$  (panjang saluran dalam km) dan  $\alpha$  (redaman fiber dalam dB/km)

$M$  = loss margin sistem yang biasanya besarnya 6 dB.

### 2.5.2 Signal to Noise Ratio ( $S/N$ )

Dalam menentukan kualitas transmisi digunakan parameter *signal to noise ratio* ( $S/N$ ) atau *Bit Error Rate* (BER).  $S/N$  merupakan perbandingan antara daya sinyal terhadap daya noise pada satu titik yang sama, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Signal to Noise Ratio} \left( \frac{S}{N} \right) = \frac{\text{Signal Power}}{\text{Shot noise power} + \text{amplifier noise power}} \quad (2.2)$$

Perhitungan daya sinyal (signal power) dan daya noise (noise power) adalah sebagai berikut:

#### a. Daya Sinyal (*Signal power*)

Daya sinyal merupakan kuat daya sinyal yang diterima pada receiver. Besar daya sinyal di penerima ditunjukkan dengan persamaan berikut (Freeman, 1998):

$$\text{Signal Power} = 2 \left( P_{opt} \left( \frac{nq}{hv} \right) \right)^2 M^2 \quad (2.3)$$

Dimana,

$P_{opt}$  = daya sinyal yang diterima detector (W)

$(\eta q)/(h\nu)=R$  = responsivitas (A/W)

$\eta$  = efisiensi quantum (%)

$h$  = konstanta Plank ( $6,626 \cdot 10^{-34}$  Js)

$h\nu$  = energi photon (kWh)

$q = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C

$M$  = tambahan daya sinyal pada detector cahaya (apabila yang digunakan adalah APD).

### b. Derau (*noise*)

Derau adalah sinya-sinyal yang tidak diinginkan yang selalu ada dalam suatu sistem transmisi. Level noise yang cukup besar akan terasa mengganggu pada sisi penerima. Sumbangan daya noise di detector cahaya (*receiver*) pada system komunikasi serat optic ada 3 macam yaitu: *thermal noise*, *noise dark current* dan *shot noise*.

#### 1) Arus gelap (*dark current*)

Arus gelap yaitu arus balik (*reverse current*) kecil yang mengalir melalui persikap balik (*reverse bias diode*). Arus gelap ini terjadi pada setiap diode yang dikenal dengan arus bocor balik (*reverse leakage current*). Sumbangan arus gelap terhadap daya noise dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Noise dark current} = 2 qi_D B \quad (2.4)$$

Dimana,

$Q$  = muatan elektron ( $1,6 \times 10^{-19}$  C)

$i_D$  = arus gelap (A)

$B$  = bandwidth detektor cahaya (Hz)

#### 2) Derau termal (*Thermal Noise*)

Derau termal adalah arus yang berasal dari struktur gerak acak elektron bebas pada komponen-komponen elektronik. Biasanya level noise ini sebanding dengan temperatur pada sistem komunikasi serat optik. Besar daya noise terminal dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Thermal Noise} = \frac{4kT_{eff}B}{R_1} \quad (2.5)$$



Dimana,

$k$  = konstanta Boltzman ( $1,38 \times 10^{-23}$  Joule/ $^{\circ}$ K)

$B$  = bandwidth (Hz)

$T_{\text{eff}}$  = effective noise temperatur ( $^{\circ}$ K)

$R_1$  = equivalent resistance ( $\Omega$ )

### 3) Derau tembakan/tumbukan (*Shot Noise*)

Derau tembakan terjadi karena adanya ketidaklinearan pada sistem. Sumbangan shot noise pada total noise sistem komunikasi serat optik dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Shot Noise} = 2q \left( 2P_{\text{opt}} \frac{\eta q}{h\nu} \right) BM^2 F(M) \quad (2.6)$$

Dimana,

$P_{\text{opt}}$  = daya sinyal yang diterima di detektor (W)

$(\eta q)/(h\nu) = R$  = responsivitas (A/W)

$M$  = tambahan daya sinyal pada detektor cahaya (apabila yang digunakan adalah APD)

$F(M)$  = noise figure, menunjukkan kabaikan penguat dalam memproses sinyal. Pada sistem komunikasi serat optik,  $F(M) = M^{\times}$  dimana  $\times$  adalah exces faktor dari gain ( $0 < \times < 1$ )

Jadi, Total Noise = Noise dark current + thermal noise + shot noise

### 2.5.3 Bit Error Rate (BER)

Merupakan laju kesalahan bit yang terjadi dalam mentransmisikan sinyal digital. Dimana *BER* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$(S/N)_{\text{pk/rms}} = 20 \text{ Log } 2Q \quad (2.7)$$

Sehingga diperoleh nilai pendekatan:

$$BER = Pe(Q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{e^{-\frac{Q^2}{2}}}{Q} \quad (2.8)$$

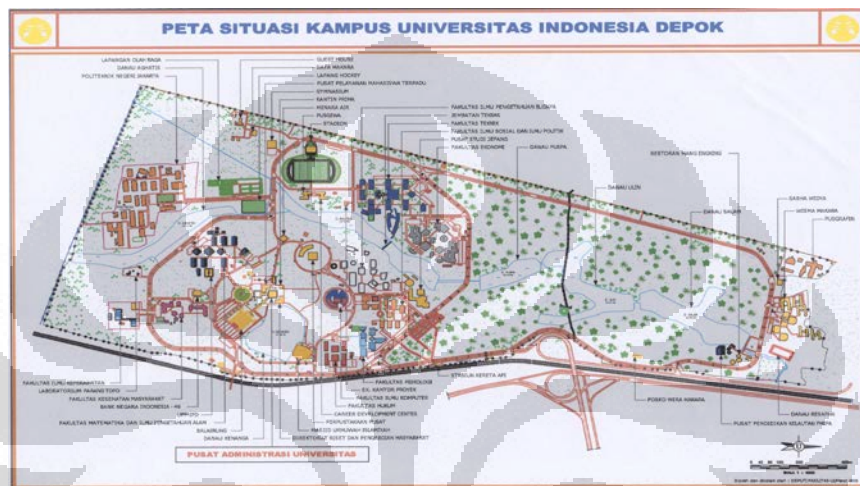
Dimana,  $Q$  = *Quantum noise* dan  $Pe$  = *Probability Error*

Makin tinggi  $S/N$ , makin baik mutu komunikasinya. Oleh karena itu, ada suatu batasan minimum dari  $S/N$  dalam hubungan telekomunikasi untuk dapat memuaskan konsumen pemakai jasa telekomunikasi. Standar  $S/N$  untuk Sistem Komunikasi Serat Optik adalah 21,5 dB ( $BER = 10^{-19}$ ).

## BAB 3

### DATA JARINGAN UNIVERSITAS INDONESIA

Universitas Indonesia memiliki 10 fakultas yang memiliki arsitektur dan kebutuhan data service yang berbeda. Sehingga diperlukan sebuah survey demand,pendataan,dan verifikasi dalam rangka menghitung kapasitas dan jenis layanan telekomunikasi yang dibutuhkan. dilanjutkan.



Gambar 3.1 Denah Universitas Indonesia

#### 3.1 Fakultas Psikologi

Fakultas Psikologi Universitas Indonesia memiliki enam bagian yang merupakan perwujudan cabang-cabang psikologi, yaitu Bagian Psikologi Perkembangan, Psikologi Pendidikan, Psikologi Umum & Eksperimental, Psikologi Industri & Organisasi, Psikologi Klinis, serta Psikologi Sosial.



Gambar 3.2 Denah Fakultas Psikologi

Fakultas Psikologi memiliki 5 gedung utama, yaitu: gedung A, B, C, D, dan H. Pada gedung A terdapat 2 hotspot access point, 42 endpoint internet, dan 31 line telepon. Di lantai dasar berada di ruang: akademik, manajer Pendidikan, kaprog Kelas Internasional, manajer mahalum, UPMA dan humas. Sedangkan di lantai 2 berada di ruang: dekan, wadek akademik, wadek non akademik, sekdek, manajer SDM, manajer dan staff keuangan, manajer dan staff fasilitas, serta staff umum.

Pada gedung B terdapat 2 hotspot access point, 65 endpoint internet, 21 line telepon, dan 2 buah TV. Di lantai dasar berada di ruang: staff guru besar, kabag/sekbag, staff, dan administrasi. Di lantai 2 berada di ruang: kantor LPSP3, BKM, dan BP2Psi. Sedangkan di lantai 3 berada di lab komputer dan lab MOW.

Pada gedung C terdapat 3 hotspot access point, 71 endpoint internet, dan 16 line telepon. Di lantai dasar berada di ruang: guru besar, sekretariat, staff, dan administrasi. Sedangkan di lantai 2, 3, dan 4 berada di ruang: kepala, sekretaris, staff dosen, administrasi, dan staff.

Pada gedung D terdapat 2 hotspot access point, 12 endpoint internet, dan 4 line telepon; yang berada di ruang perpustakaan dan ruang kelas. Sementara itu, pada gedung H terdapat 4 hotspot access point, 8 endpoint internet, dan 9 line telepon; yang berada di ruang administrasi pascasarjana, ruang guru besar, dan sekretariat SAF.

### **3.2 Fakultas Ilmu Sosial Ilmu Politik**

Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik yang didirikan sejak tahun 1968, merupakan salah satu fakultas dengan jumlah program studi dan mahasiswa terbanyak yang terdapat di Universitas Indonesia. Dikatakan demikian karena sejak berdiri sampai dengan tahun 2005, FISIP UI berkembang dengan pesat sehingga memiliki 35 program studi dengan 52 program kekhususan, dengan jumlah mahasiswa sebanyak 6.390 orang (semester genap 2008) yang tergabung dalam 8 departemen, yaitu: (1) Departemen Ilmu Komunikasi; (2) Departemen Ilmu Politik; (3) Departemen Ilmu Administrasi; (4) Departemen Kriminologi; (5) Departemen Sosiologi; (6) Departemen Ilmu Kesejahteraan Sosial; (7) Departemen Antropologi; dan (8) Departemen Ilmu Hubungan Internasional.



Gambar 3.3 Denah Fakultas Ilmu Sosial Ilmu Politik

FISIP memiliki 13 gedung utama, yaitu: gedung A, B, C, D, E, F, G, H, M, Komunikasi, Koentjaraningrat, Nusantara I, dan Nusantara II. Pada gedung A terdapat 2 hotspot access point, 18 endpoint internet, 18 line telepon, dan 2 buah TV; yang berada di lantai dasar (ruang administrasi, ruang humas, ruang staff keuangan) dan lantai 2 (ruang dekan, ruang sekdek/wadek, ruang manajer IT, ventura). Pada gedung B terdapat 3 hotspot access point, 31 endpoint internet, 11 line telepon, dan 3 buah TV. Di lantai dasar berada di ruang manajer mahalum dan beberapa ruang staff. sedangkan pada lantai 2 terdapat 3 departemen, yaitu departemen Sosiologi, Antropologi, dan Politik.

Pada gedung C terdapat 4 hotspot access point, 24 endpoint internet, 7 line telepon, dan sebuah TV; yang berada di bagian D3,SSMC dan kantor lembaga. Pada gedung D/MBRC terdapat 3 hotspot access point, 30 endpoint internet, 2 line telepon, dan 2 buah TV; yang berpusat di bagian perpustakaan lantai dasar. Pada gedung E terdapat 6 hotspot accesspoint, 2 line telepon, dan 3 buah TV; yang terdapat di ruang teknisi dan mengcover area ruangan kelas.

Pada gedung F terdapat 3 hotspot acces point, 5 endpoint internet, 3 linetelepon, dan sebuah TV; yang berada di ruang tata usaha, auditorium dan studio. Pada gedung G yang merupakan gedung kuliah (sama halnya dengan gedung E) terdapat 8 hotspot access point, 2 line telepon, dan 2 buah TV.

Pada gedung H terdapat 11 hotspot access point, 25 endpoint internet, 3 line telepon,dan sebuah TV; yang berada di ruang kelas, lab bahasa, lab komputer, dan ruang jurusan. Pada gedung M yang merupakan gedung kuliah terdapat 4

hotspot access point, 10 endpoint internet, 3 line telepon, dan sebuah TV. Pada gedung Komunikasi terdapat 3 hotspot access point, 8 endpoint internet, 4 line telepon, dan sebuah TV; yang berada di kantor-kantor lantai 2.

Pada gedung Koentjaraningrat terdapat 3 hotspot access point, 10 endpoint internet, dan sebuah TV; yang berada di lab dosen lantai 2. Pada gedung Nusantara I&II terdapat 6 hotspot access point, 22 endpoint internet, 8 buah telepon, dan 7 line telepon; yang berada di departemen Kriminologi, HI, dan Kesejahteraan Sosial.

### **3.3 Fakultas Ilmu Budaya**

Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya termasuk dalam fakultas rumpun Ilmu Sosial dan Humaniora Universitas Indonesia, terdiri dari Program Studi Arab, Program Studi Belanda, Program Studi Cina, Program Studi Sastra Daerah (Jawa), Program Studi Indonesia, Program Studi Inggris, Program Studi Jepang, Program Studi Jerman, Program Studi Prancis, Program Studi Rusia, Program Studi Sejarah, Program Studi Ilmu Perpustakaan dan Informasi, Program Studi Filsafat, Program Studi Arkeologi, dan Program Studi Bahasa dan Kebudayaan Korea. Adapun departemen-departemen yang ada di FIB adalah sebagai berikut:

- Departemen Arkeologi
- Departemen Filsafat
- Departemen Kewilayahan
- Departemen Linguistik
- Departemen Susastra
- Departemen Sejarah
- Departemen Perpustakaan



Gambar 3.4 Denah Fakultas Ilmu Budaya

FIB memiliki 9 gedung utama, yaitu gedung I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, dan IX. Pada gedung I terdapat 2 endpoint internet dan sebuah line telepon yang berada di auditorium. Pada gedung II terdapat 2 hotspot access point, 87 endpoint internet, 38 line telepon, dan 4 buah TV. Di lantai dasar berada di ruang: dewan guru besar, unit pelayanan akademik, mahalum, kearsipan, unit umum & fasilitas. Di lantai 2 berada di ruang: humas, unit perlengkapan, unit rumah tangga, unit kerjasama, unit kesekretariatan, lab bahasa, unit IT, dan sekretariat ILUNI. Di lantai 3 berada di ruang: UPMA, unit desain & grafis, unit kepegawaian, unit keuangan, unit penelitian, unit pengembangan akademik, dan SAF. Sedangkan di lantai 4 berada di ruang: dekan, wadek, sekdek, SF, dan manajer.

Pada gedung III terdapat 2 hotspot access point, 121 endpoint internet, 26 buah telepon, dan 5 line telepon. di lantai dasar berada di ruang: departemen Kesustraan, departemen Kewilayahan, departemen Linguistik, prodi Indonesia, prodi Inggris, prodi Jawa, prodi Rusia, dan sekretariat bersama. Di lantai 2 berada di ruang: departemen Filsafat, prodi Arab, prodi Belanda, prodi Cina, prodi Jepang, prodi Jerman, prod Korea, prodi Perancis, dan dosen inti. Di lantai 3 berada di ruang departemen Arkeologi, Perpustakaan, dan Sejarah. Sedangkan pada gedung IV hanya terdapat sebuah hotspot access point dan 3 line telepon di ruang serbaguna dan koperasi pegawai.

Pada gedung V terdapat sebuah hotspot access point, 73 endpoint internet, 5 line telepon dan 14 buah TV; yang seluruhnya berada di ruang lab bahasa dan arkeologi. Pada gedung VI hanya terdapat 25 endpoint internet dan sebuah line

telepon yang berada di ruang kelas. Pada gedung VII terdapat 3 endpoint internet dan 5 line telepon di UPT perpustakaan.

Pada gedung VIII terdapat 2 hotspot access poin, 167 endpoint internet, dan 8 line telepon; yang berada di beberapa ruang lab, ruang SDL, Faskomas, pusat studi Cina, dan PPKB. Pada gedung IX terdapat sebuah hotspot access poin, 5 endpoint internet, dan 7 line telepon; yang berada di sekretariat PDPT, ruang BEM, ruang DPM, dan sekretariat himpunan.

### 3.4 Fakultas Hukum

Fakultas Hukum UI memiliki 8 bidang studi, yaitu Hukum Kemasyarakatan, Hukum Administrasi Negara, Hukum Tata Negara, Hukum Perdata, Hukum Pidana, Hukum Internasional, Dasar-Dasar Ilmu Hukum, dan Kenotariatan (magister). FH juga memiliki 6 gedung utama, yaitu gedung A, B, C, D, E, dan F.



Gambar 3.5 Denah Fakultas Hukum

Pada gedung A terdapat 3 hotspot access point, 45 endpoint internet, 26 line telepon, dan sebuah TV. Di lantai dasar berada di ruang: staff senat akademik, SF, ketua dewan guru besar, dan fasilitas. Di lantai 2 berada di ruang: dekan, sekdek, keuangan, manajer pendidikan dan penelitian, manajer umum, wadek, administrasi, mahalum, dan koordinator program reguler. Pada gedung B terdapat 14 endpoint internet dan 4 line telepon yang berada di ruang server dan ruang baca (internet).

Pada gedung C terdapat sebuah hotspot access point, 48 endpoint internet, 19 endpoint internet, dan 2 buah TV. Di lantai dasar berada di ruang: LKHI, teknisi dan multimedia. Di lantai 2 berada di ruang: bidang studi Hukum Perdata, bidang studi Dasar-Dasar Ilmu Hukum, bidang studi Hukum Internasional, dan bidang studi Hukum Pidana.

Pada gedung D terdapat sebuah hotspot access point, 47 endpoint internet, 27 line telepon, dan 2 buah TV. Di lantai dasar berada di ruang: ketua, server, LKBH, teknisi, dan puskom. Di lantai 2 berada di ruang: bidang studi Hukum Administrasi Negara, bidang studi Hukum Tata Negara, dan bidang studi Hukum Kemasyarakatan.

Pada gedung E terdapat sebuah hotspot access point, 15 endpoint internet, 8 line telepon, dan 2 buah TV. Seluruhnya terletak pada lantai dasar yang berada di ruang staff dan program magister Kenotariatan. Pada gedung F terdapat 20 endpoint internet, 13 line telepon, dan sebuah TV. Di lantai 1 berada di ruang student center, LK7, dan staff. Sedangkan di lantai 3 berada di ruang staff.

### **3.5 Fakultas Ilmu Keperawatan**

FIK-UI mempunyai 4 (empat) bagian yang terdiri dari : 1) Bagian Dasar Keperawatan & Keperawatan Dasar; 2) Keperawatan Medikal Bedah, 3) Keperawatan Maternitas dan Anak dan 4) Keperawatan Jiwa & Maternitas. Namun sejalan dengan perkembangan yang terjadi khususnya terkait dengan UI sebagai BHMN, maka pada tahun 2004 FIK-UI mengembangkan bagian menjadi kelompok keilmuan keperawatan yang terdiri atas 6 (enam) kelompok keilmuan yaitu:

1. Kelompok Keilmuan Dasar Keperawatan & Keperawatan Dasar,
2. Kelompok Keilmuan Keperawatan Medikal Bedah,
3. Kelompok Keilmuan Keperawatan Maternitas,
4. Kelompok Keilmuan Keperawatan Anak,
5. Kelompok Keilmuan Keperawatan Jiwa, dan
6. Kelompok Keilmuan Keperawatan Komunitas





Gambar 3.6 Denah Fakultas Ilmu Keperawatan

FIK memiliki 2 gedung utama, yaitu gedung A dan B. Pada gedung A terdapat 4 hotspot access point, 50 endpoint internet, 12 line telepon, dan sebuah TV. Di lantai dasar berada di ruang: humas, KPS, sekretaris, rapat, staff, dan laboratorium; ditambah dengan ruang teknisi di lantai 2.

Pada gedung B terdapat 6 hotspot access point, 56 endpoint internet, 28 line telepon, dan 2 buah TV. Di lantai 1 berada di ruang: manajer pendidikan, kemahasiswaan, mahalum, perpustakaan, rental komputer, dan staff umum. Sedangkan di lantai 2 & 3 berada di ruang dekan dan dosen.

### 3.6 Fakultas Kesehatan Masyarakat

FKM UI telah berkembang menjadi penyedia jasa pendidikan kesehatan masyarakat melalui Program Sarjana, Magister, Doktor serta memiliki 10 pusat kajian. Saat ini FKM memiliki 7 departemen dan 2 kelompok studi.



Gambar 3.7 Denah Fakultas Kesehatan Masyarakat

FKM memiliki 6 gedung utama, yaitu: gedung A, B, C, D, F, dan G. Pada gedung A terdapat 6 hotspot access point, 104 endpoint internet, 9 line telepon, dan 4 buah TV. Di lantai dasar berada di ruang: mahalum, akademik, unit perlengkapan, rapat, dan epidemiologi. Di lantai 2 berada di ruang: teknisi, rapat, dosen, dan biostatistik. Sedangkan di lantai 3 berada di ruang lab komputer.

Pada gedung B terdapat 3 hotspot access point, 13 endpoint internet, 6 line telepon, dan 4 buah TV. Di lantai dasar berada di ruang: unit kerja, SDM, dan bagian keuangan. Sementara itu, di lantai 2 berada di ruang: dekan, wadek I & II, sekdek, humas, dan TU. Pada gedung C terdapat 2 hotspot access point, 46 endpoint internet, 2 line telepon, dan 2 buah TV; yang berada di departemen K3 (lantai dasar), departemen KL (lantai 2), dan lab KL (lantai 3).

Pada gedung D terdapat 22 endpoint internet yang berada di lab gizi (lantai 2) dan lab bahasa (lantai 3). Pada gedung F terdapat 2 hotspot access point, 15 endpoint internet, sebuah line telepon dan TV; yang berada di unit pengendalian mutu, ruangan dosen, dan perpustakaan (lantai 3). Pada gedung G terdapat 9 hotspot access point, 31 endpoint internet, 4 line telepon, dan sebuah TV. Di lantai dasar berada di ruang: guru besar, kantor, dan bagian rumah tangga. Di lantai 2 & 3 berada di ruang: rapat, health research, dan perpustakaan.

### **3.7 Fakultas Matematika dan IPA**

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam membekali mahasiswa dengan 6 program pendidikan yaitu Matematika, Biologi, Kimia, Fisika, Geografi dan Farmasi (yang kemudian akan menjadi fakultas tersendiri). Fakultas MIPA yang merupakan salah satu fakultas di UI yang masuk ke dalam rumpun science dahulunya bernama FIPIA dan berdiri pada tanggal 21 Desember 1982.



Gambar 3.8 Denah Fakultas Matematika IPA

FMIPA memiliki 10 gedung utama, yaitu: gedung A, B, C, Dekanat, Matematika, Geografi, Farmasi, Fisika, Biologi, dan Kimia. Pada gedung A terdapat 10 hotspot access point, 24 endpoint internet, dan 5 line telepon. Di lantai dasar berada di ruang: manajer ventura, biodiversitas, PSBK, dan puskom. Sedangkan di lantai 2 berada di ruang komputer, server, dan koordinator IT. Pada gedung B & C terdapat 4 dan 3 hotspot access point yang berada di tiap lantai gedung.

Pada gedung Dekanat terdapat 4 hotspot access point, 29 endpoint internet, 28 line telepon, dan 2 buah TV. Di lantai dasar berada di ruang: akademik, manajer pendidikan, bagian umum, dan kemahasiswaan. Di lantai 2 berada di ruang: dekan, sekdek, wadek, dan sekretaris fakultas. Sedangkan di lantai 3 berada di ruang: humas, manajer fasilitas, bagian keuangan, dan kepegawaian.

Pada gedung Matematika terdapat 4 hotspot access point, 32 endpoint internet, dan 18 line telepon. Di lantai 1 berada di ruang statistik dan komputer. Di lantai 2 berada di ruang: dosen, sekretariat, kajur, dan guru besar. Pada gedung Kimia terdapat 3 hotspot access point, 22 endpoint internet, dan 15 line telepon; yang sebagian besar berada di lantai 2 (ruang pimpinan departemen, D3 Kimia terapan, TU, keuangan, dan dosen).

Pada gedung Geografi terdapat 5 hotspot access point, 45 endpoint internet, dan 11 line telepon. Di lantai dasar berada di ruang PPGT dan infotek. Di lantai 2 berada di ruang: kajur, sekjur, dosen, TU, kemahasiswaan, dan administrasi. Sedangkan di lantai 3 & 4 berada di ruang laboratorium dan studio. Pada gedung

Farmasi terdapat 5 hotspot access point, 28 endpoint internet, dan 29 line telepon. Di lantai dasar berada di ruang: guru besar, program S2, internet, koordinator pendidikan, kajur, sekjur, bendahara, dan administrasi umum. Sedangkan yang lainnya berada di ruang dosen yang ada di lantai 2, 3, dan 4.

Pada gedung Fisika terdapat 3 hotspot access point, 53 endpoint internet, dan 45 line telepon. Di lantai dasar berada di ruang ruang ESR dan dosen. Di lantai 2 berada di ruang: mahalum, kaprog S1 ekstensi, sekretaris, bendahara, kaprog D3 Instrumentasi, sekjur, sekretariat, dan CISCO. di lantai 3 berada di ruang: dosen, mahasiswa, dan perpustakaan. sedangkan di lantai 4 berada di ruang: lab elektronika dan ruang dosen. Pada gedung Biologi terdapat 4 hotspot access point, 20 endpoint internet, dan 16 line telepon; yang berada di ruang dosen (lantai 1), ruang administrasi & pendidikan (lantai 2), serta di ruang kajur (lantai 3).

### **3.8 Fakultas Teknik**

FTUI sebagai salah satu fakultas terbesar dalam lingkungan Universitas Indonesia, terdiri dari 7 departemen dan 10 program studi sebagai kesatuan rencana belajar berdasarkan suatu kurikulum teknik:

- Departemen/Prodi Teknk Sipil
- Departemen/Prodi Teknik Mesin dan Prodi Teknik Perkapalan
- Departemen/Prodi Teknik Elektro
- Departemen/Prodi Arsitektur
- Departemen /Prodi Teknik Metalurgi dan Prodi Teknik Material
- Departemen/Prodi Teknik Kimia
- Departemen/Prodi Teknik Industri

Dan satu program studi tingkat pascasarjana yaitu Prodi Optoelektronika dan Aplikasi Laser.



Gambar 3.9 Denah Fakultas Teknik

Fakultas Teknik memiliki 12 gedung utama, yaitu: gedung K, S, GK, EC, Dekanat, dan 7 gedung departemen. Pada gedung K terdapat 5 hotspot access point dan 10 endpoint internet yang ada di warkom. Pada gedung S terdapat 12 hotspot access point yang tersebar pada masing-masing lantai. Pada gedung Engineering Center terdapat 3 hotspot access point, 68 endpoint internet, dan 7 line telepon; yang berada di Program Internasional (lantai dasar), data center (lantai 2), CDC (lantai 3), dan ruang mekator (lantai 4).

Pada gedung Dekanat terdapat 5 hotspot access point, 18 endpoint internet, 10 line telepon, dan sebuah TV; yang sebagian besar berada di lantai 2 (ruang dekan, sekretaris, manajer, dan mahalum). Pada gedung GK terdapat 67 endpoint internet dan 6 line telepon yang berada di ruang staff (lantai 1) dan beberapa lab komputer (lantai 2).

Pada gedung Teknik Elektro terdapat 7 hotspot access point, 95 endpoint internet, 8 line telepon, dan 2 buah TV. Di lantai dasar berada di ruang: sekretariat, kadep, dosen, lab konversi, dan lab STL. Di lantai 2 berada di ruang: dosen, CISCO, Netlab, SC, dan lab TTPL. Di lantai 3 berada di ruang: dosen, lab digital, dan lab elektronika. Sedangkan di lantai 4 berada di ruang staff, lab telekomunikasi, dan lab kendali.

Pada gedung Teknik Sipil terdapat 4 hotspot access point, 83 endpoint internet, 40 line telepon, dan sebuah TV. Di lantai dasar berada di ruang sekretariat dan lab struktur & material. Di lantai 2 berada di ruang dosen dan lab mekanika tanah. Di lantai 3 & 4 berada di lab hidrolika, lab penyehatan

lingkungan, dan lab transportasi & survey. Pada gedung Teknik Mesin terdapat 2 hotspot access point, 44 endpoint internet, 4 line telepon, dan 2 buah TV; yang berada di ruang dosen dan lab mekanika (lantai dasar), ruang dosen (lantai 2), lab refrijerasi (lantai 3), dan perpustakaan (lantai 4).

Pada gedung Teknik Kimia terdapat sebuah hotspot access point, 70 endpoint internet, 3 line telepon, dan sebuah TV. Di lantai dasar berada di ruang: dosen, lab RPKA, dan lab kontrol. Di lantai 2 berada di ruang dosen dan ruang baca. Sedangkan di lantai 3 & 4 berada di ruang: dosen, komputer, dan lab bioproses. Pada gedung Arsitektur terdapat 3 hotspot access point, 20 endpoint internet, 3 line telepon, dan sebuah TV; yang berada di TU & perpustakaan (lantai dasar) dan ruang dosen (lantai 2).

Pada gedung Teknik Metalurgi terdapat 5 hotspot access point, 61 endpoint internet, 4 line telepon, dan 2 buah TV. Di lantai dasar berada di ruang: kadep, sekdep, TU, teknisi, dan lab DT. Di lantai 2 berada di ruang dosen dan perpustakaan. Di lantai 3 & 4 berada di ruang dosen, lab NDT, dan lab metalografi. Pada gedung Teknik Industri terdapat 7 hotspot access point, 86 endpoint internet, 8 line telepon, dan 2 buah TV; yang berada di SC (lantai dasar), ruang dosen (lantai 2), lab sems (lantai 3), perpustakaan dan central komputer (lantai 4).

### **3.9 Fakultas Ekonomi**

Fakultas Ekonomi memiliki 3 program studi (departemen) meliputi Akuntansi, Manajemen, dan Ilmu Ekonomi. FEUI memiliki 9 gedung utama, yaitu: gedung A, B, Dekanat, Manajemen, Akuntansi, Ilmu Ekonomi, Student Center, Pascasarjana, dan RLC.

Pada gedung A terdapat 36 endpoint internet dan 20 line telepon. Di lantai dasar & 2 berada di ruang administrasi ekstensi dan dosen ekstensi. Pada gedung B terdapat 2 hotspot access point dan 10 endpoint internet yang berada di ruang komputer lantai 2.



Gambar 3.10 Denah Fakultas Ekonomi

Pada gedung Dekanat terdapat 2 hotspot access point, 57 endpoint internet, 37 line telepon, dan sebuah TV. Di lantai dasar berada di ruang: fastur, ventura, pendidikan, mahalum, dan HMC. Di lantai 2 berada di ruang: keuangan, SDM, dekan, wadek, dan operator. Sedangkan di lantai 3 berada di ruang guru besar dan arsip. Pada gedung SC terdapat 8 endpoint internet yang berada di lantai 2.

Pada gedung Manajemen terdapat 33 endpoint internet, 22 line telepon, dan sebuah TV. Di lantai dasar berada di ruang staff dan lab komputer. Sedangkan di lantai 2 berada di ruang: server, kadep, sekretaris, dosen, dan perpustakaan. Pada gedung Akuntansi terdapat 2 hotspot access point, 39 endpoint internet, 18 line telepon, dan sebuah TV. Di lantai dasar berada di ruang server, staff, dan lab komputer. Sedangkan di lantai 2 berada di ruang: kajur, sekretaris, dosen, dan sekretariat. Pada gedung Ilmu Ekonomi terdapat sebuah hotspot access point, 20 endpoint internet, 17 line telepon, dan sebuah TV; yang berada di ruang dosen (lantai 1), ruang kajur, administrasi, dan guru besar (lantai 2).

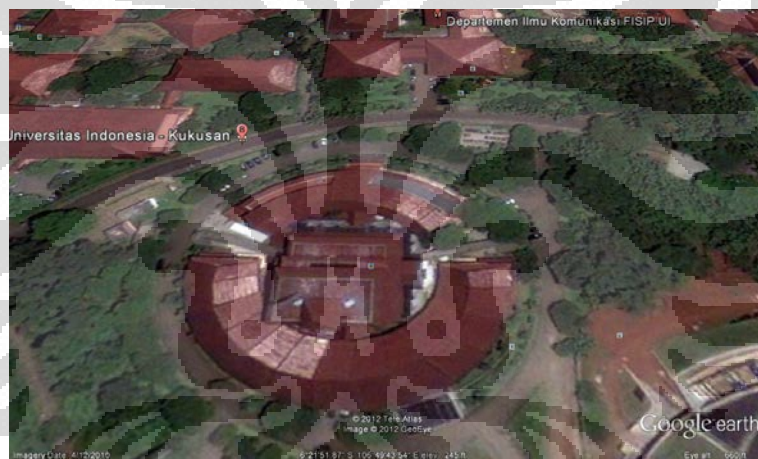
Pada gedung RLC terdapat 4 hotspot access point, 115 endpoint internet, 2 line telepon, dan sebuah TV; yang sebagian besar berada di dua ruangan English Lab lantai 3. Pada gedung Pascasarjana terdapat 12 hotspot access point, 56 endpoint internet, 28 line telepon, dan sebuah TV; yang berada di ruang dosen, guru besar, prodi, server, dan arsip.

### 3.10 Fakultas Ilmu Komputer

Fakultas Ilmu Komputer memiliki 3 gedung utama, yaitu gedung A, B, dan C. Pada gedung A terdapat 8 hotspot access point, 91 endpoint internet, 12 line telepon, dan sebuah TV. Di lantai dasar berada di ruang: teknisi, UPS, server inherent, data center, staff jaringan, staff SIAK, staff pengembangan, dan lab komputer. Sedangkan di lantai 2 berada di ruang dosen dan laboratorium.

Pada gedung B terdapat 12 hotspot access point, 100 endpoint internet, dan 16 line telepon; yang tersebar di perpustakaan (lantai 1), sekretariat (lantai 2), ruang staff (lantai 3), lab jaringan & koordinator IT (lantai 5), serta di lab komputer (lantai 6).

Pada gedung C terdapat 7 hotspot access point, 88 endpoint internet, dan 20 line telepon. Di lantai dasar berada di pusilkom, sedangkan di lantai 2 & 3 berada di ruang: dosen, lab IR, lab citra, dan lab DL2.



Gambar 3.11 Denah Fakultas Ilmu Komputer



## BAB 4

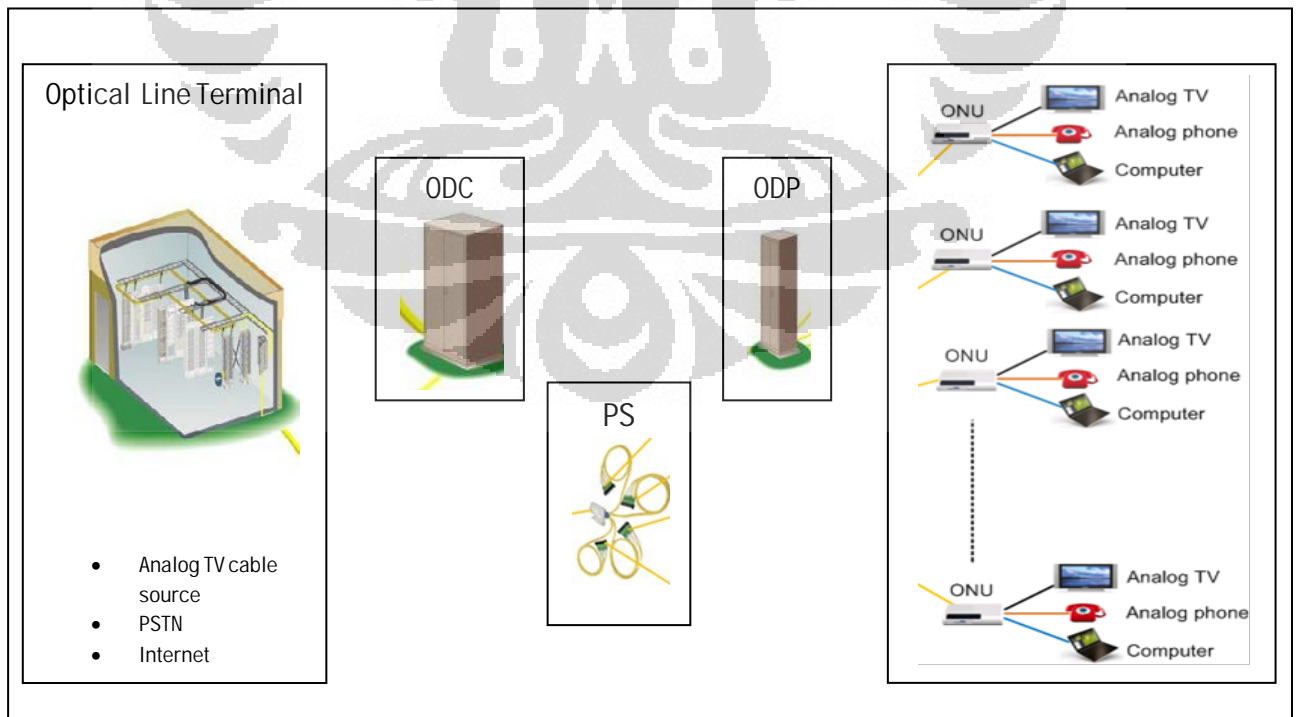
### PERENCANAAN DESAIN JARINGAN METRO FTTH

#### 4.1 Single Line FTTH

Dalam membuat desain FTTH, perlu diperhatikan beberapa parameter penting sebagai berikut:

- Jumlah pelanggan
- Persebaran pelanggan
- Dibangun sejak awal 100% atau bertahap
- Service yang akan dilewatkan
- Bandwidth per customer
- Teknik splitting yang sesuai

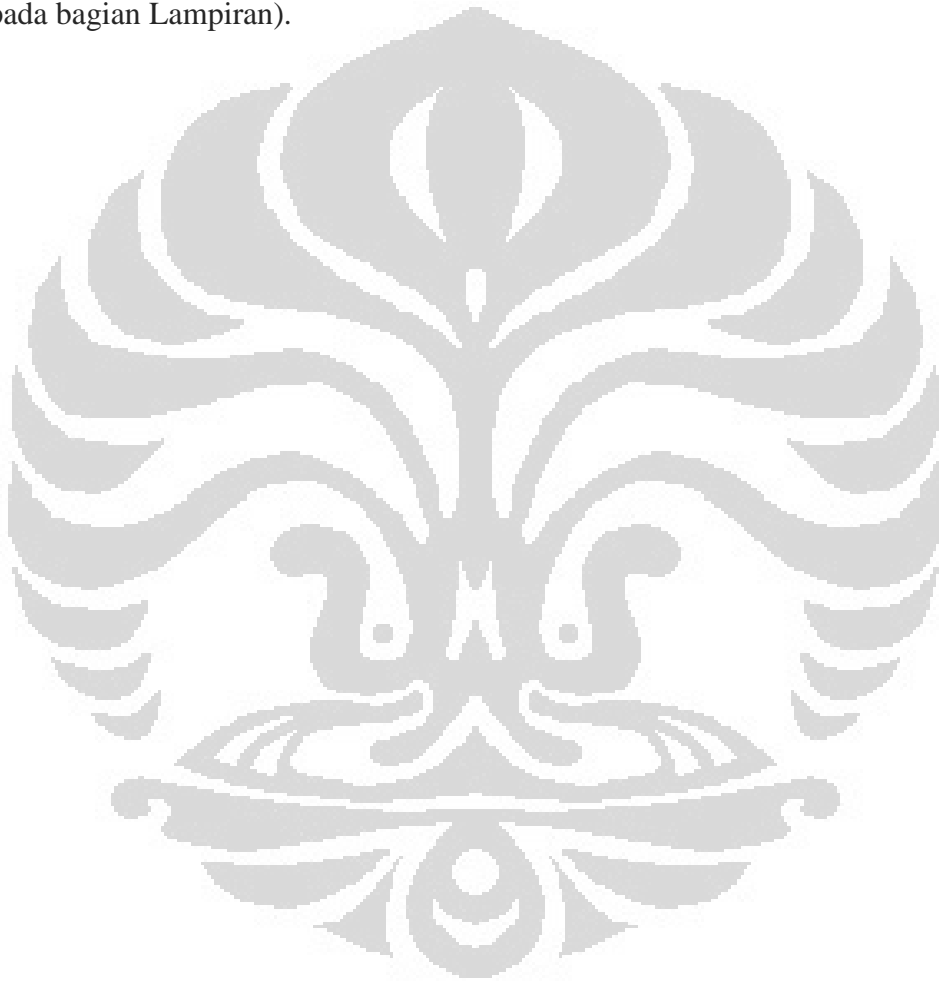
Langkah awal dalam perancangan adalah membuat single line dari keseluruhan jaringan FTTH yang akan dibuat. Dengan adanya single line dapat terlihat garis besar dari konsep yang akan dibuat dan terdapat jenis service apa saja yang disediakan.



Gambar 4.1 Single Line FTTH

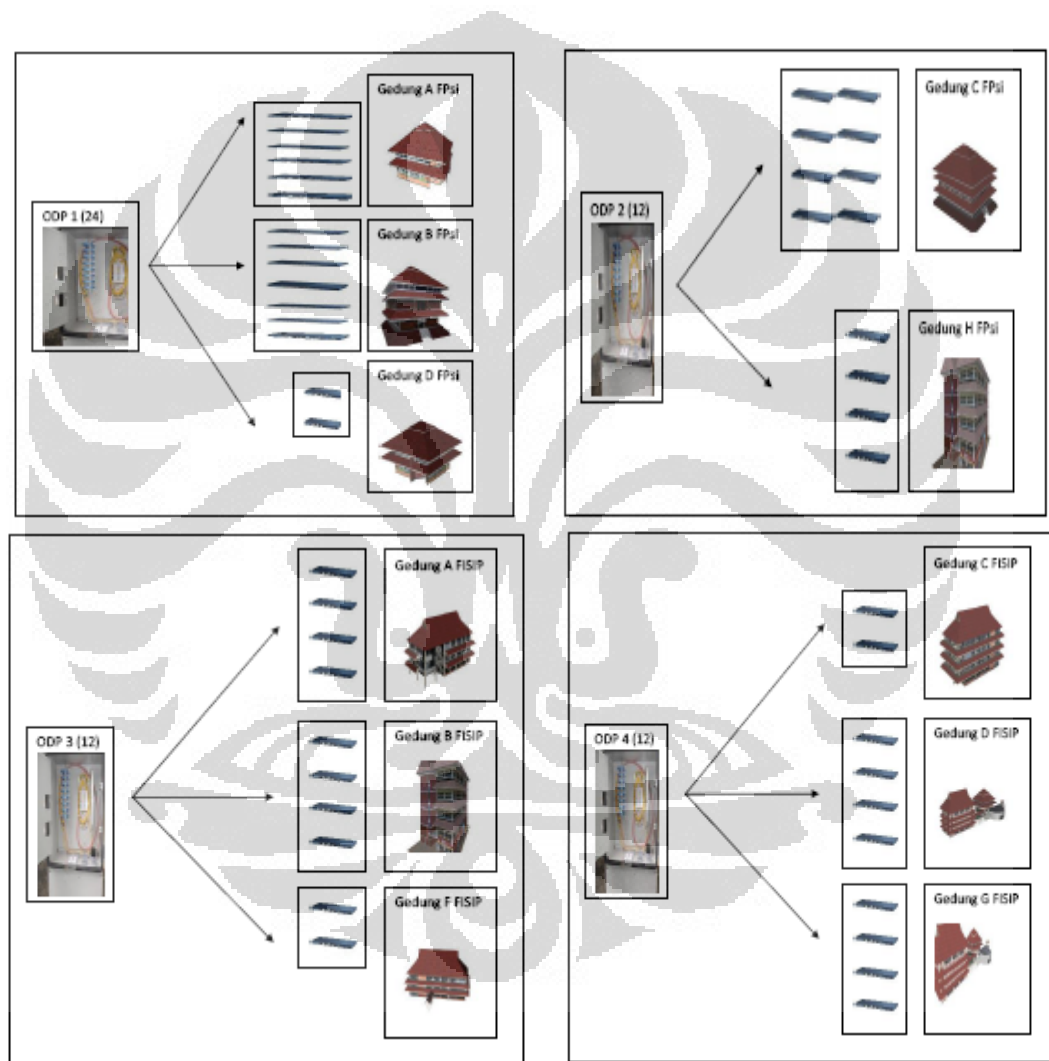
#### 4.2 Pemilihan dan Pemasangan Perangkat Optical Network Unit (ONU)

Pemilihan perangkat ONU dilakukan dengan memperhatikan data service jaringan pada tiap lantai, denah ruangan gedung, dan jumlah port pada perangkat ONU tersebut. Adapun jenis ONU yang digunakan memiliki banyak variasi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan rencana di waktu yang akan datang. ONU yang digunakan terdiri dari port internet 4 FE, 8 FE, 16 FE dan 24 FE; dengan beberapa variasi jumlah port telepon dan port TV (seperti yang tertera pada bagian Lampiran).

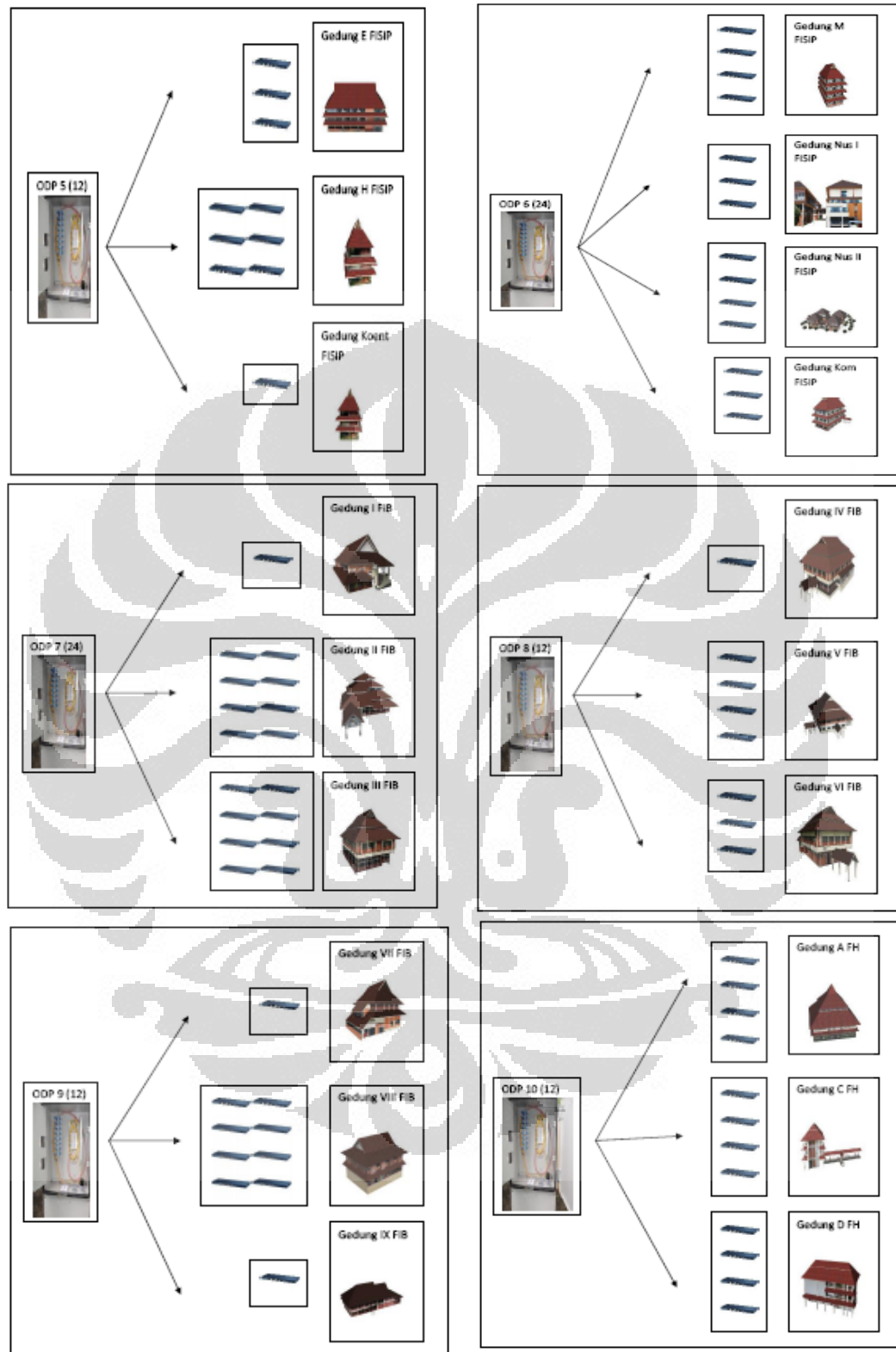


### 4.3 Pemilihan dan Pemasangan Perangkat Optical Distribution Point (ODP)

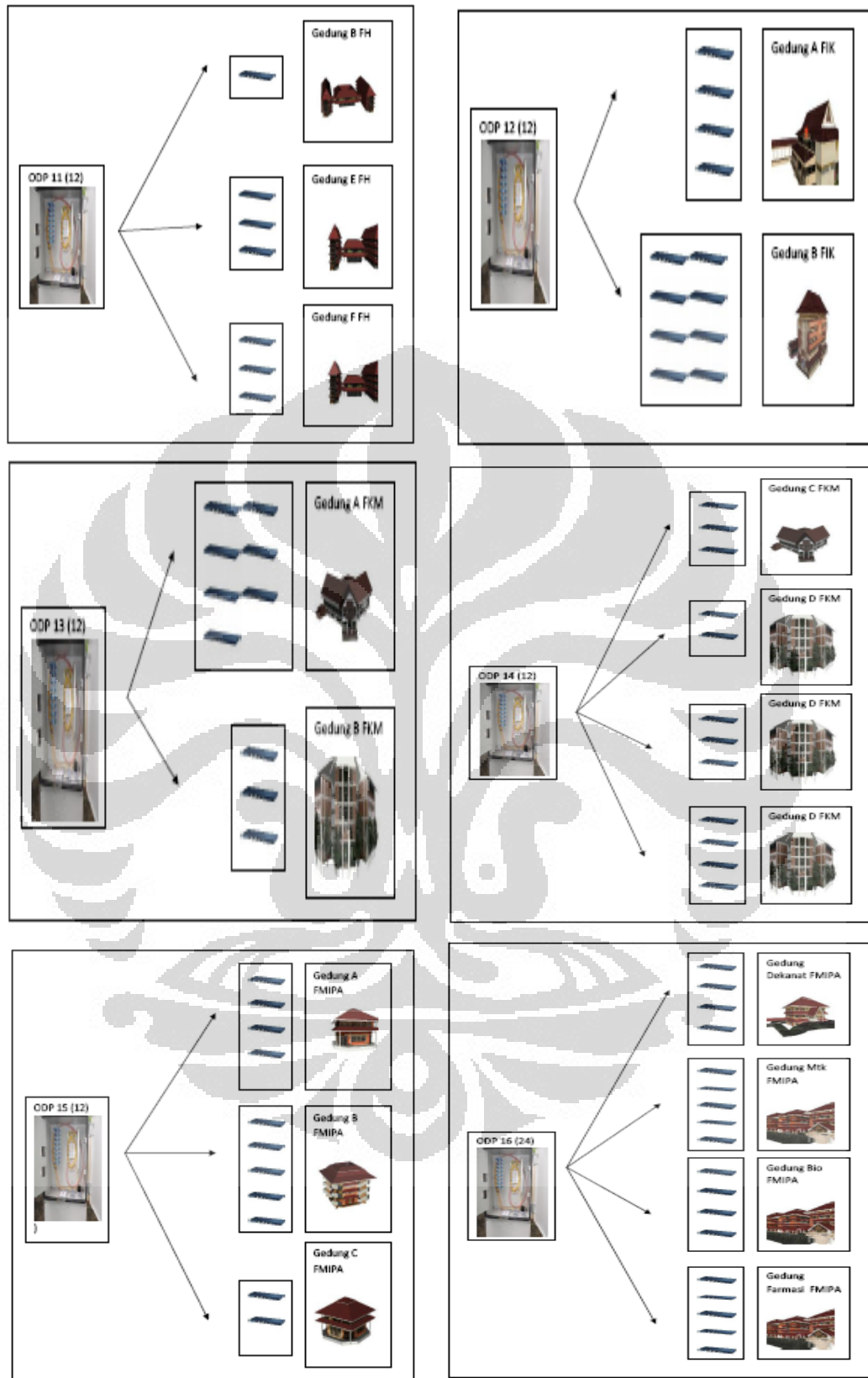
Optical Distribution Point (ODP) atau biasanya disebut sebagai distribution box ditentukan berdasarkan jumlah ONU yang akan dihubungkan serta jarak antara gedung yang berdekatan. ODP memiliki variasi jumlah port dimulai dari 12, 24, 36, 48, dan 96. Adapun ODP yang digunakan adalah port 12 dan port 24 sejumlah 27 buah seperti gambar di bawah ini.



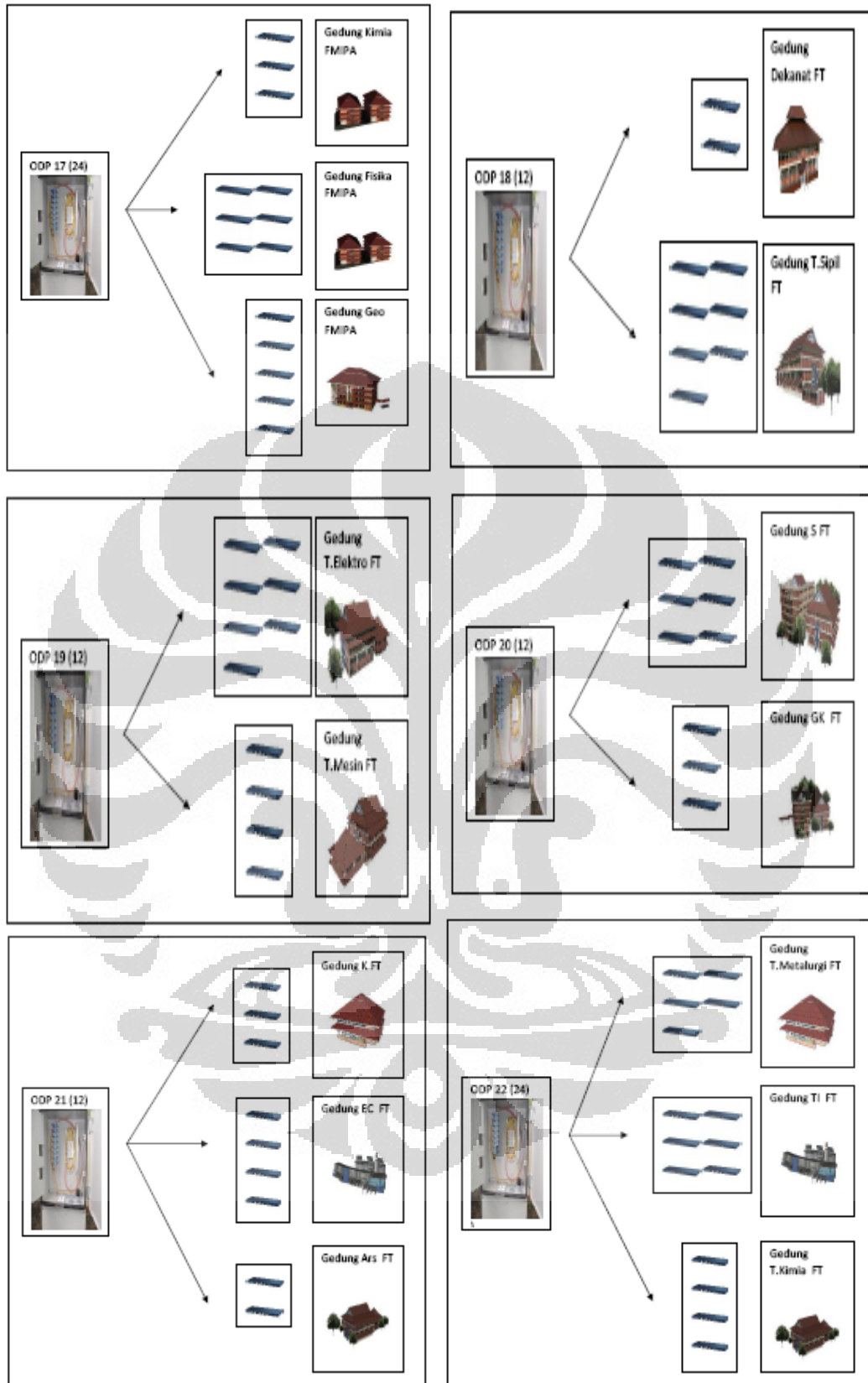
Gambar 4.2 Desain Konfigurasi ODP 1 - 4



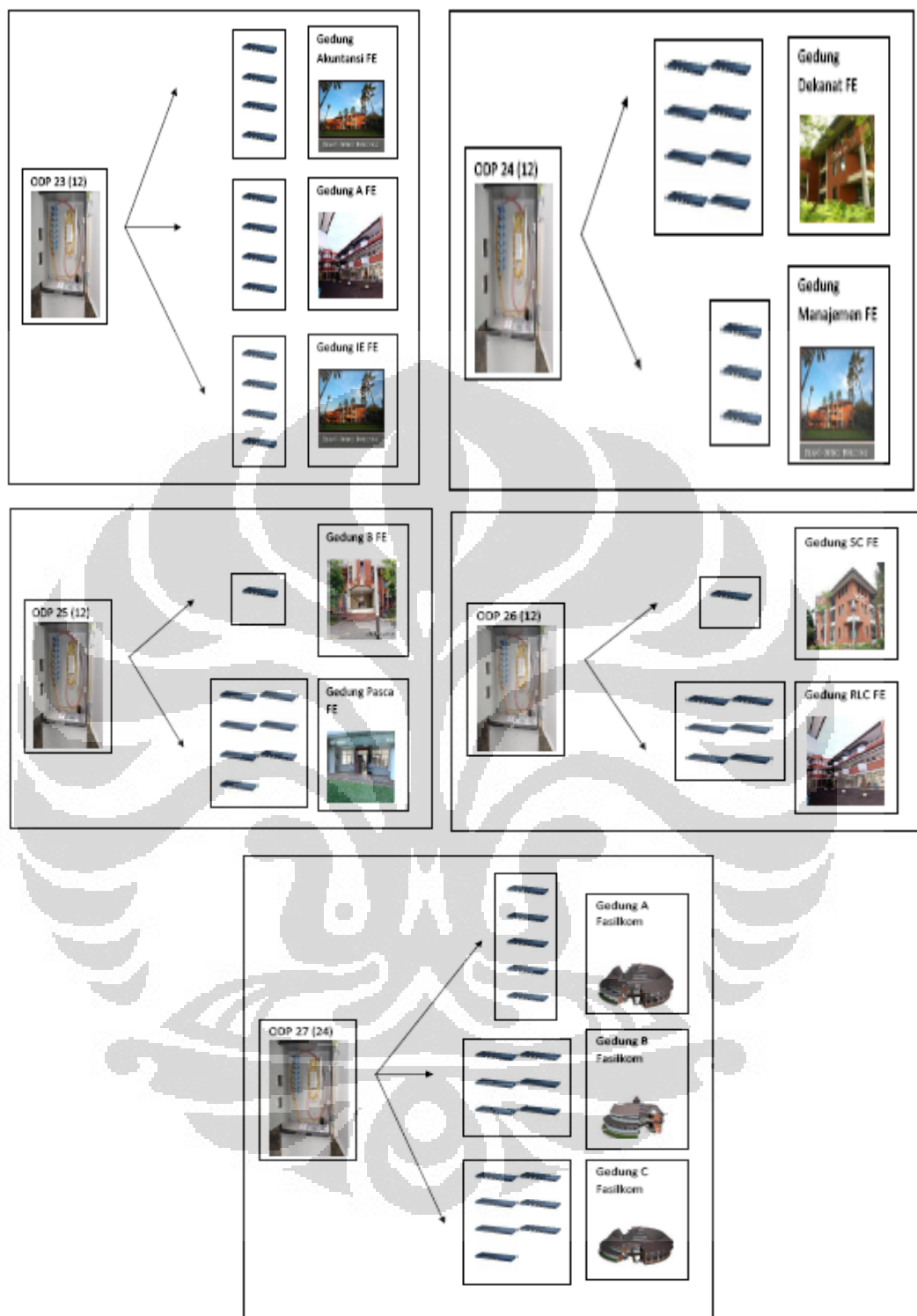
Gambar 4.3 Desain Konfigurasi ODP 5 - 10



Gambar 4.4 Desain Konfigurasi ODP 11 - 16



Gambar 4.5 Desain Konfigurasi ODP 17 - 22



Gambar 4.6 Desain Konfigurasi ODP 23 - 27

#### 4.4 Pemilihan dan Pemasangan Perangkat OLT, ODC, dan PS

Passive splitter dapat ditempatkan di dua tempat, yaitu berada di Optical Distribution Cabinet (ODC) atau di Optical Distribution Point (ODP). Hal yang menjadi pertimbangan adalah jumlah ONU pada gedung. Passive splitter yang diletakkan pada ODP biasanya digunakan dalam kasus FTTH di gedung bertingkat seperti apartemen. Jika jumlah ONU yang dipakai banyak pada tiap lantai, maka ODP akan diletakkan pada masing-masing lantai tersebut dan diletakkan PS sejumlah ODP tersebut. Lain halnya dengan desain pada kampus UI, dimana jumlah ONU pada tiap lantai berjumlah 1-4 buah. Sehingga lebih efisien apabila PS diletakkan pada bagian ODC sehingga pada ODP, fiber optik hanya dicuplik saja menuju tiap ONU.

Jenis dan jumlah PS akan ditentukan berdasarkan konfigurasi ODC-ODP yang dibuat. Pemilihan ODC dapat lebih mudah ditentukan dengan membuat rekapitulasi ODP dan ONU berdasarkan gambar desain yang telah dibuat sebelumnya. Adapun jumlah port ODC biasanya bervariasi dengan 96, 144, 288, 324, dan 576 port.

| No.ODP | Port ODP | Jumlah ONU | Lokasi |
|--------|----------|------------|--------|
| 1      | 24       | 15         | Fpsi   |
| 2      | 12       | 12         | Fpsi   |
| 3      | 12       | 10         | FISIP  |
| 4      | 12       | 10         | FISIP  |
| 5      | 12       | 10         | FISIP  |
| 6      | 24       | 14         | FISIP  |
| 7      | 24       | 17         | FIB    |
| 8      | 12       | 8          | FIB    |
| 9      | 12       | 10         | FIB    |
| 10     | 12       | 12         | FH     |
| 11     | 12       | 7          | FH     |
| 12     | 12       | 12         | FIK    |
| 13     | 12       | 10         | FKM    |
| 14     | 12       | 12         | FKM    |



|                            |    |    |          |
|----------------------------|----|----|----------|
| 15                         | 12 | 10 | FMIPA    |
| 16                         | 24 | 18 | FMIPA    |
| 17                         | 24 | 14 | FMIPA    |
| 18                         | 12 | 9  | FT       |
| 19                         | 12 | 11 | FT       |
| 20                         | 12 | 9  | FT       |
| 21                         | 12 | 9  | FT       |
| 22                         | 24 | 15 | FT       |
| 23                         | 12 | 12 | FE       |
| 24                         | 12 | 11 | FE       |
| 25                         | 12 | 8  | FE       |
| 26                         | 12 | 6  | FE       |
| 27                         | 24 | 18 | Fasilkom |
| Jumlah port ODP = 408 port |    |    |          |
| Jumlah ONU = 319 buah      |    |    |          |

Tabel 4.1 Rekapitulasi ODP dan ONU

Dari tabel rekapitulasi di atas, dapat dibuat desain dengan menggunakan 2 ODC dengan port 288 dan 2 buah passive splitter dengan rasio 1:16. ODC 1 akan terhubung dengan ODP 1 sampai dengan ODP 14, sedangkan ODC 2 akan terhubung dengan ODP 15 sampai dengan ODP 27. Masing-masing ODC memiliki sisa jumlah port 84 sehingga pada kemudian hari dapat ditambahkan beberapa ODP dan ONU untuk kebutuhan data service gedung-gedung baru di wilayah kampus. Sedangkan OLT yang digunakan sebanyak 2 buah untuk memenuhi keseluruhan kebutuhan data service.

#### 4.5 Analisa Link Budget Power

Performansi Jaringan Lokal Akses Fiber dianalisis untuk mengetahui kinerja FTTH mulai dari perangkat OLT sampai perangkat ONU, untuk itu perlu diketahui parameter-parameter performansi Desain Jaringan Lokal Akses Fiber yang digunakan yaitu:  $L_f$  (*Loss fiber*),  $L_s$  (*Loss splice/sambungan permanen*),  $L_c$  (*Loss konektor*),  $L_{sp}$  (*Loss splitter* pada Teknologi PON),  $P_r$  (daya sinyal yang diterima),  $M$  (*Loss margin*),  $L$  (jarak transmisi) dan  $S/N$ . Analisis dilakukan dengan menggunakan tabel karakteristik komponen SKSO untuk analisis manual link power budget seperti berikut ini:

| No. | Link parameter                      | Simbol            | Value | Satuan        |
|-----|-------------------------------------|-------------------|-------|---------------|
| 1   | Jenis sumber cahaya                 |                   | ILD   |               |
| 2   | Panjang gelombang                   | $\lambda$         | 1310  | nm            |
| 3   | Daya output                         | $P_t$             | -5    | dBm           |
| 4   | Jenis detektor cahaya               |                   | PIN   |               |
| 5   | Dark current                        | $I_{\text{dark}}$ | 2     | nA            |
| 6   | Responsivity                        | $R$               | 0,85  | A/W           |
| 7   | Bandwidth                           | $B$               | 0,5   | GHz           |
| 8   | Resistansi ekuivalen                | $R_{\text{Load}}$ | 50    | $\Omega$      |
| 9   | Jenis kabel serat optik             |                   | SM-SI |               |
| 10  | Diameter core                       | $D_{\text{core}}$ | 9     | $\mu\text{m}$ |
| 11  | Bandwidth serat optik               | $B$               | 10,00 | MHz.Km        |
| 12  | Koefisien redaman kabel serat optik | $\alpha_f$        | 0.30  | dB/Km         |
| 13  | Numerical Aperture                  | NA                | 0.20  |               |

Tabel 4.2 Spesifikasi Parameter Link Power Budget

Analisis Link Power Budget secara manual dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan yang telah dibahas dalam Bab 2 sebagai berikut:

- Loss fiber ( $L_f$ )

Loss/redaman serat optik dapat ditentukan sebagai berikut:

$$L_{f_{\text{tot}}} = L \times \alpha_f = 0.6 \text{ Km} \times 0.40 \text{ dB/Km} = 0,24 \text{ dB}$$

- Loss sambungan permanen (*Loss splice /  $L_s$* )

Loss maksimum setelah penyambungan adalah 0.2 dB/buah (misalkan diambil nilai loss 0.2 dB/splice), maka besar penyusutan daya sinyal pada total sambungan permanen:

$$L_{s_{\text{tot}}} = N_s \times L_s = 2 \times 0.2 \text{ dB} = 0.4 \text{ dB}$$

- Loss konektor ( $L_c$ )

Penyusutan daya sinyal tiap konektor adalah maksimal 1 dB (misalkan diambil nilai loss konektor 0,75 dB), maka total loss konektor:

$$L_{c_{tot}} = N_c \times L_c = 2 \times 0,75 \text{ dB} = 1,5 \text{ dB}$$

- Loss splitter ( $L_{sp}$ )

Loss maksimum dari passive splitter 1:16 adalah 13,5 dB (misalkan diambil nilai redaman pada umumnya yaitu 12,8 dB).

- Loss margin ( $M$ )

Margin sistem biasanya diambil harga 3 dB

- Daya sinyal yang diterima ( $P_r$ )

Daya yang diterima di receiver dapat ditentukan sebagai berikut:

$$P_r = P_t - L_{f_{tot}} - L_{s_{tot}} - L_{c_{tot}} - L_{sp} - M = -5 \text{ dBm} - 0,24 \text{ dB} - 0,4 \text{ dB} - 1,5 \text{ dB} - 12,8 \text{ dB} - 3 \text{ dB} = -22,94 \text{ dBm} = 5,0816 \times 10^{-6} \text{ Watt}$$

Signal-to-Noise Ratio (S/N)

- Daya sinyal (signal power)

Telah diketahui bahwa:

$$P_{opt} = P_r = 5,0816 \times 10^{-6} \text{ Watt}$$

$R = \eta q/hv = 0,85 \text{ A/W}$  pada  $\lambda = 1310 \text{ nm}$ , maka signal power dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Signal Power} &= 2 \left[ P_{opt} \left( \frac{\eta q}{h\nu} \right) \right]^2 \\ &= 2 \left[ 5,0816 \times 10^{-6} \text{ W} \times 0,85 \frac{\text{A}}{\text{W}} \right]^2 \\ &= 3,7314 \times 10^{-11} \text{ A} \end{aligned}$$

- Daya derau (noise power)

Derau arus gelap (*noise dark current*)

Telah diketahui bahwa:

$$q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$i_D = 2 \text{ nA} = 2 \times 10^{-9} \text{ A}$$

$$B = 0,5 \text{ GHz} = 0,5 \times 10^9 \text{ Hz}$$

Maka derau arus gelap dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\text{Noise dark current} = 2q i_D B = 2 (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(2 \times 10^{-9} \text{ Watt})(0.5 \times 10^9 \text{ Hz}) = 3.20 \times 10^{-19} \text{ A}$$

a) Derau tembakan/tumbukan (*shot noise current*)

Dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Shot Noise current} = 2q [2P_{\text{opt}} (\eta q/hv)] B = 4 (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(8.871 \times 10^{-6} \text{ Watt})(0.85 \text{ A/W})(0.5 \times 10^9 \text{ Hz}) = 2.413 \times 10^{-15} \text{ A}$$

b) Derau termal (*thermal noise current*)

Telah diketahui bahwa:

$$T_{\text{eff}} = 290^\circ\text{K}, R_{\text{Load}} = 50 \Omega, k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J}^\circ\text{K},$$

maka dari persamaan thermal noise dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\text{Thermal noise} = [4KT_{\text{eff}}B] / R_{\text{Load}} = [(4)(1.38 \times 10^{-23} \text{ J}^\circ\text{K})(290^\circ\text{K})(0.5 \times 10^9 \text{ Hz})] / 50\Omega = 1.601 \times 10^{-13} \text{ A}$$

Total noise diperoleh dari hasil penjumlahan ketiga sumber noise tadi sesuai persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Total Noise} &= \text{Noise dark current} + \text{Shot Noise current} + \text{Thermal Noise current} \\ &= 3.20 \times 10^{-19} \text{ A} + 2.413 \times 10^{-15} \text{ A} + 1.601 \times 10^{-13} \text{ A} = 1.625 \times 10^{-13} \text{ A} \end{aligned}$$

Dengan demikian maka *signal-to-noise ratio* dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \left(\frac{S}{N}\right)_{\text{pk/rms}} &= \frac{\text{Signal Power}}{\text{Noise Power}} = \frac{3.7314 \times 10^{-11} \text{ A}}{1.625 \times 10^{-13} \text{ A}} \\ &= 23.61 \text{ dB} \end{aligned}$$

- Laju Kesalahan Bit (*Bit Error Rate*)

*BER* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$(S/N)_{\text{pk/rms}} = 20 \text{ Log } 2Q$$

$$23.61 \text{ dB} = 20 \text{ Log } 2Q$$

$$\text{Maka: } Q = \text{Log}^{-1} \left( \frac{23.61}{20} \right) = 7.5767$$

$$\text{Dan diperoleh nilai pendekatan: } BER = Pe(Q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{e^{-\frac{Q^2}{2}}}{Q}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{(2)(3,14)}} \times \frac{e^{-\frac{7.5767^2}{2}}}{7.5767} = 1.8024 \times 10^{-14}$$

#### 4.6 Bill of Material

Pada bagian akhir perencanaan dapat dibuat sebuah BoM keperluan untuk menyelenggarakan jaringan seperti desain sebelumnya. BoM merupakan bill of Material yang selanjutnya dapat berubah menjadi Bill of Quantity dengan mencantumkan biaya keseluruhan untuk jaringan Metro FTTH tersebut. Rancangan Metro FTTH ini dapat memenuhi kebutuhan layanan di UI sampai masa yang akan datang. Meningkatnya pembangunan dan kapasitas dapat diiringi dengan proses upgrade perangkat yang ada selama 4-5 tahun sekali.

| Nama Perangkat                                | Deskripsi   | Jumlah  |
|---|---|---------|
| <b>Main Material Equipment</b>                |   |         |
| Outdoor ODC kap 288                           | 288 port, Wall Mount/Pole Mount/Pedestal, SC/APC  | 2       |
| Outdoor ODP                                   | 12 port, Wall Mount   | 20      |
|   | 24 port, Wall Mount   | 7       |
| Passive Splitter 1:16                         | Plug & Play – 1:32 splitter, SC/APC   | 2       |
| Field Instable Connector SCAPC                | FIC   | 692     |
| Bend Insensitive Cable untuk sisi horizontal  | Off-white,PVC Sheath,metallic strength member,1x2 core,G.657A   | 40926 m |
| Indoor FO 2 core single mode                  | black,with strength member,1x2 core, G.657A   | 4290 m  |
| GPON OLT                                      | Patch Cord (27), Ethernet cable, GPON Optical Module (27), Uplink Card, Core Switch and Management Card, GE Electrical Module, PUB Card                                 | 2       |
| Rectifier 48 volt DC + 4 bank battery back up | AEG PS 13 Ampere Rack Mounted   | 1       |
| GPON AN5006 Series ONU                        | AN5506-04-A1 (4xFE)   | 79      |
|   | AN5506-09-A1H (8xFE)  | 80      |
|   | AN5506-10-A1H (16xFE)   | 116     |
|   | AN5506-11-A1H (24xFE)   | 44      |
| e-Fim® ANM2000 EMS(V6.3)                      | Hardware Platform<br>:1×Intel®Core™2 Duo Processor E7500 2.93G CPU/4GB RAM/1×500GB SATA 7200rpm Hard Disk/NVIDIA GF310 Video card 512M/24"LCD, Optical 3D mouse,network | 1       |

|  |  |       |
|--|--|-------|
|  | adapter, external modem, integrated audio card, DVD, With Windows server 2008 Server_end (64bit) OS. |       |
| Cable UTP Cat-5e   | AMP  | 3868  |
| RJ-45  | AMP  | 957   |
| Roset RJ-45  | ADC Kroms  | 319   |
| <b>Material support</b>  |  |       |
| High impact conduit pipe 20mm  | Clipsal  | 10790 |
| Sok 20mm   | Clipsal  | 6430  |
| Saddle clamp+ Fisher S6+baut Tapping S6  | Clipsal  | 32370 |
| T-Doos 20mm  | Clipsal 3 Way  | 957   |
| Flexible 20mm  | Lokal  | 27    |
| Inbowdoos  | Lokal  | 319   |
| Kertas Labling   | Lokal  | 319   |
| Kable Ties 20 cm @100pcs   | Lokal  | 27    |
| <b>Ongkos Jasa</b>   |  |       |
| Pemasangan perangkat, penarikan drop cable (horizontal), penarikan kabel UTP, penarikan kabel vertikal |  |       |
| <b>Biaya Lain</b>  |  |       |
| Biaya komunikasi, biaya listrik, biaya transportasi & mobilisasi, site entertain, biaya tak terduga    |  |       |

Tabel 4.3 Bill of Material

## BAB 5

### KESIMPULAN

1. Hasil rancangan jaringan Metro FTTH di UI memerlukan perangkat Optical Network Unit sebanyak 318 buah yang terdiri dari 79 buah ONU port 4FE, 80 buah ONU port 8FE, 116 buah ONU port 16FE, dan 44 buah ONU port 24FE yang disesuaikan dengan kebutuhan service tiap lantai gedung.
2. Perangkat Optical Distribution Point yang digunakan berjumlah 27 buah dengan rincian 20 buah ODP port 12 dan 7 buah ODP port 24 yang ditentukan berdasarkan jumlah ONU yang akan dihubungkan serta jarak antara gedung yang berdekatan.
3. Pada perancangan pun digunakan 2 buah GPON OLT, 2 buah ODC port 288, dan 2 passive splitter 1:16. ODC 1 akan terhubung dengan ODP 1 sampai dengan ODP 14, sedangkan ODC 2 akan terhubung dengan ODP 15 sampai dengan ODP 27.
4. Terdapat batasan minimum dari  $S/N$  untuk dapat memuaskan konsumen pemakai jasa telekomunikasi. Standar  $S/N$  untuk Sistem Komunikasi Serat Optik adalah 21,5 dB ( $BER = 10^{-19}$ ). Oleh karena itu, hasil analisis link power budget rancangan ini telah memenuhi standar dan dapat dikatakan baik dengan nilai  $P_r = 5.0816 \times 10^{-6}$  Watt,  $S/N = 23.61$  dB, dan  $BER = 1.8024 \times 10^{-14}$ .

## DAFTAR REFERENSI

- [1] FTTH Council. (2007). FTTH Infrastructure Components and Deployment Methods. Europe at the Speed of Light.
- [2] FTTH Council. (2009). FTTH Handbook. Deployment and Operation Committee.
- [3] John, Jay. (2002). An Overview of International Fiber to the Home, in *Proceedings of FTTH Conference*.
- [4] Nugroho, Adi. (2009). Teknologi GPON Sebagai Triple Play Services. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [5] Wiley, John. (2006). Broadband Optical Access Networks and Fiber To The Home.
- [6] [www.ftthcouncil.eu/documents/studies/WhitePaperFTTHInfra\\_DEF.pdf](http://www.ftthcouncil.eu/documents/studies/WhitePaperFTTHInfra_DEF.pdf)
- [7] [www.optiviel.com](http://www.optiviel.com)
- [8] --- . Teknologi Jaringan Akses. Divlat PT.Telkom DIVRE IV Semarang.



## LAMPIRAN

- Fakultas Psikologi

| Lantai          | Port Internet | Port Telepon | Port TV | Tipe ONU   | Letak |
|-----------------|---------------|--------------|---------|------------|-------|
| <b>Gedung A</b> |               |              |         |            |       |
| 1               | 20            | 11           | -       | ONU 16+8   | Ad-2  |
|                 |               |              |         | ONU 4+4    | Ad-5  |
| 2               | 24            | 20           | -       | ONU 4+4    | A1-4  |
|                 |               |              |         | ONU 4+4    | A1-5  |
|                 |               |              |         | ONU 16+8   | A1-10 |
|                 |               |              |         | ONU 4+4    | A1-15 |
| <b>Gedung B</b> |               |              |         |            |       |
| 1               | 28            | 16           | 1       | ONU 8+4    | Bd-3  |
|                 |               |              |         | ONU 8+4+1  | Bd-6  |
|                 |               |              |         | ONU 8+4    | Bd-12 |
|                 |               |              |         | ONU 8+4    | Bd-17 |
| 2               | 15            | 5            | 1       | ONU 16+8+1 | B1-4  |
| 3               | 24            | -            | -       | ONU 24     | B2-5  |
|                 |               |              |         | ONU 4      | B2-6  |
| <b>Gedung C</b> |               |              |         |            |       |
| 1               | 20            | 4            | -       | ONU 16+2   | Cd-5  |
|                 |               |              |         | ONU 8+2    | Cd-10 |
| 2               | 22            | 6            | -       | ONU 8+2    | C1-3  |
|                 |               |              |         | ONU 8+2    | C1-6  |
|                 |               |              |         | ONU 16+4   | C1-13 |
| 3               | 16            | 4            | -       | ONU 4      | C2-3  |
|                 |               |              |         | ONU 16+4   | C2-5  |
| 4               | 16            | 2            | -       | ONU 16+4   | C3-4  |
| <b>Gedung D</b> |               |              |         |            |       |

|          |    |   |   |          |      |
|----------|----|---|---|----------|------|
| 1        | 13 | 4 | - | ONU 16+4 | Dd-4 |
| 2        | 1  | - | - | ONU 4    | D1-1 |
| Gedung H |    |   |   |          |      |
| 1        | 1  | - | - | ONU 4    | Hd-1 |
| 2        | 1  | 3 | - | ONU 4+4  | H1-1 |
| 3        | 7  | 4 | - | ONU 8+4  | H2-2 |
| 4        | 3  | 2 | - | ONU 4+4  | H3-1 |

- Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik

| Lantai   | Port Internet | Port Telepon | Port TV | Tipe ONU   | Letak        |
|----------|---------------|--------------|---------|------------|--------------|
| Gedung A |               |              |         |            |              |
| 1        | 11            | 10           | -       | ONU 8+8    | Administrasi |
|          |               |              |         | ONU 8+8    | Humas        |
| 2        | 9             | 8            | 2       | ONU 4+4+1  | Dekan        |
|          |               |              |         | ONU 8+4+1  | ventura      |
| Gedung B |               |              |         |            |              |
| 1        | 12            | 5            | 1       | ONU 16+8+1 | staff        |
| 2        | 22            | 6            | 2       | ONU 8+4+1  | sosiologi    |
|          |               |              |         | ONU 8+4+1  | antropologi  |
|          |               |              |         | ONU 8+4+1  | politik      |
| Gedung C |               |              |         |            |              |
| 1        | 16            | 7            | -       | ONU 16+8   | D3           |
| 2        | 12            | -            | 1       | ONU 16+2+1 | SSMC         |
| Gedung D |               |              |         |            |              |
| 1        | 31            | 2            | 2       | ONU 16+2+1 | MBRC         |
|          |               |              |         | ONU 16+2+1 | MBRC         |
| 2        | 1             | -            | -       | ONU 4      | MBRC 2       |
| 3        | 1             | -            | -       | ONU 4      | MBRC 3       |
| Gedung E |               |              |         |            |              |

|                         |    |   |   |            |            |
|-------------------------|----|---|---|------------|------------|
| 1                       | 2  | 2 | 1 | ONU 4+2+1  | Kelas      |
| 2                       | 2  | - | 1 | ONU 4+2+1  | Kelas      |
| 3                       | 2  | - | 1 | ONU 4+2+1  | Kelas      |
| Gedung F                |    |   |   |            |            |
| 1                       | 7  | 3 | 1 | ONU 8+4+1  | Tata usaha |
| 2                       | 1  | - | - | ONU 4      | auditorium |
| Gedung G                |    |   |   |            |            |
| 1                       | 2  | 2 | 1 | ONU 4+2+1  | Kelas      |
| 2                       | 2  | - | 1 | ONU 4+2+1  | Kelas      |
| 3                       | 2  | - | - | ONU 4+2+1  | Kelas      |
| 4                       | 2  | - | - | ONU 4+2+1  | Kelas      |
| Gedung H                |    |   |   |            |            |
| 1                       | 2  | - | - | ONU 4      | Kelas      |
| 2                       | 2  | - | - | ONU 4      | Kelas      |
| 3                       | 2  | - | - | ONU 4      | Kelas      |
| 4                       | 16 | - | - | ONU 16     | Labkom     |
| 5                       | 12 | 3 | 1 | ONU 16+4+1 | jurusan    |
| 6                       | 2  | - | - | ONU 4      | Kelas      |
| Gedung M                |    |   |   |            |            |
| 1                       | 1  | - | - | ONU 4      | Kelas      |
| 2                       | 8  | 2 | - | ONU 8+2    | Dosen      |
| 3                       | 4  | 1 | 1 | ONU 4+2+1  | Dosen      |
| 4                       | 1  | - | - | ONU 4      | auditorium |
| Gedung Komunikasi       |    |   |   |            |            |
| 1                       | 4  | 1 | - | ONU 4+2    | lobi       |
| 2                       | 6  | 3 | 1 | ONU 8+4+1  | Staff      |
| 3                       | 1  | - | - | ONU 4      | Kelas      |
| Gedung Koentjaraningrat |    |   |   |            |            |
| 1                       | -  | - | - | -          | -          |
| 2                       | 13 | - | 1 | ONU 16+2+1 | Lab        |
| Gedung Nusantara I      |    |   |   |            |            |

|                     |    |   |   |           |             |
|---------------------|----|---|---|-----------|-------------|
| 1                   | 4  | 2 | 1 | ONU 4+2+1 | lobi        |
| 2                   | 8  | 4 | 1 | ONU 8+4+1 | kriminologi |
| 3                   | 1  | - | - | ONU 4     | kelas       |
| Gedung Nusantara II |    |   |   |           |             |
| 1                   | 3  | - | 1 | ONU 4+2+1 | PSA         |
| 2                   | 11 | 2 | 4 | ONU 8+2+2 | HI          |
|                     |    |   |   | ONU 8+2+2 | KS          |
| 3                   | 1  | - | - | ONU 4     | kelas       |

- Fakultas Ilmu Budaya

| Lantai     | Port Internet | Port Telepon | Port TV | Tipe ONU   | Letak        |
|------------|---------------|--------------|---------|------------|--------------|
| Gedung I   |               |              |         |            |              |
| 1          | 2             | 1            | -       | ONU 4+2    | auditorium   |
| Gedung II  |               |              |         |            |              |
| 1          | 30            | 7            | 1       | ONU 16+4+1 | akademik     |
|            |               |              |         | ONU 16+4+1 | GB           |
| 2          | 19            | 10           | 1       | ONU 16+8+1 | humas        |
|            |               |              |         | ONU 16+4+1 | ventura      |
| 3          | 31            | 11           | 2       | ONU 16+8+1 | keuangan     |
|            |               |              |         | ONU 16+4+1 | UPMA         |
| 4          | 9             | 10           | -       | ONU 4+2    | dekan        |
|            |               |              |         | ONU 8+8    | manajer      |
| Gedung III |               |              |         |            |              |
| 1          | 31            | 9            | 1       | ONU 16+8+1 | rusia        |
|            |               |              |         | ONU 16+8+1 | linguistik   |
| 2          | 62            | 11           | 1       | ONU 24+4+1 | Cina         |
|            |               |              |         | ONU 24+4+1 | Jepang       |
|            |               |              |         | ONU 24+4+1 | belanda      |
| 3          | 30            | 6            | -       | ONU 16+2   | sejarah      |
|            |               |              |         | ONU 8+2    | perpustakaan |

|             |     |   |   |            |              |
|-------------|-----|---|---|------------|--------------|
|             |     |   |   | ONU 16+2   | arkeologi    |
| Gedung IV   |     |   |   |            |              |
| 1           | 1   | 3 | - | ONU 4+4    | rapat        |
| Gedung V    |     |   |   |            |              |
| 1           | 72  | 1 | 1 | ONU 24+2+1 | LBI          |
|             |     |   |   | ONU 24+2+1 | LBI          |
|             |     |   |   | ONU 24+2+1 | LBI          |
| 2           | 2   | - | - | ONU 4      | Lab bahasa   |
| Gedung VI   |     |   |   |            |              |
| 1           | 10  | 1 | - | ONU 16+2   | kelas        |
| 2           | 10  | - | - | ONU 16     | kelas        |
| 3           | 5   | - | - | ONU 8      | kelas        |
| Gedung VII  |     |   |   |            |              |
| 1           | 3   | 5 | - | ONU 4+8    | administrasi |
| Gedung VIII |     |   |   |            |              |
| 1           | 101 | 4 | - | ONU 24     | Lab komputer |
|             |     |   |   | ONU 24     | Lab komputer |
|             |     |   |   | ONU 24     | Lab komputer |
|             |     |   |   | ONU 24     | PDPT         |
|             |     |   |   | ONU 8+4    | SDL          |
| 2           | 68  | 4 | - | ONU 24+2   | PLL          |
|             |     |   |   | ONU 24+2   | PPKB         |
|             |     |   |   | ONU 24+2   | perpustakaan |
| Gedung IX   |     |   |   |            |              |
| 1           | 6   | 6 | - | ONU 8+8    | HMJ          |

- Fakultas Hukum

| Lantai   | Port Internet | Port Telepon | Port TV | Tipe ONU | Letak |
|----------|---------------|--------------|---------|----------|-------|
| Gedung A |               |              |         |          |       |
| 1        | 15            | 7            | -       | ONU 16+8 | A107  |

|          |    |    |   |            |      |
|----------|----|----|---|------------|------|
| 2        | 33 | 19 | 1 | ONU 4+4+1  | A203 |
|          |    |    |   | ONU 16+8   | A208 |
|          |    |    |   | ONU 16+8   | A217 |
| Gedung B |    |    |   |            |      |
| 1        | 14 | 4  | - | ONU 16+4   | B114 |
| Gedung C |    |    |   |            |      |
| 1        | 16 | 3  | - | ONU 16+4   | C115 |
| 2        | 32 | 16 | 2 | ONU 16+8+1 | C205 |
|          |    |    |   | ONU 16+8+1 | C211 |
|          |    |    |   | ONU 16+8+1 | C215 |
| Gedung D |    |    |   |            |      |
| 1        | 15 | 6  | 1 | ONU 16+8+1 | D104 |
| 2        | 33 | 21 | 1 | ONU 16+8+1 | D205 |
|          |    |    |   | ONU 8+8    | D211 |
|          |    |    |   | ONU 8+8    | D215 |
| Gedung E |    |    |   |            |      |
| 1        | 15 | 8  | 2 | ONU 8+4+1  | E105 |
|          |    |    |   | ONU 8+4+1  | E109 |
| 2        | 1  | -  | - | ONU 4      | E204 |
| Gedung F |    |    |   |            |      |
| 1        | 16 | 11 | 1 | ONU 8+8+1  | F104 |
|          |    |    |   | ONU 8+8    | F106 |
| 2        | -  | -  | - | -          | -    |
| 3        | 4  | 2  | - | ONU 4+2    | F301 |

- Fakultas Ilmu Keperawatan

| Lantai   | Port Internet | Port Telepon | Port TV | Tipe ONU   | Letak |
|----------|---------------|--------------|---------|------------|-------|
| Gedung A |               |              |         |            |       |
| 1        | 48            | 11           | 1       | ONU 16     | lab   |
|          |               |              |         | ONU 16+8+1 | staff |

|          |    |    |   |            |              |
|----------|----|----|---|------------|--------------|
|          |    |    |   | ONU 16+8+1 | humas        |
| 2        | 4  | 1  | - | ONU 4+2    | teknisi      |
| Gedung B |    |    |   |            |              |
| 1        | 33 | 11 | 1 | ONU 16     | Renkom       |
|          |    |    |   | ONU 8      | Perpustakaan |
|          |    |    |   | ONU 8+8+1  | Staff        |
|          |    |    |   | ONU 8+8+1  | Pendidikan   |
| 2        | 13 | 1  | 1 | ONU 16+2+1 | Rapat        |
| 3        | 1  | -  | - | ONU 4      | Kelas        |
| 4        | 14 | 12 | - | ONU 16+16  | Dosen        |
| 5        | 1  | -  | - | ONU 4      | kelas        |

- Fakultas Kesehatan Masyarakat

| Lantai   | Port Internet | Port Telepon | Port TV | Tipe ONU   | Letak        |
|----------|---------------|--------------|---------|------------|--------------|
| Gedung A |               |              |         |            |              |
| 1        | 30            | 3            | 2       | ONU 16+2+1 | Akademi      |
|          |               |              |         | ONU 16+2+1 | Epidemiologi |
| 2        | 32            | 6            | 2       | ONU 16+2+1 | Biostatistik |
|          |               |              |         | ONU 16+4+1 | Dosen        |
| 3        | 48            | -            | -       | ONU 16     | Labkom       |
|          |               |              |         | ONU 16     | Labkom       |
|          |               |              |         | ONU 16     | Labkom       |
| Gedung B |               |              |         |            |              |
| 1        | 8             | 2            | -       | ONU 8+2    | Keuangan     |
| 2        | 8             | 4            | 4       | ONU 4+2+2  | Dekan        |
|          |               |              |         | ONU 4+2+2  | Humas        |
| Gedung C |               |              |         |            |              |
| 1        | 16            | 1            | 1       | ONU 16+2+1 | Dept.K3      |
| 2        | 16            | 1            | 1       | ONU 16+2+1 | Dept.KL      |
| 3        | 16            | -            | -       | ONU 16     | Lab KL       |

| Gedung D |    |   |   |            |              |
|----------|----|---|---|------------|--------------|
| 1        | -  | - | - | -          | -            |
| 2        | 6  | - | - | ONU 8      | Lab gizi     |
| 3        | 16 | - | - | ONU 16     | Lab bahasa   |
| Gedung F |    |   |   |            |              |
| 1        | 1  | 1 | 1 | ONU 4+2+1  | Dept.AKK     |
| 2        | 16 | - | - | ONU 8      | F202         |
|          |    |   |   | ONU 8      | UPMA         |
| Gedung G |    |   |   |            |              |
| 1        | 14 | 4 | 1 | ONU 16+4+1 | Guru besar   |
| 2        | 4  | - | - | ONU 4      | Perpustakaan |
| 3        | 20 | - | - | ONU 24     | Kantor       |
| 4        | 2  | - | - | ONU 4      | Perpustakaan |

- Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

| Lantai         | Port Internet | Port Telepon | Port TV | Tipe ONU | Letak         |
|----------------|---------------|--------------|---------|----------|---------------|
| Gedung A       |               |              |         |          |               |
| 1              | 16            | 2            | -       | ONU 16+4 | biodiversitas |
| 2              | 16            | 3            | -       | ONU 16+4 | r.komputer    |
| 3              | 1             | -            | -       | ONU 4    | r.server      |
| 4              | 1             | -            | -       | ONU 4    | aula          |
| Gedung B       |               |              |         |          |               |
| 1              | 1             | -            | -       | ONU 4    | B101          |
| 2              | 1             | -            | -       | ONU 4    | B201          |
| 3              | 1             | -            | -       | ONU 4    | B301          |
| 4              | 1             | -            | -       | ONU 4    | B407          |
| Gedung C       |               |              |         |          |               |
| 1              | 2             | -            | -       | ONU 4    | r.sidang      |
| 2              | 1             | -            | -       | ONU 4    | Lab.COE       |
| Gedung Dekanat |               |              |         |          |               |



|                   |    |    |   |            |              |
|-------------------|----|----|---|------------|--------------|
| 1                 | 15 | 12 | 1 | ONU 16+8+1 | akademik     |
|                   |    |    |   | ONU 4+4    | Bag.umum     |
| 2                 | 10 | 8  | 1 | ONU 16+8+1 | dekan        |
| 3                 | 8  | 8  | - | ONU 8+8    | Bag.keuangan |
| Gedung Matematika |    |    |   |            |              |
| 1                 | 16 | -  | - | ONU 8      | statistik    |
|                   |    |    |   | ONU 8      | r.komputer   |
| 2                 | 19 | 18 | - | ONU 16+16  | dosen        |
|                   |    |    |   | ONU 8+4    | guru besar   |
| 3                 | 1  | -  | - | ONU 4      | lab          |
| Gedung Kimia      |    |    |   |            |              |
| 1                 | 2  | -  | - | ONU 4      | lab          |
| 2                 | 23 | 15 | - | ONU 16+8   | Keuangan     |
|                   |    |    |   | ONU 8+8    | dosen        |
| Gedung Geografi   |    |    |   |            |              |
| 1                 | 15 | -  | - | ONU 16     | infotek      |
| 2                 | 12 | 11 | - | ONU 8+8    | kajur        |
|                   |    |    |   | ONU 8+8    | Adm.S2       |
| 3                 | 15 | -  | - | ONU 16     | r.komp S2    |
| 4                 | 8  | -  | - | ONU 8      | Studio komp  |
| Gedung Farmasi    |    |    |   |            |              |
| 1                 | 7  | 6  | - | ONU 8+8+1  | Adm.umum     |
| 2                 | 12 | 11 | - | ONU 8+8    | r.dosen      |
|                   |    |    |   | ONU 4+4    | r.dosen      |
| 3                 | 7  | 6  | - | ONU 8+8    | r.dosen      |
| 4                 | 7  | 6  | - | ONU 8+8    | r.dosen      |
| Gedung Fisika     |    |    |   |            |              |
| 1                 | 14 | 14 | - | ONU 16+16  | dosen        |
| 2                 | 23 | 12 | - | ONU 16+16  | Sekretariat  |
|                   |    |    |   | ONU 16     | CISCO        |
| 3                 | 15 | 15 | - | ONU 4+4    | Lab.Fislan   |

|                |    |   |   |           |              |
|----------------|----|---|---|-----------|--------------|
|                |    |   |   | ONU 16+16 | dosen        |
| 4              | 4  | 4 | - | ONU 4+4   | dosen        |
| Gedung Biologi |    |   |   |           |              |
| 1              | 5  | 4 | - | ONU 8+4   | dosen        |
| 2              | 13 | 8 | - | ONU 16+8  | Administrasi |
| 3              | 5  | 4 | - | ONU 8+4   | kajur        |
| 4              | 1  | - | - | ONU 4     | lab          |

- Fakultas Teknik

| Lantai         | Port Internet | Port Telepon | Port TV | Tipe ONU   | Letak   |
|----------------|---------------|--------------|---------|------------|---------|
| Gedung Dekanat |               |              |         |            |         |
| 1              | 8             | 2            | 1       | ONU 8+4+1  | teknisi |
| 2              | 15            | 8            | -       | ONU 16+8   | dekan   |
| Gedung K       |               |              |         |            |         |
| 1              | 12            | 2            | 1       | ONU 16+2+1 | lobi    |
| 2              | 2             | -            | -       | ONU 4      | K201    |
| 3              | 1             | -            | -       | ONU 4      | K301    |
| Gedung S       |               |              |         |            |         |
| 1              | 2             | -            | -       | ONU 4      | S101    |
| 2              | 2             | -            | -       | ONU 4      | S201    |
| 3              | 2             | -            | -       | ONU 4      | S301    |
| 4              | 2             | -            | -       | ONU 4      | S401    |
| 5              | 2             | -            | -       | ONU 4      | S501    |
| 6              | 2             | -            | -       | ONU 4      | studio  |
| Gedung GK      |               |              |         |            |         |
| 1              | 22            | 4            | -       | ONU 24+4   | staff   |
| 2              | 45            | 2            | -       | ONU 24+2   | Labkom  |
|                |               |              |         | ONU 24+2   | Labkom  |
| Gedung EC      |               |              |         |            |         |
| 1              | 14            | -            | -       | ONU 16     | PI      |

|                       |    |    |    |            |               |
|-----------------------|----|----|----|------------|---------------|
| 2                     | 22 | 4  | -  | ONU 24+4   | Data center   |
| 3                     | 13 | 3  | -  | ONU 16+4   | CDC           |
| 4                     | 22 | -  | -  | ONU 24     | Mekator       |
| Gedung Teknik Elektro |    |    |    |            |               |
| 1                     | 16 | 3  | 1  | ONU 8+4+1  | Sekretariat   |
|                       |    |    |    | ONU 8      | LKEL          |
| 2                     | 47 | 3  | 1  | ONU 8      | Dosen         |
|                       |    |    |    | ONU 16     | Cisco         |
|                       |    |    |    | ONU 24+4+1 | Netlab        |
| 3                     | 24 | -  | -  | ONU 24     | Lab.digital   |
| 4                     | 13 | -  | -  | ONU 16     | Lab.telco     |
| Gedung Teknik Sipil   |    |    |    |            |               |
| 1                     | 30 | 13 | 1  | ONU 16+8+1 | Sekretariat   |
|                       |    |    |    | ONU 16+8+1 | Lab.struktur  |
| 2                     | 24 | 14 | -  | ONU 16+8   | Dosen         |
|                       |    |    |    | ONU 16+8   | Lab.mekanika  |
| 3                     | 13 | 6  | -  | ONU 16+8   | Lab.hidrolika |
| 4                     | 20 | 7  | -  | ONU 16+4   | Lab.PL        |
|                       |    |    |    | ONU 16+4   | Lab.TS        |
| Gedung Teknik Mesin   |    |    |    |            |               |
| 1                     | 15 | 4  | 1  | ONU 16+4+1 | Dosen         |
| 2                     | 13 | -  | 1  | ONU 16+4+1 | Dosen         |
| 3                     | 6  | -  | -  | ONU 8      | Refrijerasi   |
| 4                     | 12 | -  | -- | ONU 16     | Perpus        |
| Gedung Teknik Kimia   |    |    |    |            |               |
| 1                     | 12 | 3  | 1  | ONU 16+4+1 | Dosen         |
| 2                     | 15 | -  | -  | ONU 16     | Dosen         |
| 3                     | 20 | -  | -  | ONU 24     | Dosen         |
| 4                     | 24 | -  | -  | ONU 24     | Komputer      |
| Gedung Arsitektur     |    |    |    |            |               |
| 1                     | 8  | 3  | 1  | ONU 8+4+1  | TU            |

|                         |    |   |   |            |               |
|-------------------------|----|---|---|------------|---------------|
| 2                       | 15 | - | - | ONU 16     | Dosen         |
| Gedung Teknik Metalurgi |    |   |   |            |               |
| 1                       | 22 | 4 | 2 | ONU 8+4+2  | Kadep         |
|                         |    |   |   | ONU 16     | Teknisi       |
| 2                       | 22 | - | - | ONU 16     | Dosen         |
|                         |    |   |   | ONU 16     | KICC          |
| 3                       | 22 | - | - | ONU 24     | Dosen         |
| Gedung Teknik Industri  |    |   |   |            |               |
| 1                       | 32 | 8 | 1 | ONU 8+8+1  | Sekretariat   |
|                         |    |   |   | ONU 24     | SC            |
| 2                       | 16 | - | 1 | ONU 16+2+1 | Dosen         |
| 3                       | 24 | - | - | ONU 16     | r.ergocen     |
|                         |    |   |   | ONU 16     | r.sems        |
| 4                       | 21 | - | - | ONU 24     | r.komp ersama |

- Fakultas Ekonomi

| Lantai         | Port Internet | Port Telepon | Port TV | Tipe ONU  | Letak          |
|----------------|---------------|--------------|---------|-----------|----------------|
| Gedung A       |               |              |         |           |                |
| 1              | 16            | 16           | -       | ONU 8+8   | Adm ekstensi   |
|                |               |              |         | ONU 8+8   | Dosen ekstensi |
| 2              | 20            | 4            | -       | ONU 8+4   | Adm LKJ        |
|                |               |              |         | ONU 16    | Lab LKJ        |
| Gedung Dekanat |               |              |         |           |                |
| 1              | 24            | 12           | 1       | ONU 16+8  | pendidikan     |
|                |               |              |         | ONU 4+2+1 | mahalum        |
|                |               |              |         | ONU 8+2   | fastur         |
| 2              | 24            | 10           | -       | ONU 4+2   | dekan          |
|                |               |              |         | ONU 24+8  | Keuangan       |
| 3              | 21            | 15           | -       | ONU 8+8   | Guru besar     |
|                |               |              |         | ONU 8+8   | SK             |

|                             |    |    |   |            |               |
|-----------------------------|----|----|---|------------|---------------|
|                             |    |    |   | ONU 8+8    | JSB           |
| <b>Gedung Manajemen</b>     |    |    |   |            |               |
| 1                           | 18 | 7  | 1 | ONU 8+8+1  | Staff         |
|                             |    |    |   | ONU 16     | Labkom        |
| 2                           | 15 | 15 | - | ONU 16+16  | Office        |
| <b>Gedung Akuntansi</b>     |    |    |   |            |               |
| 1                           | 20 | 8  | 1 | ONU 8+8+1  | Staff         |
|                             |    |    |   | ONU 16     | Labkom        |
| 2                           | 21 | 10 | - | ONU 16+8   | Sekretariat   |
|                             |    |    |   | ONU 8+4    | Prodi         |
| <b>Gedung Ilmu Ekonomi</b>  |    |    |   |            |               |
| 1                           | 10 | 10 | - | ONU 8+8    | Dosen 1       |
|                             |    |    |   | ONU 8+8    | Dosen 2       |
| 2                           | 11 | 7  | 1 | ONU 4+4    | Guru besar    |
|                             |    |    |   | ONU 8+8+1  | Administrasi  |
| <b>Gedung SC</b>            |    |    |   |            |               |
| 1                           | -  | -  | - | -          | -             |
| 2                           | 8  | -  | - | ONU 8      | SC            |
| <b>Gedung B</b>             |    |    |   |            |               |
| 1                           | -  | -  | - | -          | -             |
| 2                           | 12 | -  | - | ONU 16     | Komputer      |
| <b>Gedung RLC</b>           |    |    |   |            |               |
| 1                           | 10 | 1  | 1 | ONU 16+2+1 | Koleksi       |
| 2                           | 23 | 1  | - | ONU 24+2   | Akses         |
| 3                           | 15 | -  | - | ONU 16     | Jurnal        |
| 4                           | 71 | -  | - | ONU 24     | English lab 1 |
|                             |    |    |   | ONU 24     | English lab 1 |
|                             |    |    |   | ONU 24     | English lab 2 |
| <b>Gedung Pasca Sarjana</b> |    |    |   |            |               |
| 1                           | 16 | 14 | - | ONU 16+16  | Dosen pasca   |
| 2                           | 18 | 14 | 1 | ONU 8+8    | Dosen pasca   |

|   |    |   |   |           |            |
|---|----|---|---|-----------|------------|
|   |    |   |   | ONU 8+8+1 | Guru besar |
|   |    |   |   | ONU 4+4   | Prodi      |
| 3 | 32 | - | - | ONU 16    | Labkom     |
|   |    |   |   | ONU 16    | Labkom     |
| 4 | 2  | - | - | ONU 4     | Arsip      |

- Fakultas Ilmu Komputer

| Lantai   | Port Internet | Port Telepon | Port TV | Tipe ONU   | Letak          |
|----------|---------------|--------------|---------|------------|----------------|
| Gedung A |               |              |         |            |                |
| 1        | 69            | 8            | 1       | ONU 24     | Data center    |
|          |               |              |         | ONU 24+8+1 | Staff          |
|          |               |              |         | ONU 24     | Lab.komputer   |
| 2        | 30            | 4            | -       | ONU 16+4   | Dosen          |
|          |               |              |         | ONU 16     | Lab.arsitektur |
| Gedung B |               |              |         |            |                |
| 1        | 13            | -            | -       | ONU 16     | Perpus         |
| 2        | 8             | 4            | -       | ONU 8+4    | Sekretariat    |
| 3        | 24            | 8            | -       | ONU 24+8   | Staff          |
| 4        | -             | -            | -       | -          | -              |
| 5        | 45            | 4            | -       | ONU 24+4   | IT             |
|          |               |              |         | ONU 24     | Lab.jaringan   |
| 6        | 22            | -            | -       | ONU 24     | Lab.komputer   |
| Gedung C |               |              |         |            |                |
| 1        | 21            | 4            | -       | ONU 24+4   | Pusilkom       |
| 2        | 54            | 8            | -       | ONU 8+8    | Dosen          |
|          |               |              |         | ONU 16     | Lab.IR         |
|          |               |              |         | ONU 16     | Lab.citra      |
|          |               |              |         | ONU 16     | Lab.DL2        |
| 3        | 20            | 8            | -       | ONU 8+8    | Dosen          |
|          |               |              |         | ONU 16     | MIC            |

