

PERANCANGAN JARINGAN AKSES FTTH DENGAN TEKNOLOGI GPON MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA DI “KOTA SATELIT” KUBU RAYA

Nurus sabah¹⁾, Fitri Imansyah²⁾, Trias Pontia W³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

Email: nurussabah96@gmail.com¹⁾, fitri.imansyah@ee.untan.ac.id²⁾, trias.pontia@ee.untan.ac.id³⁾

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi dari tahun ke tahun semakin pesat, hal ini sejalan dengan kebutuhan masyarakat akan layanan komunikasi yang cepat. Perkembangan teknologi ini tersebut memicu masyarakat untuk mendapatkan sarana komunikasi yang lebih baik, sehingga dapat melayani kebutuhan masyarakat akan komunikasi yang praktis, mudah, dan efisien. FTTH (*Fiber To The Home*) merupakan infrastruktur layanan telekomunikasi yang mendukung transmisi pada *bandwidth* yang besar serta dapat memecahkan masalah hambatan akses *bandwidth*. Untuk membuat perancangan jaringan akses FTTH dengan teknologi GPON di “Kota Satelit” Kubu Raya menggunakan algoritma genetika untuk mendapatkan jalur terbaik dari hasil perancangan. *Optisystem* merupakan simulator yang digunakan untuk mengetahui nilai BER (*Bit Error Rate*) dan nilai redaman perangkat pada hasil perancangan. Dari hasil perancangan yang dilakukan menggunakan program algoritma genetika yang telah dibuat menggunakan *software Matlab* didapatkan jalur terbaik 23-12-49-29-31-17-1-20-10-2-11-5-6-21-36-41-16-4-3-40-34-44-22-27-25-43-47-48-42-37-9-15-4-5-39-28-18-24-35-8-14-46-32-38-33-7-13-26-19. Dengan jalur terjauh dari sentral ke pengguna adalah sebesar 4.85 km.

Kata kunci : FTTH, GPON, Algoritma Genetika, *Optisystem*.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan telekomunikasi dari tahun ke tahun semakin pesat, hal ini sejalan dengan kebutuhan masyarakat akan layanan komunikasi yang cepat. Sehingga diperlukan sebuah sarana komunikasi yang lebih baik, sehingga dapat melayani kebutuhan masyarakat akan komunikasi yang praktis, mudah, dan efisien. Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan layanan komunikasi tersebut perlu dibangun sebuah sarana layanan komunikasi berupa sebuah jaringan teknologi yang handal, berformansi yang baik dan dapat menjangkau seluruh daerah yang belum terdapat layanan telekomunikasi.

FTTH merupakan pengembangan dari JARLOKAF (Jaringan Lokal Akses Fiber) yang menggunakan teknologi GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) sebagai standar perangkatnya. Penggunaan teknologi GPON pada jaringan FTTH karena kemampuan teknologi ini dalam mendukung transmisi pada *bandwidth* yang besar serta dapat memecahkan hambatan akses *bandwidth* untuk layanan IPTV dan TV *broadcast*, teknologi ini juga mampu menyediakan 3 layanan (data, suara, dan video) dalam satu infrastruktur. Keunggulan lain dari jaringan FTTH ini adalah kemampuan transfer data yang lebih cepat dibandingkan teknologi jaringan lainnya dan dapat menjangkau jarak yang jauh. Dikarenakan keunggulannya tersebut jaringan akses FTTH semakin diminati para pengguna layanan telekomunikasi, sehingga permintaan pun semakin bertambah.

Perancangan jaringan akses FTTH ini akan dibangun di ‘kota satelit’ Kubu Raya yang berada di Jalan Sungai Raya Dalam, dimana pada lokasi tersebut terdapat

daerah yang belum terangkup layanan jaringan akses fiber optik. Dalam perancangan infrastruktur jaringan akses FTTH pada kawasan yang akan dibangun diperlukan sebuah metode yang matang, untuk menghindari terjadinya perubahan desain dan

Dalam merancang jaringan akses FTTH ini akan digunakan algoritma genetika sebagai metode untuk memperoleh jalur yang optimal dari hasil perancangan dengan menggunakan permasalahan TSP (*Travelling Salesman Problem*). Algoritma genetika digunakan untuk mencari nilai fitness dari suatu populasi semakin rendah nilai fitness maka pada setiap generasi maka semakin baik. Sedangkan TSP untuk mencari rute atau jarak terpendek berdasarkan kunjungan pada masing-masing tempat.

Untuk mengetahui kelayakan dari hasil perancangan yang telah dibuat akan disimulasikan menggunakan *optisystem*. Pada *optisystem* akan didapatkan nilai BER (*Bit Error Rate*), nilai Qfaktor dan nilai daya redaman yang diterima perangkat.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penggunaan fiber optik sebagai media transmisi pada sistem komunikasi memiliki kelebihan dibandingkan dengan media lainnya. Dimana kemampuannya dalam mentransmisikan data yang lebih cepat dengan kanal yang lebih banyak. FTTH (*Fiber To The home*) merupakan salah satu JARLOKAF (Jaringan Kabel Lokal Akses Fiber) yang menggunakan fiber optik untuk mentransmisikan data dari penyedia layanan (*provider*) ke pelanggan. Dalam merancang infrastruktur jaringan akses FTTH diperlukan sebuah metode yang matang, agar tidak terjadi pengulangan

perancangan apabila ada penambahan jumlah pelanggan pada suatu daerah. Sehingga diperlukan sebuah metode yang dapat menghasilkan rute yang optimal dari hasil perancangan.

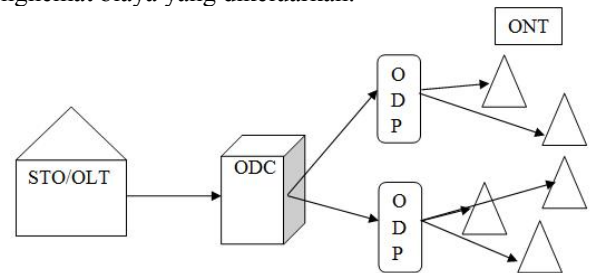
Berikut adalah tinjauan pustaka yang diambil dari beberapa jurnal untuk menunjang penelitian ini:

1. Inu Manggolo (2011) yang berjudul “Optimalisasi Perencanaan Jaringan Akses Serat Optik Fiber To The Home Menggunakan Algoritma Genetika” untuk menghasilkan perencanaan yang optimal pada jaringan akses infrastruktur FTTH, permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan pemodelan pedagang keliling (*Travelling Salesman Problem*) kemudian dicari solusi permasalahan menggunakan algoritma genetika. Algoritma genetika mampu menghasilkan solusi yang optimal secara sederhana dan menghasilkan fitness terbaik dengan cepat.
2. Bayu Heri Prabowo (2015) dengan judul “Perancangan Jaringan Fiber To The Home (Ftth) Di Perumahan Taman Kopo Indah 5 Bandung” dengan melakukan Perancangan yang akan dimulai dengan meramalkan jumlah pelanggan yang akan menggunakan teknologi GPON pada kawasan perumahan Taman Kopo Indah 5. Kemudian dari hasil peramalan akan dirancang jaringan FTTH dari sentral sampai pelanggan dengan menentukan pemakaian, penempatan, jarak, dan spesifikasi perangkat. Setelah itu akan dianalisis hasil perancangan jaringan FTTH tersebut menggunakan *optisystem*.
3. Try Feby Ramadonna (2017) Menurut penelitian yang berjudul “Analisis Dan Penerapan Algoritma Genetika Untuk Optimalisasi Jaringan Akses Fiber To The Home” dari penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode pemodelan TSP (*Travelling Salesman Problem*) dan metode algoritma genetika untuk memperoleh rute terpendek perangkat (*Optical Distribution Point*) pada jaringan akses FTTH (*Fiber To The Home*). Rute tersebut mempengaruhi kinerja pada proses pentransmisi data pada jaringan akses FTTH, ketika redaman pada jaringan ini kurang dari 28 dB (berdasarkan ITU (*International Telecommunication Union*)).
4. Devis A Saragi (2018) yang berjudul ‘Analisis Perancangan Jaringan FTTH di Perumahan Setia Budi Castle Medan’ dalam perancangan diperlukan suatu perancangan gambar dan software simulasi yang mencakup wilayah pelanggan, jalur transmisi dan peletakan perangkat dengan menggunakan aplikasi *AutoCAD* dan *optical system*. Apabila power link budget dibawah nilai standar minimum Rx sensitivity (-27 dBm) yang artinya perancangan ini layak digunakan.

Pada penelitian ini dibuat suatu aplikasi yang dapat dig Pada perancangan yang akan dilakukan algoritma genetika digunakan untuk memperoleh jalur yang optimal dari titik perangkat yang digunakan. Setelah didapat titik koordinat perangkat akan disimulasikan menggunakan *optisystem* untuk mendapatkan nilai BER dan nilai redaman perangkat.

2.1 FTTH (Fiber To The Home)

FTTH (*Fiber To The Home*) dapat didefinisikan sebagai arsitektur jaringan fiber optik mulai dari Sentral Telepon Otoman (STO) hingga ke perangkat pelanggan. Penerapan fiber optik pada jaringan FTTH ini merupakan kemajuan dari perkembangan teknologi fiber optik yang dapat menggantikan penggunaan kabel konvensional. Teknologi fiber optik dipilih sebagai media penghantar dalam jaringan FTTH ini karena mampu mengurangi biaya operasi serta memberikan layanan yang lebih baik ke pelanggan sehingga dapat menghemat biaya yang dikeluarkan.



Gambar 1. Arsitektur FTTH

2.2 GPON

GPON (*Gigabit Passive Optical Network*) merupakan salah satu teknologi jaringan fiber optik pasif. Teknologi GPON ini memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan teknologi serat optik pasif lain diantaranya GPON sudah mendukung aplikasi triple play, menghemat penggunaan serat optik, memiliki proteksi yang handal, dan juga memiliki *bit rate* hingga orde gigabit.

2.3 Algoritma Genetika

Tujuan dari algoritma genetika adalah mencari *fitness value* dari individu di suatu populasi. Proses keseluruhan merupakan proses iterasi dari generasi ke generasi, dimana setiap generasi menghasilkan keturunan atau *offspring*, dimana setiap keturunan mempunyai individu yang baik dibandingkan orang-tua atau *parent*-nya. Keturunan individu yang terbaik akan terpilih lagi menjadi *parent* pada generasi berikutnya. Proses ini terus menerus sampai *fitness value* dapat ditemukan.

2.4 Optisystem

Optisystem merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan simulasi suatu jaringan fiber optik dari sentral sampai ke pengguna, pada optisystem akan menampilkan nilai redaman yang diterima perangkat, grafik BER, *Q factor* dan *eye diagram*.

2.5 Parameter kelayakan

➤ Power link budget

Perhitungan dan analisis power budget merupakan salah satu metode untuk mengetahui performansi suatu jaringan. Hal ini dikarenakan metode ini dapat digunakan untuk melihat kelayakan suatu jaringan untuk mengirimkan sinyal dari pengirim sampai ke penerima atau dari sentral (OLT) ke pengguna (ONT).

Untuk menghitung total loss suatu jaringan digunakan rumus sebagai berikut:

$$\alpha_{\text{total}} = L \cdot \alpha_{\text{serat}} + N_c \cdot \alpha_c + N_s \cdot \alpha_s + S_p$$

dimana:

- α_{total} = total redaman (dB)
 L = Panjang serat optik (dalam Kilometer)
 α_{serat} = Redaman serat optik (dB/Km)
 N_c = Jumlah konektor
 α_c = Redaman konektor (dB/buah)
 N_s = Jumlah sambungan
 α_s = Redaman sambungan (dB/sambungan)
 S_p = Redaman splitter (dB)

Untuk menghitung nilai redaman yang diterima pada perangkat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_r = P_t - \alpha_{\text{total}}$$

dimana :

- α_{total} = Total loss (dB)
 P_t = Power Transmit (dBm)
 P_r = Power Receive (dBm)

➤ **Rise time budget**

Rise time budget merupakan metode untuk menentukan batasan dispersi suatu *link* serat optik. Metode ini sangat berguna untuk menganalisa sistem transmisi digital. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisa apakah unjuk kerja jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan.

Rise time budget sistem secara keseluruhan diberikan dengan rumus dan sebagai berikut:

$$t_f = D \cdot \sigma \lambda \cdot L_{\text{sist}}$$

dimana:

- t_f = Rise time fiber (ps)
 D = Koefisiendispersi (ps/nm.km)
 $\Sigma \lambda$ = Lebar spektral (nm)
 L = Jarak (km)

$$t_{\text{sist}} = \sqrt{t_{\text{tx}}^2 + t_{\text{rx}}^2 + t_f^2}$$

dimana :

- t_{sist} = *Rise Time System*
 t_{tx} = *Rise time* pengirim optik(ps)
 t_{rx} = *Rise time* penerima optik(ps)
 t_f = *Rise time fiber* (ps)

3. METODOLOGI PENELITIAN

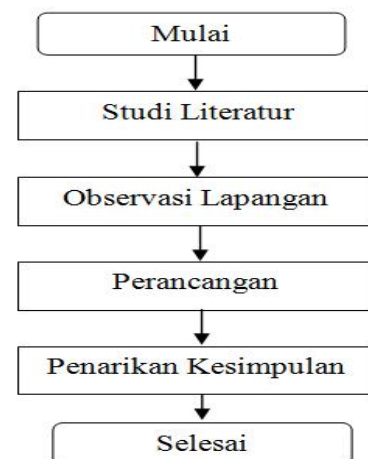
3.1 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Laptop*, sebagai alat yang digunakan untuk mengolah data yang didapatkan dari hasil perancangan yang telah dilakukan. Laptop yang digunakan adalah :
Acer Aspire E1-471-32322G50Mn
Core i3, 2.20GHz
DDR3 SDRM, 2GB, HDD, 500GB
- Software* MATLAB R2007b, merupakan perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk membuat perancangan jaringan akses fiber to the home pada setiap titik dengan menggunakan permasalahan TSP (*Travelling Salesman Problem*).
- Software* OptiSystem 16.0, digunakan untuk mensimulasikan suatu jaringan akses *fiber to the home* dari sentral sampai ke pengguna dari hasil perancangan yang telah dilakukan menggunakan *matlab*. *Optisystem* ini digunakan untuk melakukan perhitungan *loss budget* pada jaringan fiber optik yang sesungguhnya. Dalam pengetesan performansi jaringan menggunakan komponen *optical power meter* dan *BER analyzer*.
- Google Earth Pro*, digunakan untuk membuat titik-titik peletakkan perangkat yang akan digunakan dalam perancangan dan untuk mendapatkan data berupa koordinat (*latitude* dan *longitude*).

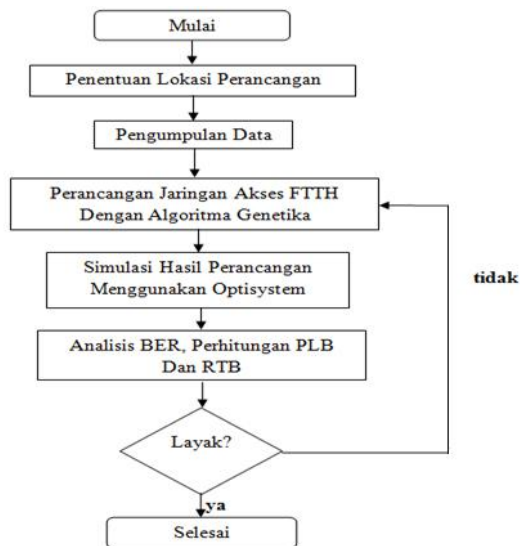
3.2 Tahapan Pembuatan Tugas Akhir

Untuk membuat suatu perancangan jaringan akses *Fiber To The Home* perlu dilakukan beberapa metode yang perlu dilakukan sebagai penunjang tugas akhir adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram Alir secara Umum

Dengan diagram alir ini diharapkan mempunyai gambaran mengenai tahap-tahap perancangan yang akan dilakukan. Berikut diagram alir perancangan jaringan akses *fiber to the home* yang akan dilakukan



Gambar 3. Diagram Alir Perancangan

3.3 Langkah-langkah Perancangan Jaringan Akses FTTH (Fiber To The Home)

Agar penelitian yang akan dilakukan berjalan dengan baik, perlu disusun langkah-langkah dalam melakukan perancangan jaringan *fiber to the home* dengan teknologi GPON di “kota satelit” menggunakan algoritma genetika. Berikut merupakan langkah dalam perancangan yang akan dilakukan:

- Observasi lapangan ke Jalan Sungai Raya Dalam untuk melihat daerah yang belum terdapat jalur fiber optik dan menentukan titik-titik lokasi yang akan dirancang jaringan akses FTTH.
- Membuat titik-titik penempatan perangkat menggunakan google earth untuk mendapat koordinat pada tiap perangkat.
- Membuat program algoritma genetika dengan permasalahan TSP menggunakan *matlab* berdasarkan data koordinat yang telah didapatkan.
- Melakukan pengujian hasil perancangan berdasarkan program yang telah dibuat menggunakan *software optisystem* untuk mendapatkan nilai BER dan nilai redaman.
- Melakukan perhitungan *power link budget* dan *rise time budget* secara manual untuk mengetahui apakah perncangan yang dibuat sesuai dengan persyaratan.

3.4 Perancangan Menggunakan Algoritma Genetika

Berikut merupakan tahapan-tahapan dalam membuat program algoritma menggunakan *matlab* :

1. Skema pengkodean

Setiap kromosom berisi gen yang mempresentasikan nomor urut perangkat ODP. Jumlah gen dalam setiap kromosom adalah sama dengan jumlah titik perangkat. Skema ini diimplementasikan menggunakan baris-baris perintah untuk fungsi *TSPInisialisasiPopulasi* sebagai berikut :

```

function Populasi =
TSPInisialisasiPopulasi(UkPop,JumGen)
for ii=1:UkPop,
    [Xval,Ind]=sort(rand(1, JumGen));
    Populasi(ii,:)=Ind;
end
  
```

2. Menghitung nilai fitness

Perhitungan nilai fitness diimplementasikan dalam fungsi *TSPEvaluasiIndividu*. Dimana masukkan untuk fungsi ini adalah tiga variabel: kromosom, *JumGen*, *XYlokasi*. Variabel *XYlokasi* berisi koordinat-koordinat dari semua titik peletakkan ODP.

```

function Fitness =
TSPEvaluasiIndividu(Kromosom,JumGen,XYlokasi)
TB = 0;
for ii=1:JumGen-1,
    TB=TB+norm(XYlokasi(Kromosom(ii,:),:)-
XYlokasi(Kromosom(ii+1,:),:));
end
% Jalur untuk kembali ke kota asal.
TB =TB +norm(XYlokasi(Kromosom(ii,:),:)-
XYlokasi(Kromosom(1,:),:));
Fitness =1/TB;
  
```

3. Linear fitness ranking

Untuk menghindari kecenderungan konvergen pada *optimum local*, maka dilakukan proses penskalaan nilai fitness, sehingga akan diperoleh nilai fitness yang berada dalam interval $[MaxF, MinF]$ sehingga diperoleh fitness baru yang lebih baik, yaitu memiliki variansi yang tinggi. Berikut merupakan fungsi implementasi dari *TSPLinearFitnessRanking* pada algoritma genetika menggunakan *matlab*:

```

function LFR =
LinearFitnessRanking(UkPop,Fitness,MaxF,MinF)
[SF,IndF]=sort(Fitness);
for rr= 1; UkPop,
    LFR (IndF(UkPop-rr+1)) = MaxF-(MaxF-
MinF)*((rr-1)/(UkPop- 1));
end
Variabel SF berisi nilai-nilai fitness hasil pengurutan,
sedangkan IndF berisi indeks dari nilai-nilai fitness
tersebut.
  
```

4. Roulette-wheel

Fungsi *roulette-wheel* diimplementasikan untuk mendapatkan keluaran berupa *Pindex*, yaitu indeks dari individu terpilih sebagai orang tua. Fungsi ini disimpan pada baris perintah *RouletteWheel*.

```

function Pindex =
RouletteWheel(UkPop,LinearFitness)
JumFitness = sum(LinearFitness);
KumulatifFitness=0;
RN = rand;
ii = 1;
while ii<=UkPop,
  
```



```

    KumulatifFitness =KumulatifFitness +
    LinearFitness(ii);
    if (KumulatifFitness/JumFitness)> RN,
        Pindex =ii;
        break;
    end
    ii =ii+1;
end

```

5. Pindah silang (*Cross Over*)

Pada skema ini, satu bagian kromosom dipertukarkan dengan tetap menjaga urutan lokasi yang bukan bagian dari kromosom tersebut. Berikut implementasi dari TSP Pindah Silang dalam matlab:

```

function Anak =
TSP PindahSilang(Bapak,Ibu,JumGen)
cp1 = 1 + fix(rand*(JumGen-1));
cp2 = 1 + fix(rand*(JumGen-1));
while cp2==cp1,
    cp2=1+fix(rand*(JumGen-1));
end
if cp1<cp2,
    cps =cp1;
    cpd =cp2;
else cps =cp2;
    cpd =cp1;
end
Anak(1,cps+1:cpd)=Ibu(cps+1:cpd);
Anak(2,cps+1:cpd)=Bapak(cps+1:cpd);
SisaGenbapak=[]; SisaGenibu=[];
for ii=1:JumGen,
    if ~ismember(Bapak(ii), Anak(1,:));
        SisaGenbapak = [SisaGenbapak Bapak(ii)];
    end
    if ~ismember(Ibu(ii), Anak(1,:));
        SisaGenibu = [SisaGenibu Ibu(ii)];
    end
end
Anak(1,cpd+1:JumGen) =
SisaGenbapak(1:JumGen-cpd);
Anak(1,1:cps) = SisaGenbapak(1+JumGen-
cpd:length(SisaGenbapak));
Anak(2,cpd+1:JumGen) = SisaGenibu(1:JumGen-
cpd);
Anak(2,1:cps) = SisaGenibu(1+JumGen-
cpd:length(SisaGenibu));

```

6. Mutasi

Pada TSP biasanya digunakan skema mutasi yang disebut sebagai swapping mutation. Masukan untuk fungsi ini adalah kromosom, JumGen, dan Pmutasi. Untuk semua gen dalam kromosom, jika bilangan random [0,1) yang dibangkitkan kurang dari Pmutasi, maka nilai gen tersebut akan ditukarkan dengan nilai gen lain yang dipilih secara random. Keluaran dari fungsi ini adalah MutKrom, yaitu kromosom yang telah termutasi. Dibawah ini merupakan implementasi TSP Mutasi dalam matlab:

```

function MutKrom =
TSPMutasi(Kromosom,JumGen,Pmutasi)

```

```

MutKrom =Kromosom;
for ii=1:JumGen,
    if rand <Pmutasi,
        TM2=1+fix(rand*JumGen);
        while TM2 = ii,
            TM2=1+fix(rand*JumGen);
        end
        temp = MutKrom(ii);
        MutKrom(ii)=MutKrom(TM2);
        MutKrom(TM2)=temp;
    end
end

```

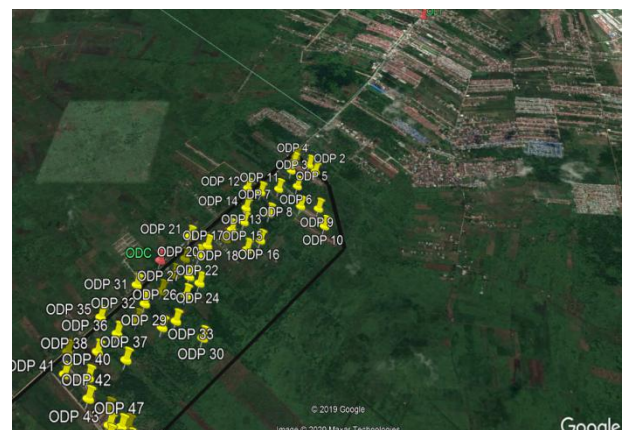
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Jaringan Akses *Fiber To The Home*

Sebelum melakukan perancangan jaringan akses FTTH diperlukan sebuah data untuk mendukung perancangan yang akan dibuat. Data yang akan digunakan berupa titik-titik koordinat dari peletakan perangkat menggunakan aplikasi *google earth*. Titik koordinat ini digunakan untuk mendapatkan rute optimal dalam perancangan yang akan diimplementasikan dalam algoritma genetika menggunakan *matlab* yang selanjutnya akan disimulasikan dengan *software optisystem*. Pada tabel 1. ini akan menampilkan titik koordinat dari perangkat ODP :

Tabel 1. Titik Koordinat ODP

Perangkat	Latitude	Longitude
ODP 1	-0.102010°	109.340764°
ODP 2	-0.102718°	109.341695°
ODP 3	-0.103269°	109.342112°
ODP 4	-0.102444°	109.340668°
ODP 5	-0.103177°	109.340518°
ODP 6	-0.104445°	109.340984°
.....
.....
ODP 48	-0.119217°	109.332508°
ODP 49	-0.119683°	109.332880°



Gambar 4. Pemetaan Lokasi Perancangan

Untuk standar jaringan akses FTTH jarak dari STO ke pengguna maksimal 20 km. Dalam penelitian ini jarak dari OLT/STO ke ODC adalah 3,18 km. Pada tabel 4.2 akan menampilkan jarak dari ODC ke ODP dan ODP ke rumah pengguna terjauh yang akan digunakan :

Tabel 2. Jarak Antar perangkat dari ODP ke ODC dan ODP ke ONT

Perangkat ODP	Jarak ODP ke ODC	Jarak ODP ke Pengguna Terjauh
ODP 1	1,29 km	0,10 km
ODP 2	1,42 km	0,06 km
ODP 3	1,50 km	0,07 km
ODP 4	1,27 km	0,08 km
ODP 5	1,24 km	0,12 km
ODP 6	1,31 km	0,10 km
ODP 7	1,10 km	0,04 km
.....
.....
ODP 48	1,48 km	0,05 km
ODP 49	1,54 km	0,09 km

4.2 Hasil Perancangan Menggunakan Algoritma Genetika

Dari hasil *running* program algoritma genetika yang telah dibuat menggunakan *matlab*, berdasarkan peletakan perangkat pada lokasi perancangan yaitu ‘Kota Satelit’ Kubu Raya, diperoleh hasil sebagai berikut :

a. Populasi awal

Dalam membangkitkan populasi awal dengan proses membangkitkan individu dengan prosedur tertentu maupun dilakukan secara acak. Untuk UkPop (Ukuran Populasi) tergantung pada masalah yang akan diselesaikan dan jenis operator genetika yang akan diimplementasikan. Pada masalah ini ukuran populasi akan ditentukan secara random yaitu UkPop = 20, nilai ini hanya sebagai sampel. Untuk nilai ukuran populasi dapat memasukan nilai berapapun.

b. Nilai Fitness

Dengan nilai fitness rata-rata dari 20 individu tersebut adalah 2.6881

c. Jalur Terbaik

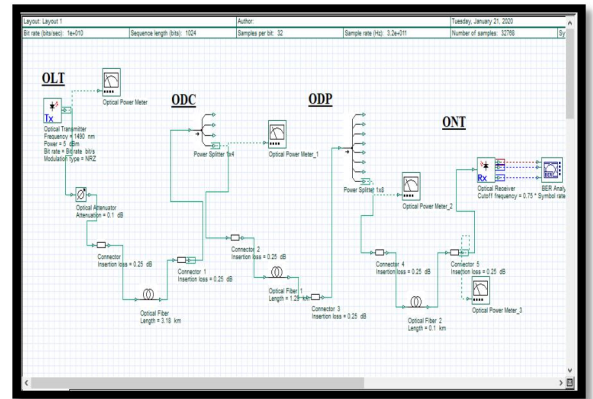
Berikut jalur terbaik dari 49 titik perangkat yang diletakkan dan di *running* melalui program *Matlab*:

23-12-49-29-31-17-1-20-10-2-11-5-6-21-36-41-16-4-3-40-34-44-30-22-27-25-43-47-48-42-37-9-15-45-39-28-18-24-35-8-14-46-32-38-33-7-13-26-19.

4.3 Simulasi Hasil Perancangan Menggunakan Optisystem

Simulasi dari hasil perancangan akan dilakukan menggunakan *software optisystem* secara konfigurasi *uplink* (dari OLT ke ONT) dan konfigurasi *downlink* (dari ONT ke OLT). Simulasi akan dilakukan dengan 10 sampel ODP

dari sentral (OLT) ke pengguna (ONT) dengan jarak terjauh.



Gambar 5. Rangkaian Simulasi Perangkat FTTH Menggunakan *Optisystem* Secara Downlink

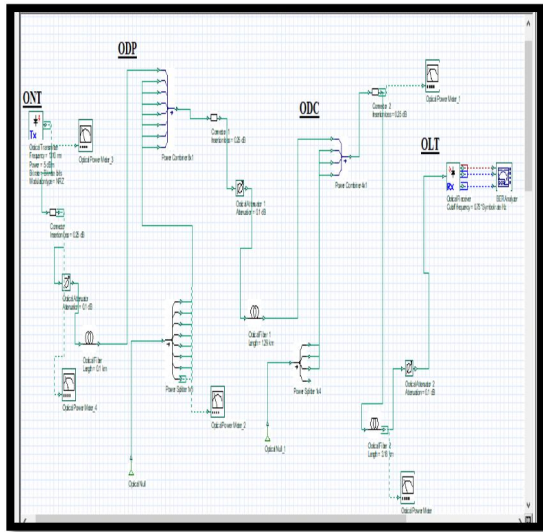
Pada Tabel 3. akan ditampilkan hasil simulasi *optisystem* berdasarkan 10 sampel perangkat ODP dengan jarak terjauh dari sentral ke pengguna.

Tabel 3. Hasil Simulasi *Optisystem* dari 10 Perangkat ODP Terjauh Secara Downlink

Perangkat	Nilai Prx	Nilai BER	Q faktor
ODP 2	-15.306 dBm	5.89317×10^{-71}	17.7713
ODP 3	-15.324 dBm	1.1800×10^{-73}	18.1165
ODP 9	-15.330 dBm	1.6869×10^{-75}	17.8413
ODP 10	-15.331 dBm	4.31613×10^{-69}	18.0449
ODP 43	-15.300 dBm	2.86422×10^{-72}	18.32
ODP 45	-15.320 dBm	5.16124×10^{-78}	17.6491
ODP 46	-15.344 dBm	1.08412×10^{-76}	18.497
ODP 47	-15.320 dBm	8.4265×10^{-76}	18.3869
ODP 48	-15.316 dBm	4.48845×10^{-78}	18.6681
ODP 49	-15.336 dBm	9.75294×10^{-77}	18.503

Dari tabel diatas nilai hasil perancangan yang dihasilkan dari simulasi menggunakan *optisystem* secara *downlink* dapat dinyatakan bahwa perancangan layak.

Dimana pada ODP 46 yang merupakan titik perangkat terjauh dari sentral ke pengguna didapatkan nilai BER sebesar 1.08412×10^{-76} , nilai redaman perangkat (Prx) sebesar -15.344 dBm, dan nilai Q faktor sebesar 18.497.



Gambar 6. Rangkaian Simulasi Perangkat FTTH Menggunakan *Optisystem* Secara *Uplink*

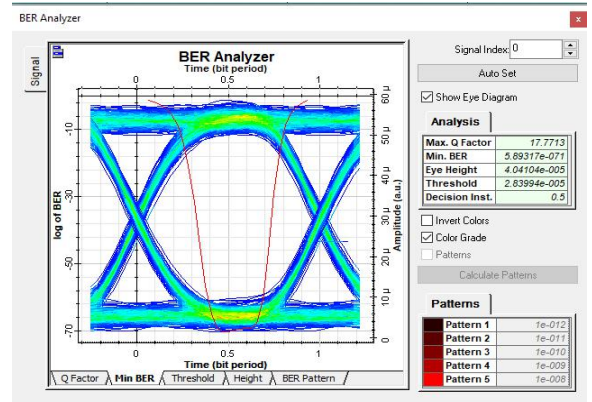
Pada Tabel 4. Akan menampilkan hasil simulasi dari 10 sampel ODP terjauh dari sentral ke pengguna:

Tabel 4. Hasil Simulasi *Optisystem* dari 10 Perangkat ODP Terjauh Secara *Uplink*

Perangkat ODP	Nilai Prx	Nilai BER	Q Faktor
ODP 2	-14.529 dBm	1.11959×10^{-102}	21.4831
ODP 3	-14.548 dBm.	3.30527×10^{-100}	21.2172
ODP 9	-14.553 dBm	8.38385×10^{-104}	21.6031
ODP 10	-14.562 dBm	1.13441×10^{-100}	21.2675
ODP 43	-14.650 dBm	1.36195×10^{-99}	21.1505
ODP 45	-14.678 dBm	5.40704×10^{-96}	21.756
ODP 46	-14.694 dBm	6.21432×10^{-98}	20.9695
ODP 47	-14.670 dBm	4.3095×10^{-97}	20.8772
ODP 48	-14.666 dBm	3.10748×10^{-94}	20.5603
ODP 49	-14.686 dBm	1.69697×10^{-100}	20.0311

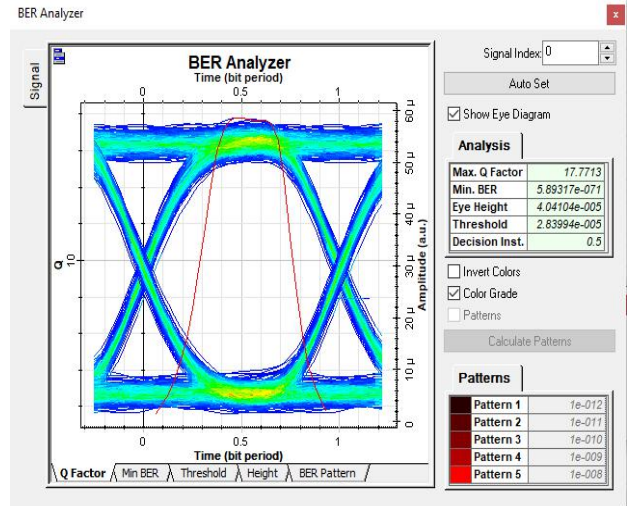
Pada simulasi perangkat yang dihasilkan menggunakan *optisystem* secara *uplink* hasil perancangan juga dikatakan layak. Dimana nilai yang didapatkan pada ODP 46 adalah nilai BER sebesar 6.21432×10^{-98} , nilai redaman perangkat (Prx) sebesar -14.694 dBm, dan Q faktor sebesar 20.9695.

4.4 Analisis BER (*Bit Error Rate*)



Gambar 8. Nilai BER pada *BER Analyzer*

Pada Gambar 8. tersebut menyatakan grafik BER yang dihasilkan dari perancangan layak, dimana standar maksimum nilai BER adalah 10^{-9} . Pada perancangan ini nilai BER yang dihasilkan pada perangkat terjauh adalah 6.21432×10^{-98} yang berada pada ODP 46.



Gambar 9. Grafik *Q Factor*

Pada Gambar 9. menampilkan grafik *Q factor* dengan nilai yang dihasilkan diatas standar minimum yang ditentukan. Sebuah perancangan akan dikatakan layak apabila nilai *Q factor* yang dihasilkan diatas. Dimana pada perancangan yang telah dilakukan nilai *Q factor* yang di peroleh adalah 20.9695 pada titik perangkat terjauh yaitu ODP 46.

4.5 Analisis Perhitungan *Power Link Budget* dan *Rise Time Budget*

4.5.1 Perhitungan *Power Link Budget*

Perangkat terjauh berada pada titik ODP 46 dimana jarak dari sentral sampai ke pengguna sejauh 4,85 km. Berikut perhitungan power link budget berdasarkan jarak perangkat terjauh :

Perhitungan *downlink*:

- Redaman total

$$\begin{aligned} \alpha_{total} &= (L \times \alpha_f) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + \alpha_{splitter} \\ &= (4,85 \times 0,28) + (6 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + (7,25 + 10,38) \end{aligned}$$

$$= 1,358 + 1,5 + 0,2 + 17,63$$

$$= 20,688 \text{ dB}$$

- *Power link budget/ power daya penerima*

$$Prx = Ptx - \alpha_{total}$$

$$= 5 - 20,688$$

$$= -15,688 \text{ dBm}$$

- *Margin daya*

$$M = (Ptx - Prx(sensivitas) - \alpha_{total} - SM)$$

$$= (5 - (-28)) - 20,6348 - 6$$

$$= 6,312 \text{ dB}$$

Perhitungan *uplink*:

- *Redaman total*

$$\alpha_{total} = (L \times \alpha_f) + (N_c \times \alpha_c) + (N_s \times \alpha_s) + \alpha_{splitter}$$

$$= (4,85 \times 0,35) + (6 \times 0,25) + (2 \times 0,1) + (7,25 + 10,38)$$

$$= 1,6975 + 1,5 + 0,2 + 17,63$$

$$= 21,0275 \text{ dB}$$

- *Power link budget/ power daya penerima*

$$Prx = Ptx - \alpha_{total}$$

$$= 5 - 21,0275$$

$$= -16,0275 \text{ dBm}$$

- *Margin daya*

$$M = (Ptx - Prx(sensivitas) - \alpha_{total} - SM)$$

$$= (5 - (-28)) - 21,0275 - 6$$

$$= 5,9725 \text{ dB}$$

Dari perhitungan *power link budget* pada ODP didapatkan nilai dibawah standar sensitivitas daya terima (Rx) yaitu -28 dBm. Dimana jarak ODP terjauh dari sentral ke pengguna berada pada ODP 46 dengan nilai *power link budget* sebesar -15,688 dBm (*downlink*) dan -16,0275 dBm (*uplink*). Hasil perhitungan yang didapatkan tidak jauh berbeda dari hasil simulasi menggunakan *optisystem*. Perbedaan nilai yang hasil yang didapatkan bisa terjadi karena pada *optisystem* perhitungan dilakukan secara digital, sehingga lebih akurat.

4.5.2 Perhitungan Rise Time Budget

Perhitungan *bit rate* :

- *Downlink*

$$t_r = \frac{0,7}{br}$$

$$= \frac{0,7}{2,4 \times 10^9}$$

$$= 0,292 \text{ ns}$$

- *Uplink*

$$t_r = \frac{0,7}{br}$$

$$= \frac{0,7}{1,2 \times 10^9}$$

$$= 0,58 \text{ ns}$$

Jarak perangkat terjauh dari sentral ke pengguna berada pada ODP 46 dengan jarak sejauh 4,85 km. Maka akan dilakukan perhitungan pada ODP 46 apakah perancangan yang telah dilakukan layak atau tidak.

- *Perhitungan downlink*

Perhitungan *dispersion chromatic* :

$$t_f = D \times \sigma \lambda \times L$$

$$= (13,64 \times 10^{-3}) \times 1 \times 4,85$$

$$= 0,06615 \text{ ns}$$

Perhitungan *rise time system* :

$$t_{sys} = \sqrt{t_{rx}^2 + t_{tx}^2 + t_f^2}$$

$$= \sqrt{0,15^2 + 0,2^2 + 0,06615^2}$$

$$= 0,258 \text{ ns}$$

- *Perhitungan uplink*

Perhitungan *dispersion chromatic* :

$$t_f = D \times \sigma \lambda \times L$$

$$= (3,5 \times 10^{-3}) \times 1 \times 4,85$$

$$= 0,061697 \text{ ns}$$

Perhitungan *rise time system* :

$$t_{sys} = \sqrt{t_{rx}^2 + t_{tx}^2 + t_f^2}$$

$$= \sqrt{0,15^2 + 0,2^2 + 0,061697^2}$$

$$= 0,2505 \text{ ns}$$

Perhitungan *rise time budget* dari sampel 10 ODP yang telah dilakukan, nilai yang diperoleh baik perhitungan secara *downlink* maupun *uplink* masih dibawah standar maksimum. Pada ODP 46 yang merupakan titik perangkat terjauh yaitu 4.85 km diperoleh nilai *rise time system* sebesar 0,258 ns (*downlink*) dan 0.2505 ns (*uplink*)

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan jaringan akses FTTH yang telah dilakukan di 'kota satelit' Kubu Raya didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Dari program algoritma genetika yang telah dibuat menggunakan *software matlab* didapatkan jalur terbaik
23-12-49-29-31-17-1-20-10-2-11-5-6-21-36-41-16-4-3-40-34-44-30-22-27-25-43-47-48-42-37-9-15-45-39-28-18-24-35-8-14-46-32-38-33-7-13-26-19

Dengan jalur terjauh dari sentral ke pengguna adalah sebesar 4.85 km.

2. Pada simulasi perangkat yang dihasilkan menggunakan *optisystem* secara *downlink* dan *uplink* hasil perancangan dikatakan layak. Dimana nilai yang didapatkan pada ODP 46 didapatkan nilai BER sebesar 1.08412×10^{-76} , nilai redaman perangkat (Prx) sebesar -15.344 dBm, dan nilai Q faktor sebesar 18.497 secara *downlink*. Nilai BER sebesar 6.21432×10^{-98} , nilai redaman perangkat (Prx) sebesar -14.694 dBm, dan Q faktor sebesar 20.9695 secara *uplink*.

3. Dari perhitungan *power link budget* yang dilakukan dengan sampel 10 ODP dengan jarak dari sentral ke pengguna terjauh. Dimana jarak ODP terjauh dari sentral ke pengguna berada pada ODP 46 dengan nilai *power link budget* sebesar -15,688 dBm (*downlink*) dan -16.0275 dBm (*uplink*).
4. Untuk perhitungan *rise time budget* dari sampel 10 ODP juga didapatkan hasil dibawah nilai maksimum *rise time budget* baik perhitungan secara *downlink* maupun *uplink*. Dimana pada ODP 46 yang merupakan titik perangkat terjauh yaitu 4.85 km diperoleh nilai *rise time system* sebesar 0,258 ns (*downlink*) dan 0.2505 ns (*uplink*).

5.2 Saran

Dari hasil perancangan yang telah dilakukan masih terdapat beberapa kekurangan, untuk yang ingin melanjutkan perancangan ini diharapkan penulis untuk melakukan tahapan sebagai berikut :

1. Perancangan dilakukan langsung di lokasi yang akan dirancang sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat dari pada melalui *google earth*.
2. Berkoordinasi dengan *provider* untuk memproleh parameter yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan.
3. Diharapkan dari hasil perancangan ini dapat dijadikan acuan bagi provider khususnya PT Telkom Indonesia yang akan membangun infrastruktur jaringan fiber optik di “Kota Satelit” Kubu Raya berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan.

REFERENSI

- Amri Khoirul Fath. 2015. Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Wilayah Permata Buah Batu I, Bandung. Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
- Atika Fitriyani. 2015. Perancangan Jaringan Fiber To The Home (Ftth) Perumahan Nataendah Kopo. Telkom University, Bandung .
- Bayu Heri Prabowo. 2015. Perancangan Jaringan Fiber To The Home (Ftth) Di Perumahan Taman Kopo Indah 5 Bandung. Fakultas Teknik, Universitas Telkom.
- Devis A Saragi. 2018. Analisis Perancangan Jaringan FTTH di Perumahan Setia Budi Castle Medan. Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Divisi Akses. 2012. Panduan Desain FTTH. PT Telekomunikasi Indonesia Tbk. Jakarta.
- Gia Muhammad. 2018. Algoritma Genetika. Sekolah Pascasarjana. Departemen Ilmu Komputer.

Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian. Bogor

- Igntia Gita.D.P. 2015. Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) di Private Village, Cikoneng. Universitas Telkom.
- Johan Susilo, Hafidufin, M.a Yusuf Latif. 2018. Perancangan Jaringan Fiber To The Home (Ftth) Di Desa Pedan Telkom Klaten Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (Gpon) Untuk Layanan Triple Play. Fakultas Ilmu Terapan – Universitas Telkom.
- Inu Manggolo, Marza Ihsan Marzuki, Mudrik Alayidrus. 2011. Optimalisasi Perencanaan Jaringan Akses Serat Optik Fiber To The Home Menggunakan Algoritma. Magister Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana. Jakarta.
- Okta Nur Theo Yuwana. 2017. Perancangan Jaringan Fiber To The Home (Ftth) Dengan Teknologi Gpon Di Kecamatan Cibeber Kota Cilegon. Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta
- Telkom Akses Indonesia. 2016. Design Fiber to The x (FTTX).
- Try Feby Ramadonna. 2017. Analisis Dan Penerapan Algoritma Genetika Untuk Optimalisasi Jaringan Akses Fiber To The Home (Studi Kasus : PT Telekomunikasi Indonesia). Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.
- Suyanto. 2005. Algoritma Genetika dalam MATLAB. Yogyakarta: Andi Offset.
- Vidya Arum Lestari. 2018. Desain Jaringan Fiber Optik Untuk Solusi Cluster Bumi Adipura. Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University.



BIOGRAFI

Nurus Sabah, lahir di Pontianak, 31 Desember 1995. Menempuh pendidikan dasar di SD Negeri 12 Pontianak lulus pada tahun 2008 dan melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 6 Pontianak lulus pada tahun 2011, kemudian melanjutkan pendidikan di SMA Swasta Santun Untan Pontianak lulus pada tahun 2014. Memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknik Elektro Universitas Tanjung Pura Pontianak padatahun 2020.

ABSTRACT

The development of information and communication technology from year to year increasing rapidly, in this is line with the increasing needs of the community for communication services. The development of this technology was triggered the community for getting means of communication better, so can serve needs of community for communication practical, easy, and efficient. FTTH (Fiber To The Home) is telecommunications service infrastructure that support transmission with large bandwidth and can solve problem with bandwidth access barriers. To design an FTTH access network with GPON technology in 'satellite city' Kubu Raya using genetic algorithms to get the best track from the design results. Optisystem is a simulator used to know the value of BER (Bit Error Rate) and value of damping devices on the results of design. From the design committed using the algorithms genetics made using software matlab obtained the best track 23-12-49-29-31-17-1-20-10-2-11-5-6-21-36-41-16-4-3-40-34-44-22-27-25-43-47-48-42-37-9-15-4-5-39-28-18-24-35-8-14-46-32-38-33-7-13-26-19. With the farthest distance from central to user is 4.85 km.

Keywords : FTTH, GPON, Genetic Algorithm, Optisystem.

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERANCANGAN JARINGAN AKSES FTTH DENGAN TEKNOLOGI GPON
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA DI 'KOTA SATELIT' KUBU RAYA**

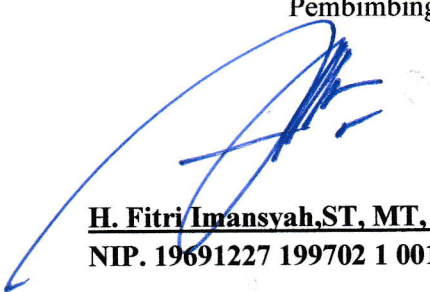
NURUS SABAH
D1021151076

Pontianak, 31 Januari 2020

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



H. Fitri Imansyah, ST, MT, IPU, ASEAN Eng
NIP. 19691227 199702 1 001



F. Trias Pontia W, ST, MT, IPM, ASEAN Eng
NIP197510012000031001