

Analisis Perbandingan Metode *Particle Swarm Optimization* dan Metode Algoritma Genetika untuk Optimasi Rute Fiber To The Home pada Perumahan Bernady Land Slawu Jember

Nadya Pitaloka Rahmasari

pitalokanad@gmail.com
Universitas Jember

Ike Fibriani

Ikefibriani.teknik@unej.ac.id
Universitas Jember

Widya Cahyadi

cahyadi@unej.ac.id
Universitas Jember

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keandalan dari metode Algoritma Genetika dalam pencarian rute terbaik untuk jaringan FTTH dengan performansi Power Link Budget dan redaman total yang dihasilkan dengan metode Particle Swarm Optimization. Penelitian ini dilaksanakan pada Januari 2020 – April 2020 di PT Telekomunikasi Indonesia Tbk Jember, Divisi SDI. Penelitian ini melakukan pengukuran dengan Google Earth yaitu nilai jarak ODP pelanggan pada perumahan sebanyak 30 ODP dengan koordinat ODP pelanggan longitude dan latitude dengan pembagian 3 wilayah optimasi. Dilanjutkan pengujian metode optimasi Algoritma Genetika dengan parameter Npop 10 – 200, Maxgen 200 dengan proses seleksi random selection, proses Crossover two cut point 0.9 dan proses mutasi swap mutation 0.3. Hasil pengujian jarak total memiliki selisih jarak sebesar 2,7 Meter lebih besar dari hasil penelitian sebelumnya yaitu metode PSO atau sebesar 0,027% dengan waktu komputasi yang dihasilkan dari metode Particle Swarm Optimization lebih cepat sebesar 0,23357 detik sedangkan metode Algoritma Genetika 3,2333 detik. Nilai redaman total yang di pengaruhi jarak total dihasilkan sebesar 0,33796 dBm untuk metode PSO dan metode Algoritma Genetika sebesar 0,33887 dBm. Nilai Power Link Budget yang di hasilkan arah downstream metode Particle Swarm Optimization lebih baik dibanding Algoritma Genetika.

Kata Kunci — Algoritma Genetika, Particle Swarm Optimization, Optimasi Jaringan FTTH.

Abstract

This research aimed to know the reliability of Genetic Algorithm method in finding the best route to FTTH network with Power Link Budget performance and total attenuation is resulted from the method used in the previous study is Particle Swarm Optimization method. This research conducted on January 2020 until April 2020 at PT Telekomunikasi Indonesia Tbk Jember. This research used Google Earth to measurement, resulted the value of ODP distance's customer in the housing complex as much as 30 ODP with coordinates of ODP longitude and latitude's customer is divided in 3 optimization areas. Testing continued with Genetic Algorithm method. The parameter used are Npop 10 – 200, Maxgen 200, random selection process, Crossover two cut point 0.9 process and swap mutation 0.3. The

finding revealed that the total distance has a difference of 2.7 meters greater than PSO method or by 0,027% with the computation time generated from the Particle Swarm Optimization method is faster by 0.23357 seconds while the Genetic Algorithm method is 3.2333 seconds. The value of total attenuation influenced by total distance is 0,33796 dBm for Particle Swarm Optimization method and 0,33887 dBm for Genetic Algorithm method. Downstream direction of Particle Swarm Optimization method resulted greater value of Power Link Budget rather than Genetic Algorithm method.

Keywords — Genetic Algorithm, Particle Swarm Optimization, FTTH Network Optimization

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat di zaman modern mendorong tingginya kebutuhan masyarakat terhadap media transmisi. Media transmisi yang dapat menyalurkan informasi dari jarak jauh dengan kapasitas besar dan kecepatan tinggi. Pengguna layanan internet semakin meningkat tiap tahun nya. Layanan internet yang paling banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia adalah layanan yang diberikan oleh PT Telekomunikasi Indonesia Tbk Jember. Layanan internet pada PT Telekomunikasi Indonesia Tbk yaitu Indihome dengan menggunakan Jaringan komunikasi akses fiber (Jarlokaf) [2].

Dari permasalahan yang ditemukan ketika kegiatan Kerja Praktik di PT Telekomunikasi Indonesia Tbk Jember, pada perumahan – perumahan baru yang ada di Jember masih dalam tahap perkembangan dan kebutuhan internet menjadi hal yang sangat di butuhkan pastinya. Menurut data dari STO Telkom Jember 2 setiap tahunnya pemasangan tiang ODP layanan Indihome menambah 2 buah tiang. Maka dari itu jalur pemasangan ODP harus di atur secara optimal sehingga dapat menghemat biaya pemasangan fiber optik dan mengurangi nilai redaman pada kabel fiber optik [4].

Pada penelitian ini menganalisis perbandingan metode optimasi rute FTTH yang telah dilakukan sebelumnya pada perumahan Bernady Land Slawu Jember yang menggunakan metode Particle Swarm Optimization dengan pembandingan

metode yang digunakan yaitu Algoritma Genetika. Untuk mengatasi masalah optimasi pada jalur pemasangan ODP yang terletak pada Perumahan Bernady Land Slawu Jember, maka diperlukan metode Algoritma Genetika. Penggunaan metode Algoritma Genetika dapat menjadi solusi efektif untuk optimalisasi jalur pemasangan ODP agar menghemat biaya dan mengurangi nilai redaman [3].

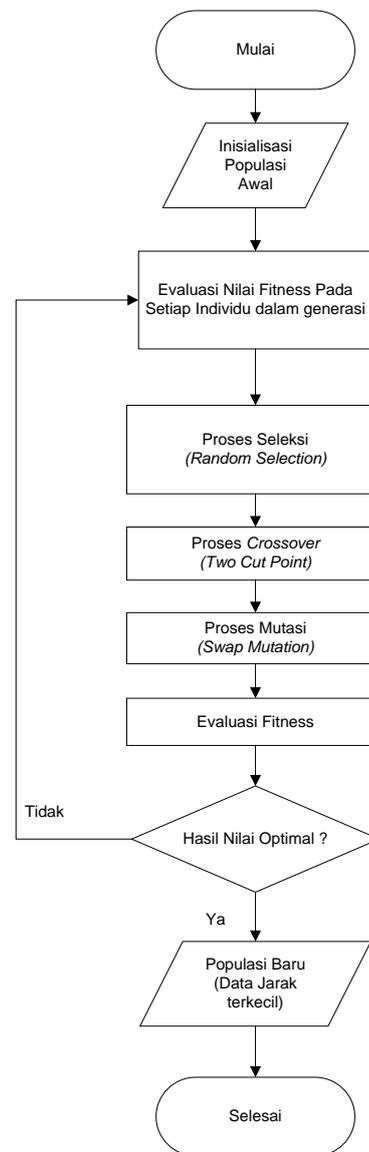
Pada penelitian sebelumnya menggunakan prinsip pedagang keliling sebagai pencarian rute terbaik dengan jumlah populasi yang digunakan 10-100, dengan nilai maksimal iterasi 10-200 nilai dan setelah di optimasi dihasilkan jarak total 376,48 m.

Dari penelitian analisis perbandingan metode Particle Swarm Optimization dan metode Algoritma Genetika untuk optimasi rute FTTH pada perumahan Bernady Land Slawu Jember, menggunakan jumlah populasi 10-200, iterasi maksimal digunakan 200 dengan nilai pc 0,9 dan pm 0,3 dengan proses evolusi seleksi dengan random selection, proses crossover twocut point dan proses mutasi exchange. Diharapkan dengan optimasi metode Algoritma Genetika ini dapat menghasilkan rute yang lebih baik dari penelitian sebelumnya dengan nilai redaman yang rendah.

II. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini untuk mencari rute terbaik digunakan metode algoritma genetika sebagai perbandingan dengan metode sebelumnya yaitu metode Particle Swarm Optimization. Pengumpulan data pada pembagian wilayah Bernady Land Slawu Jember berupa 30 titik koordinat ODP, keterangan 30 ODP, spesifikasi ODP, jarak antar ODP – pelanggan dan titik kabel fiber optik udara dilakukan di PT Telekomunikasi Indonesia Tbk Jember Divisi SDI, pengukuran jarak pada masing masing ODP dengan mistar pada Google Earth yang terbagi menjadi 3 wilayah. Pada wilayah pertama terdapat 7 ODP, wilayah kedua terdapat 13 ODP dan wilayah ketiga terdapat 13 ODP.

Kemudian untuk melakukan proses optimasi dengan metode Algoritma Genetika, parameter yang digunakan seperti n populasi, Maxgen, proses crossover (Pc) sebagai eksplorasi dan proses mutasi (Pm) sebagai eksploitasi yang bernilai 0 sampai dengan 1. Inisialisasi populasi awal atau Npop untuk menghitung total jarak yang akan di tempuh yang kemudian akan menghasilkan nilai kromosom terbaik atau nilai fitness berdasarkan solusi jarak terkecil. Selanjutnya kandidat terbaik tadi dilakukan seleksi menggunakan metode random selection dengan menggunakan iterasi maksimal maxgen bernilai 200. Setelah proses seleksi induk dilanjutkan dengan proses perkawinan silang atau crossover dengan menggunakan metode two cut point, yang mana menggunakan 2 buah point jarak dengan menggunakan nilai (Pc) 0.9. Proses selanjutnya dilakukan permutasi induk menggunakan metode exchange atau swap mutation dengan nilai (Pm) yang digunakan nilai 0.3. Setelah proses evolusi telah selesai dilakukan di dapatkan populasi baru atau kromosom terbaik sebagai solusi dari rute terbaik yang dihasilkan.



Gbr. 1 Flowchart Metode Algoritma Genetika

Perbandingan metode dilakukan dengan parameter nilai fitness, nilai iterasi maksimum, waktu komputasi yang digunakan dan hasil nilai redaman yang dihasilkan. pada metode Algoritma Genetika menggunakan iterasi maksimum sedangkan metode Particle Swarm Optimization menggunakan variasi jumlah nilai iterasi. Alur diagram dari metode Algoritma Genetika yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang hasil perbandingan optimasi dari metode Algoritma Genetika dan metode Particle Swarm Optimization pada penelitian sebelumnya yang bertujuan untuk mengoptimalkan jarak titik ODP pada perumahan Bernady Land Slawu Jember, menggunakan software matlab r2015a dan menampilkan hasil pengukuran, perhitungan serta analisis perbandingan hasil metode.

A. Pengujian Metode Algoritma Genetika dan Metode Particle Swarm Optimization

Pengujian kedua metode menggunakan parameter jumlah populasi, jumlah iterasi dan waktu komputasi untuk mendapatkan nilai fitness terbaik dari setiap pengujian.

1) *Pengujian Perbandingan Jumlah Iterasi Maksimum:* Pada pengujian penelitian ini dengan membandingkan hasil nilai fitness yang diperoleh dari iterasi maksimum. Metode Algoritma Genetika memakai iterasi nilai maksimal bernilai 200, pada metode Particle Swarm Optimization yang di perkuat oleh [1] digunakan 10 nilai iterasi tetapi disini untuk iterasi di ambil dengan nilai yang sama dengan metode Algoritma Genetika yaitu nilai iterasi maksimal 200.

Dari data Tabel 1 yaitu pengujian perbandingan jumlah iterasi dapat di lihat bahwa dihasilkan nilai fitness yang hampir mirip dengan metode Particle Swarm Optimization hanya terjadi perbedaan pada wilayah bagian ketiga.

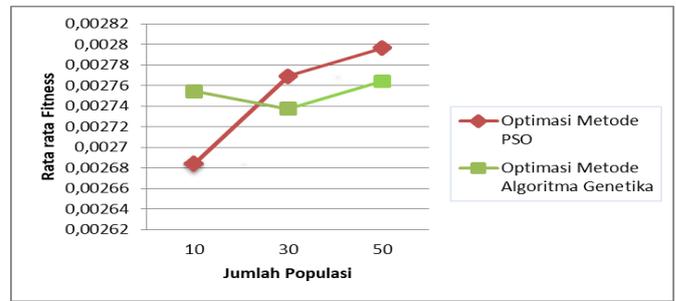
2) *Pengujian Perbandingan Jumlah Populasi:* Selanjut nya pengujian dengan jumlah populasi, referensi [1] menunjukkan bahwa metode Particle Swarm Optimization memakai 10 nilai populasi sedangkan pada metode Algoritma Genetika memakai 20 kali percobaan pada proses optimasi jarak ODP ini. Nilai fitness yang di dihasilkan dari sample perbandingan kedua metode ini seperti pada Tabel 2.

TABEL I
HASIL PENGUJIAN PERBANDINGAN JUMLAH ITERASI

Iterasi Maksimum	Nilai Fitness			Metode
	Wilayah 1	Wilayah 2	Wilayah 3	
200	0,003806	0,002156	0,002033	PSO
	0,003806	0,002156	0,002427	AG

TABEL II
HASIL PENGUJIAN PERBANDINGAN JUMLAH POPULASI

Jumlah Populasi	Nilai Fitness			Metode
	Wilayah 1	Wilayah 2	Wilayah 3	
10	0,003806	0,001926	0,00232	PSO
30	0,003806	0,002093	0,002408	
50	0,003806	0,002156	0,002427	
10	0,003806	0,00210	0,02357	AG
30	0,003806	0,002077	0,002229	
50	0,003806	0,002059	0,002427	



Gbr. 2 Grafik Hasil Pengujian Perbandingan Nilai Fitness Terhadap Jumlah Populasi

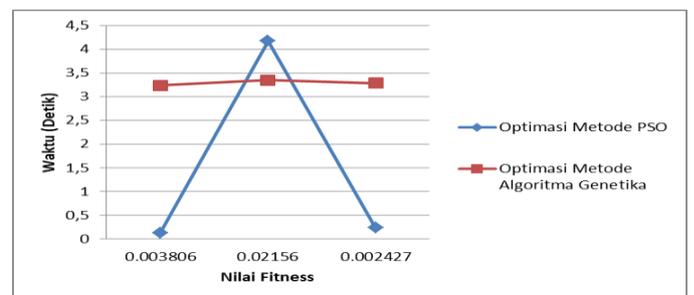
Dari Tabel 2 dapat dilihat proses optimasi dengan menggunakan kedua metode tersebut bahwa rata rata nilai fitness yang di dihasilkan merupakan nilai fitness tertinggi dalam setiap percobaan. Nilai fitness tidak mempengaruhi semakin besar nilai populasi, nilai fitness nya akan semakin tinggi. Dari sample jumlah populasi disini terlihat bahwa nilai fitness tertinggi terdapat pada saat jumlah populasi nya 50. Lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik berikut.

3) *Pengujian Perbandingan Hasil Waktu Komputasi:* Selanjutnya pengujian dengan hasil waktu komputasi dan nilai fitness pada metode algoritma dan metode pembanding Particle Swarm Optimization seperti pada Tabel 3.

Dari Tabel 3 dapat dilihat proses waktu komputasi dengan menggunakan kedua metode tersebut bahwa nilai fitness yang dihasilkan hampir mirip dari kedua metode tersebut, untuk hasil waktu komputasi lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik berikut.

TABEL III
HASIL PENGUJIAN PERBANDINGAN WAKTU KOMPUTASI

Parameter		Wilayah 1	Wilayah 2	Wilayah 3
Metode Algoritma Genetika	Waktu Komputasi (s)	0,12026	4,17	0,23357
	Nilai Fitness	0,003806	0,02156	0,002427
Metode PSO	Waktu Komputasi (s)	3,2333	3,3457	3,2817
	Nilai Fitness	0,003806	0,02126	0,242228



Gbr. 3 Grafik Hasil Pengujian Perbandingan Waktu Komputasi Terhadap Nilai Fitness

Dari grafik pada Gambar 3 dapat di analisa bahwa dari hasil waktu komputasi program yang dijalankan pada masukan metode Particle Swarm Optimization dihasilkan lebih cepat di bandingkan dengan menggunakan metode Algoritma Genetika tetapi nilai fitness yang di hasilkan sama. Hasil dari waktu komputasi bervariasi bergantung pada parameter masukan. Dari hasil nilai fitness yang dihasilkan sama tetapi Algoritma Genetika memerlukan waktu yang lebih lambat.

B. Analisis Hasil Jarak Total

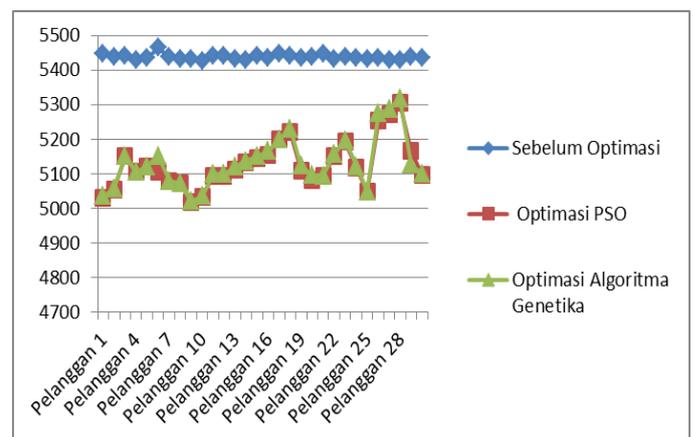
Pada penelitian ini dilakukan perhitungan jarak yang digunakan untuk perbandingan jarak sebelumnya yaitu dengan metode Particle Swarm Optimization [1] dan dengan menggunakan metode pembanding penelitian ini yaitu Algoritma Genetika dengan matlab 2015a. Hasil dari optimasi jarak seperti pada Tabel 4.

TABEL IV
TOTAL JARAK KABEL FIBER OPTIK DARI STO SAMPAI ONT PELANGGAN

ONT	ODP	Jarak ODP – ONT (m)	Jarak STO – ONT (m)	
			Metode PSO	Metode Algoritma Genetika
Pelanggan 1	FAQ/D03/52	26,39	5031,57	5034,79
Pelanggan 2	FAQ/D03/51	17,63	5055,28	5056,03
Pelanggan 3	FAQ/D03/47	21,02	5151,1	5151,42
Pelanggan 4	FAQ/D03/46	7,34	5105,94	5105,74
Pelanggan 5	FAQ/D03/48	13,94	5120,36	5122,34
Pelanggan 6	FAQ/D03/50	43,83	5104,32	5152,23
Pelanggan 7	FAQ/D03/50	17,20	5077,69	5078,60
Pelanggan 8	FAQ/D03/49	11,84	5073,25	5071,24
Pelanggan 9	FAQ/D03/45	11,35	5019,48	5019,75
Pelanggan 10	FAQ/D03/44	5,06	5034,7	5035,46
Pelanggan 11	FAQ/D03/43	21,58	5095,06	5099,98
Pelanggan 12	FAQ/D03/43	20,45	5093,93	5098,85
Pelanggan 13	FAQ/D03/42	11,25	5112,63	5119,65
Pelanggan 14	FAQ/D03/41	8,50	5132,81	5136,90
Pelanggan 15	FAQ/D03/41	20,50	5144,81	5150,90
Pelanggan 16	FAQ/D03/38	13,94	5155,14	5165,34
Pelanggan	FAQ/D03/37	25,68	5198,22	5198,08

17				
Pelanggan 18	FAQ/D03/34	21,72	5219,49	5230,12
Pelanggan 19	FAQ/D03/35	14,94	5110,24	5123,34
Pelanggan 20	FAQ/D03/28	17,69	5082,62	5096,09
Pelanggan 21	FAQ/D03/28	27,82	5092,75	5095,22
Pelanggan 22	FAQ/D03/21	10,30	5152,53	5158,70
Pelanggan 23	FAQ/D03/24	18,78	5192,75	5197,18
Pelanggan 24	FAQ/D03/25	13,48	5117,56	5121,88
Pelanggan 25	FAQ/D03/29	12,32	5047,38	5049,72
Pelanggan 26	FAQ/D03/17	14,34	5254,95	5275,74
Pelanggan 27	FAQ/D03/18	8,48	5272,63	5286,88
Pelanggan 28	FAQ/D03/19	9,09	5304,31	5317,49
Pelanggan 29	FAQ/D03/20	17,37	5165,6	5125,77
Pelanggan 30	FAQ/D03/22	14,48	5096,81	5099,88

Didapatkan hasil pebandingan jarak total optimasi perumahan bernady land slawu jember dengan metode Particle Swarm Optimization sebesar 965,5 meter dan dengan proses optimasi metode Algoritma Genetika didapatkan jarak total sebesar 968,2 meter. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua algoritma tersebut dapat dijadikan proses optimasi rute fiber optik, selisih hasil optimasi sebesar 2,7 meter lebih panjang atau sebesar 0,027 % lebih besar dari hasil optimasi Particle Swarm Optimization. Lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik di Gambar 4.



Gbr. 4 Grafik Perbandingan Hasil Optimasi Jarak Total STO Ke ONT Dengan Metode Particle Swarm Optimization Dan Metode Algoritma Genetika

Dari Gambar 4 terlihat bahwa jarak hasil optimasi sebelumnya atau dengan menggunakan metode Particle Swarm Optimization memiliki hasil nilai yang mirip atau hanya berbeda sedikit dengan hasil optimasi Algoritma Genetika ini. Dari hasil jarak total tersebut bahwa di ketahui bahwa parameter iterasi yang di gunakan oleh Algoritma Genetika yaitu iterasi maksimum yang menyebabkan tidak banyak variasi nilai fitness terbaik yang di dihasilkan dan waktu komputasi yang berjalan. Tetapi dari hasil proses optimasi ini rata rata nilai yang di dihasilkan tidak terlampau berbeda jauh dengan hasil optimasi metode Particle Swarm Optimization.

C. Perhitungan Power Link Budget

Dalam penelitian ini, jaringan FTTH menggunakan teknologi GPON. Sehingga perhitungan untuk penentuan keandalan dari layanan yang diberikan yang mengacu pada batasan nilai yang digunakan oleh PT Telekomunikasi Indonesia Tbk berstandart ITU-T G.984.2 bahwa nilai maksimal dalam daya terima tidak boleh melebihi -28 dB dan dalam keadaan optimal pada rentan -14 dBm sampai -18 dBm [5]. Perhitungan contoh pelanggan di perumahan Bernady Land Slawu Jember ini sesuai dengan letak ODP yang telah di tentukan. Perhitungan dilakukan untuk mengetahui arah Downstream dan Upstream jaringan FTTH pada perumahan ini.

Dari hasil perhitungan nilai daya terima arah Downstream pada sample pelanggan di perumahan Bernady Land Slawu Jember dengan menggunakan dua metode yang berbeda, dapat diketahui bahwa keduanya dapat memperkecil nilai jarak total dari yang digunakan sebelum pada proses optimasi yang mana berpengaruh pada nilai daya terima arah Downstream yang mengurang pada setiap pelanggan. nilai hasil optimasi dengan metode Algoritma Genetika lebih besar sedikit dengan rata rata nilai daya terima arah Downstream sebesar -19,8355 dBm sedangkan dengan metode optimasi Particle Swarm Optimization sebesar -19,831 dBm.

Setelah mendapatkan hasil pengujian perbandingan powerlink budget arah downsntream (Tabel 5), selanjutnya hasil perhitungan perbandingan Power Link Budget arah Upstream seperti pada Tabel 6.

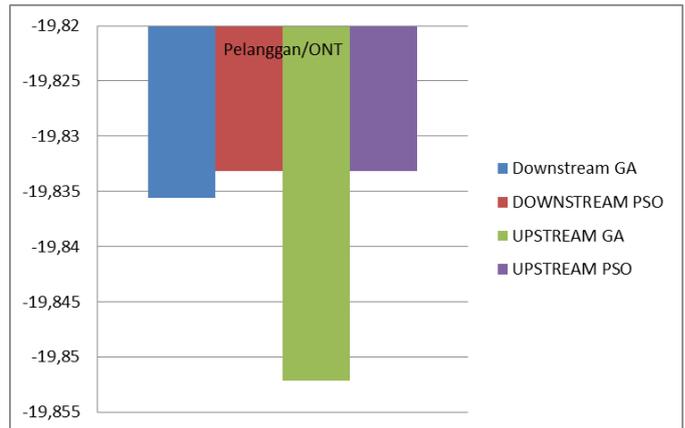
TABEL V
HASIL PENGUJIAN PERBANDINGAN POWERLINK BUDGET ARAH DOWNSTREAM

Pelanggan	Jarak Total	P_{rx}	Metode
Pelanggan 5	5122,34	-19,89481	Algoritma Genetika
Pelanggan 15	5150,9	-20,17281	
Pelanggan 25	5049,72	-19,7134	
Pelanggan 5	5120,36	-19,8941	PSO
Pelanggan 15	5144,81	-20,1707	
Pelanggan 25	5047,38	-19,6343	

TABEL VI
HASIL PENGUJIAN PERBANDINGAN POWERLINK BUDGET ARAH UPSTREAM

Pelanggan	Jarak Total	P_{rx}	Metode
Pelanggan 5	5122,34	-19,48181	Algoritma
Pelanggan 15	5152,23	-20,26081	

Pelanggan 25	5078,6	-20,0074	Genetika
Pelanggan 5	5120,36	-19,8941	PSO
Pelanggan 15	5104,32	-20,1707	
Pelanggan 25	5077,69	-19,7126	



Gbr. 5 Grafik Perbandingan Nilai Rata-Rata Daya Kirim dan Daya Terima Dengan Metode Particle Swarm Optimization dan Algoritma Genetika

Dari hasil perhitungan nilai daya terima arah upstream pada sample pelanggan dengan menggunakan dua metode yang berbeda, dapat diketahui bahwa dengan rata rata nilai daya terima arah upstream menggunakan metode Algoritma Genetika lebih kecil dengan nilai -19,8522 dBm di bandingkan dengan metode Particle Swarm Optimization sebesar -19,8332 dBm. Untuk lebih jelasnya seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5.

IV. KESIMPULAN (PENUTUP)

Dari hasil analisis perbandingan metode algoritma genetika dan metode Particle Swarm Optimization di dapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Jarak total ODP setelah di lakukan optimasi dengan menggunakan metode algoritma genetika memiliki nilai jarak yang lebih besar sedikit dari jarak total dengan menggunakan metode sebelumnya yaitu Particle Swarm Optimization. Dari hasil total jarak kabel fiber optik dari STO sampai ONT pelanggan memiliki selisih jarak sebesar 2,7 meter lebih panjang atau sebesar 0,027 % lebih besar, diperkuat dari hasil optimasi metode Particle Swarm Optimization sebesar 5031,57 m dan metode Algoritma Genetika sebesar 5034,79 m .
2. Hasil dari perhitungan nilai redaman di pengaruhi oleh jarak total ODP, diperkuat dari hasil optimasi metode Particle Swarm Optimization dihasilkan sebesar 0,33796 dBm sedangkan dengan Algoritma Genetika sebesar 0,33887 dBm. Untuk hasil nilai power link budget dengan optimasi Algoritma Genetika pada arah downstream pelanggan ke-10 dihasilkan sebesar -20,544 dBm sedangkan dengan metode Particle Swarm Optimization dihasilkan nilai yang lebih baik sebesar -

20,254 dBm. Dikarenakan nilai power link budget berpengaruh pada jarak total ODP dan nilai power link budget sebagai parameter salah satu kelayakan layanan telekomunikasi.

3. Dari hasil perbandingan parameter iterasi, jumlah populasi dan waktu komputasi oleh metode sebelumnya yaitu metode Particle Swarm Optimization dan metode pembandingan Algoritma Genetika bahwa nilai fitness atau kromosom terbaik yang dihasilkan hampir mirip walaupun dengan variasi yang berbeda. Tetapi waktu komputasi yang di perlukan untuk proses optimasi ini lebih cepat metode Particle Swarm Optimization dengan rata-rata waktu 0,23357 detik sedangkan metode Algoritma Genetika 3,2333 detik.
4. Perbandingan hasil analisis metode Algoritma Genetika dan metode Particle Swarm Optimization dengan menggunakan jumlah populasi dan nilai iterasi yang sama, maka didapatkan hasil terbaik yaitu oleh metode

Particle Swarm Optimization dengan hasil jarak kabel fiber optik, nilai redaman, dan waktu komputasi yang lebih baik dan cepat.

REFERENSI

- [1] Evi Nur Imamah. 2018. Optimasi Rute Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Perumahan Bernady Land Jember dengan menggunakan Metode Particle Swarm Optimization (PSO). Universitas Jember.
- [2] Inu Manggalo dan Ihsan Marzuki. 2011. Optimalisasi Perencanaan Jaringan Akses Serat Optik Fiber To The Home Menggunakan Algoritma Genetika. Universitas Mercubuana.
- [3] ITU-T Recommendation G.984.2..2019. Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification.
- [4] Nadya Pitaloka Rahmasari dan Muhammad Rizza. 2019. Tinjauan Fungsionalitas Infrastruktur PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk Area Network Jatim Timur Jember.
- [5] Try Feby Ramadonna. 2017. Perbandingan Algoritma Genetika dan TSP Untuk Optimalisasi Jaringan Akses Fiber To The Home. Politeknik Sriwijaya.