

OPTIMIZATION OF ACCESS POINT ARRANGEMENT AND PLACEMENT IN THE INDOOR ROOM OF SMP NEGERI 6 SALATIGA USING GENETIC ALGORITHM

Arzan Khoirul Anam^{*1}, Wiwin Sulisty²

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana, Indonesia
Email: ¹arzan.anam24@gmail.com, ²wiwin.sulisty@uksw.edu

(Naskah masuk: 05 Oktober 2022, Revisi : 11 Oktober 2022, diterbitkan: 26 Desember 2022)

Abstract

Access points are generally only recommended to load up to 40 clients only. Thus, proper placement and arrangement of access points in a room or building can optimize the signal strength received by users. The purpose of this study is to optimize the arrangement and placement of access points built using the genetic algorithm method. In the system built, the user is required to input the number of populations, iterations and the number of nodes 1 and 2. In the program implementation, the population functions to load the genes resulting from the possible placement of the access point based on the iteration results. The access point placement optimization system using the genetic algorithm method has been successfully implemented, the system can perform calculations in processing the ideal access point placement. Access point placement using genetic algorithms can provide recommendations for network architecture design in terms of the coverage area that needs to be used so that designers can save time on node point design and estimate the ideal price in determining the number of access points for network installation and can assist in determining the required coverage area. ideal for schools.

Keywords: Access Point, Genetic Algorithm, Optimization.

OPTIMASI PENATAAN DAN PENEMPATAN ACCESS POINT PADA RUANGAN INDOOR SMP NEGERI 6 SALATIGA MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA

Abstrak

Access point umumnya hanya direkomendasikan memuat hingga 40 klien saja. Sehingga, penempatan dan penataan access point yang tepat pada sebuah ruangan atau gedung dapat mengoptimalkan kekuatan sinyal yang diterima oleh pengguna. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan optimasi penataan dan penempatan *access point* yang dibangun dengan metode algoritma genetika. Pada system yang dibangun, user diharuskan menginputkan jumlah populasi, iterasi dan jumlah node 1 dan node 2. Didalam implementasi program, populasi berfungsi untuk memuat gen hasil kemungkinan-kemungkinan penempatan dari *access point* berdasarkan hasil iterasi. Sistem optimasi penempatan *access point* menggunakan metode algoritma genetika berhasil diimplementasikan, sistem dapat melakukan kalkulasi dalam memproses penempatan *access point* yang ideal. Penempatan *Access Point* menggunakan algoritma genetika dapat memberikan rekomendasi kepada perancangan arsitektur jaringan dalam segi *coveran area* yang perlu digunakan sehingga para perancang dapat menghemat waktu perancangan titik node dan mengestimasi harga ideal dalam penentuan jumlah *access point* untuk pemasangan jaringan tersebut serta dapat membantu dalam menentukan *coveran area* yang ideal bagi sekolah.

Kata kunci: Access Point, Algoritma Genetika, Optimasi.

1. PENDAHULUAN

Penempatan *access point* yang optimal menjadi salah satu hal yang perlu dikaji dalam ilmu bidang jaringan computer. Hal ini dikarenakan penempatan *access point* yang optimal dalam jaringan *Wi-Fi* memerlukan beberapa pertimbangan dan analisa teoritis sebelum diimplemetasikan [1].

Titik akses pada jaringan atau biasanya disebut sebagai *access point* merupakan komponen yang bertugas sebagai pengirim dan penerima data dari

titik akses nirkabel kabel yang mengubah sinyal digital menjadi frekuensi radio. Jalur akses bertindak sebagai penghubung antara jaringan internet. Sebuah *access point* akan dapat memuat banyak klien secara bersamaan, namun *access point* hanya direkomendasikan untuk memuat hingga 40 klien saja.

Access point bertindak seperti penghubung host dengan jaringan. Jalur akses juga bertindak sebagai jembatan atau repeater (penguat sinyal) di jaringan

nirkabel. Router nirkabel adalah kombinasi router dan *access point* yang bertindak sebagai koneksi antara jaringan kabel dan *access point*. [2].

Ada banyak cara untuk mendapatkan penempatan *access point* yang optimal, yaitu dengan cara menempatkan *access point* di tengah ruangan yang dimana diharapkan dengan cara ini sinyal akan menyebar dengan merata keseluruh ruangan, namun ternyata hal ini juga tidak mungkin dilakukan, karena biasanya dalam penginstalasian terkadang pengembangan jaringan *Wi-Fi* tidak hanya sekedar instalasi, namun harus memperhatikan berbagai faktor seperti kekuatan sinyal *access point*, desain dan infrastruktur ruangan, distribusi kelompok user. Lokasi penempatan *access point* akan sangat mempengaruhi area jangkauan penerimaan jaringan *Wi-Fi*. [3].

Penempatan *access point* secara manual membutuhkan lebih banyak usaha dan membutuhkan lebih banyak waktu dan biaya untuk melakukan studi di lapangan [4]. Penempatan *access point* secara manual menyebabkan kekuatan sinyal tidak optimal seperti yang terjadi di area SMP Negeri 6 Salatiga. Oleh karena itu, kami menggunakan algoritma genetika untuk melakukan optimasi penempatan *access point* pada kondisi eksisting. Optimalisasi penempatan *access point* untuk mencapai hasil yang terbaik dapat diterima, mengingat keadaan tergantung pada masalah yang ingin dipecahkan.

Metode yang digunakan ini nantinya diharapkan akan dapat membantu untuk meningkatkan kekuatan sinyal yang diterima oleh pengguna [5]. Namun, solusi yang baik belum tentu menghasilkan hasil yang optimal. Jumlah *access point* ditentukan untuk berbagai ukuran jangkauan yang dapat ditentukan dengan melakukan perhitungan tanpa harus melakukan survei lapangan

Algoritma Genetika merupakan program yang mensimulasikan proses dalam teori evolusi. Kromosom atau variabel yang digunakan untuk pemecahan masalah, jadi jika kita mengembangkan kromosom yang baik, kita dapat menemukan solusi yang solusi untuk memecahkan masalah. Untuk setiap generasi, setiap program yang dikembangkan dijalankan dan kinerjanya diukur pada domain setiap masalah. Hasil yang diperoleh dari program komputer yang dikembangkan digunakan untuk mengukur kesesuaian program [6].

Penelitian tentang penempatan *access point* pernah dilakukan I. G. S. Artawan yang berjudul **Optimasi Penataan Access Point Pada Jaringan Nirkabel Menggunakan Algoritma Simulated Annealing pada 2021**. Dalam penelitian tersebut menghasilkan optimalisasi jaringan *Wi-Fi* menggunakan metode enkripsi yang di kembangkan dan menghasilkan beberapa koordinat dari beberapa *access point* yang diuji dan berbeda dari hasil uji yang telah didapatkan kenaikan dari jangkauan wilayah dari beberapa *access point* tersebut dengan nilai sebesar 20% untuk *access point* pertama, lalu untuk

access point kedua mendapatkan 18%, dan untuk *access point* ketiga mendapatkan hasil sebesar 20% [7].

Penelitian tentang penempatan *access point* pernah dilakukan Putu Feby Pradipta, Gede Sukadarmika, I Gst A. Komang Diafari Djuni H yang berjudul **Rancangan Penempatan Access Point Untuk Mendukung Layanan E-Learning di Area Kampus Teknik Elektro Universitas Udayana pada 2019**. Dari hasil yang diperoleh dalam penelitian, dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan level sinyal tergantung pada jarak antara titik pemancar dan penerima, Semakin besar jarak dari penerima sehingga sinyal produk lemah yang dihasilkan. Membandingkan nilai yang diukur dan dihitung, ada perbedaan yang signifikan [8].

Penelitian tentang penempatan *access point* pernah dilakukan Ahadi Arif Nugraha yang berjudul **Optimasi Peletakan Base Transceiver Station di Kabupaten Mojokerto Menggunakan Algoritma Differential Evolution pada 2015**. Dalam penelitian tersebut mengenai metode yang digunakan di penelitian ini adalah Algoritma *Differential Evolution* yang dimana metode ini menggunakan beberapa parameter yang diuji seperti halnya untuk nilai parameter F adalah 0,9 dan untuk nilai parameter CR adalah 0,2 yang tiap parameter memiliki kemampuan yang cukup baik guna menemukan solusi dari permasalahan area jangkauan *access point* [9].

Penelitian tentang penempatan *access point* pernah dilakukan Lilik Suhery yang berjudul **Rancang Bangun infrastruktur Wireless Dengan Pendekatan Metode Line Of Sight pada 2018**. Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa jaringan dengan nilai garis yang lebih tinggi akan memiliki kekuatan sinyal yang lebih rendah. Di sisi lain, jika jaringan memiliki garis nilai visual yang rendah maka jaringan tersebut dapat dikatakan memiliki jangkauan sinyal yang sangat tinggi [10].

Untuk mengoptimalkan *access point* yang akan mencakup banyak data pengguna dapat menggunakan pendekatan atau uji simulasi. Di SMP Negeri 6 Salatiga memiliki 14 titik penempatan *access point* yang penempatannya kurang efektif dan kurang stabil. Masih ada penempatan yang sebenarnya tidak perlu seperti ruangan R.7A dan R.7b yang sebenarnya dengan 1 node saja sudah cukup untuk mengcover area tersebut. Dapat dilihat dari fungsi internet sendiri yang sebenarnya bisa sangat dapat membantu segala kegiatan di sekolah seperti belajar dan mengajar, dapat sebagai media diskusi, pencarian teori dan juga pengaksesan fasilitas sekolah seperti perpustakaan dan juga *e-learning* sehingga memerlukan cakupan wilayah internet yang menyeluruh. Penataan dan penempatan *access point* berpeluang menjadi media yang cocok di SMP Negeri 6 Salatiga.

Melihat permasalahan tersebut, muncul gagasan tentang optimasi penataan dan penempatan *access point* yang dibangun dengan metode algoritma

Gambar 4. Inisialisasi populasi awal dilakukan untuk menghasilkan solusi awal dari suatu permasalahan algoritma genetika. Inisialisasi ini dilakukan secara acak sebanyak jumlah kromosom / populasi yang di inginkan. Selanjutnya dihitung nilai *fitness* dan seterusnya dilakukan seleksi dengan menggunakan metode roda *roulette*, tournament atau rangking. Kemudian dilakukan perkawinan silang (*crossover*) dan mutase. Setelah melalui beberapa generasi maka algoritma ini akan berhenti sebanyak generasi yang diinginkan.

Algoritma genetika adalah suatu sistem yang dikembangkan manusia berdasarkan prinsip-prinsip genetika dan proses seleksi alam dari Teori Evolusi Darwin. Metode terbaik dikembangkan oleh John Holland pada tahun 1960-an dan dikembangkan oleh David Goldberg pada tahun 1980-an. Menggunakan algoritma ini untuk mendapatkan solusi yang benar dari masalah optimal dari satu atau lebih variabel. Sebelum menjalankan algoritma ini, fungsi tujuan, yang dikenal sebagai fungsi *fitness*, harus menentukan masalah yang akan dioptimalkan. Semua nilai *fitness* yang mungkin pada awalnya sangat kecil (karena algoritme menghasilkannya secara acak), tetapi beberapa lebih tinggi dari yang lain. Kromosom dengan kebugaran yang lebih tinggi lebih mungkin untuk menyebar ke generasi berikutnya.[5].

Pendekatan yang dilakukan oleh algoritma ini adalah dengan menggabungkan secara acak berbagai pilihan solusi terbaik pada himpunan tersebut untuk memaksimalkan *fitness*nya, atau yang biasa disebut *fitness*, untuk mencari solusi terbaik generasi berikutnya. Dengan berulang kali melakukan proses ini, algoritma ini bertujuan untuk mensimulasikan proses evolusi. [12]. Algoritma genetika telah terbukti dapat digunakan untuk berbagai macam kasus, seperti prediksi, klasifikasi[13], maupun optimasi[14], [15].

Dengan menggunakan metode ini maka dapat menyelesaikan masalah dengan sebuah solusi. metode Algoritma Genetika menggunakan analogi secara garis besar, bekerja dengan populasi individu yang mempresentasikan sebuah solusi bagi sebuah permasalahan. Sebelum menerapkan metode Algoritma Genetika, sebuah kode harus dirancang terlebih dahulu agar dapat memberikan suatu solusi yang dapat menyelesaikan permasalahan yang ada dalam bentuk komponen komponen gen terkecil, yaitu:

- a. Operasi yang terkandung dalam teori evolusi dengan melibatkan proses seleksi .
- b. Operasi yang terdapat pada teori genetika dengan melibatkan operator dan mutasi.

Untuk dapat mengetahui hasil dari optimasi, sangat diperlukan *Fitness* yang dapat menggambarkan sebuah solusi yang sudah dikodekan.

Dalam penelitian ini dilaksanakan di ruang *indoor* SMP Negeri 6 Salatiga tepatnya di jalan Tegalrejo Raya No.100, Kelurahan Tegalrejo,

Kecamatan Argomulyo, Kota Salatiga, Propinsi Jawa Tengah.

Kondisi saat ini SMP Negeri 6 Salatiga mempunyai 14 titik penempatan *access point* lama yang masih belum maksimal untuk koveran area, sehingga masih perlu pengoptimalan berdasarkan koveran area. Masih ada penempatan yang sebenarnya tidak perlu seperti ruangan R.7A dan R.7b yang sebenarnya dengan 1 node saja sudah cukup untuk mengcover area tersebut.

Dalam hal ini perancangan penempatan *access point* dilakukan dengan perhitungan menggunakan metode algoritma genetika dikarenakan jaringan tidak bisa dilihat dengan kasat mata sehingga diharapkan dengan metode algoritma genetika ini bisa menemukan solusi optimal cakupan area jaringan yang ada di SMP Negeri 6 Salatiga dengan mensimulasikan penempatan *access point* sesuai dengan kebutuhan user sehingga dalam memposisikan *access point* bisa efektif dan tepat guna sesuai kebutuhan.



Gambar 5. Perancangan *Access Point* Terdahulu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian

Dalam melakukan pengujian, maka dipersiapkan terlebih dahulu *source code* yang akan mengkontruksi system. Gambar 6 menunjukkan *Source code* yang berfungsi sebagai pengaktifan perintah pada tombol *button* “proses”, ketika tombol tersebut ditekan, maka sistem akan menjalankan fungsi pemrosesan perhitungan seperti jam, tanggal yang berupa hari, bulan dan tahun, jarak dan juga inisialisasi perandoman x,y antar node.

Gambar 7 menunjukkan *Source Code* memunculkan Gambar Lingkaran pada denah ketika semua proses iterasi, populasi, perhitungan jarak node, tanggal dan waktu sudah selesai dilakukan. Untuk node 1 dengan radius 5,4 berwarna hitam dan

untuk node 2 dengan radius 6,5 berwarna kuning. Pada baris pertama menjelaskan bahwa proses iterasi akan terus berlanjut hingga system sudah mencapai lebih dari jumlah yang ditentukan. Setelah jumlah iterasi dicapai, maka sistem akan menampilkan lingkaran pada denah sesuai dengan jarak radius dan warna radius yang sudah ditentukan sebelumnya.

```

methods (Access = private)

% Button pushed function: ProsesButton

function ProsesButtonPushed(app, event)

tic; jam = datestr(now,'HH:MM:SS');

tanggal = datestr(now,'dd-mm-yyyy'); app.JamEditField.Value = jam;

app.TanggalEditField.Value = tanggal; gbr = imread('D:\app AP\cobaruang.PNG');

node1 = app.Node1r54mEditField.Value; node2 = app.Node2r65mEditField.Value;

jarak1 = zeros(); jarak2 = zeros(); jarak3 = zeros(); iterasi = 0;

iterasimax = app.JumlahIterasiEditField.Value;

while 1

x1 = rand(1,node1)*384; y1 = rand(1,node1)*582;
    
```

Gambar 6. Source Code Ketika Sistem Berjalan

```

if all(all(jarak1 > 65)) && all(all(jarak2 > 65)) && all(all(jarak3 > 65)) || iterasi > iterasimax

figure ; imshow(gbr)

for i = 1 : node1

drawcircle('Center',[x1(1,i) y1(1,i)],'Radius',54,'Color','k','FaceAlpha',0)

end

for i = 1 : node2

drawcircle('Center',[x2(1,i) y2(1,i)],'Radius',65,'Color','y','FaceAlpha',0)

end
    
```

Gambar 7. Source Code Memunculkan Gambar Lingkaran

Pada Gambar 8 menunjukkan *source code* yang berfungsi sebagai menampilkan tabel koordinat x, y dibawah denah.

```

tblnod1 = [x1', y1']; tblnod2 = [x2', y2'];

tbltot = [tblnod1; tblnod2]; app.UITable.Data = tbltot;

timer = toc;

app.KecepatanBacaEditField.Value = timer;

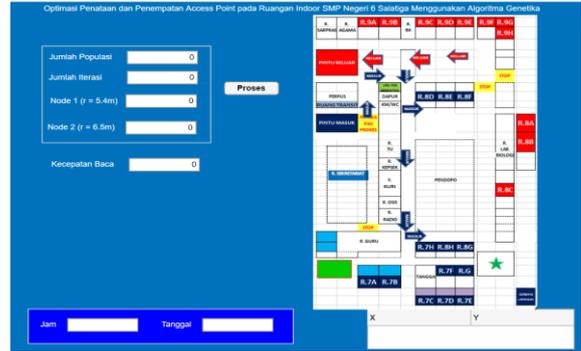
end

end
    
```

Gambar 8. Source Code Tabel Koordinat.

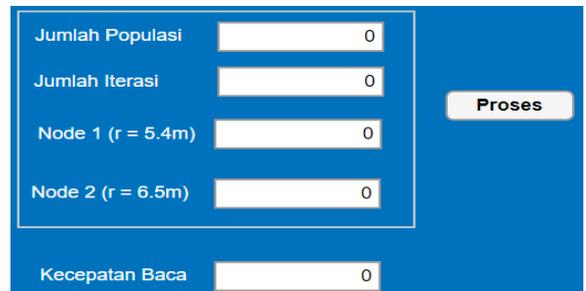
3.2. Pengujian Study Kasus

Berdasarkan pengujian study kasus, maka terdapat tampilan awal yang dapat ditunjukkan pada Gambar 9.



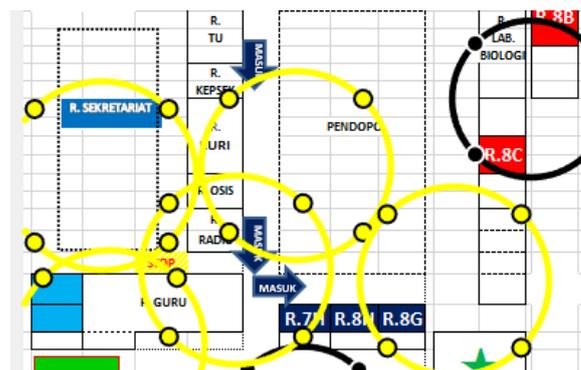
Gambar 9. Tampilan Awal

Gambar 9. Pada bagian ini menampilkan keseluruhan pada program optimasi dan penataan access point pada ruangan indoor SMP 6 Salatiga menggunakan algoritma genetika.



Gambar 10. Input Data

Pada Gambar 10. Pada tampilan ini menginputkan data seperti jumlah populasi, jumlah iterasi, node 1 dan node 2 kemudian menekan tombol proses maka sistem akan membaca gambar yang ada di komputer melalui fungsi imread. Menampilkan hasil dari kecepatan baca saat program di jalankan untuk mengetahui coverage area terbaik.



Gambar 11. Coverage Area

Gambar 11. Setelah menekan tombol proses maka akan menampilkan coverage area pada denah sekolah.



Gambar 12. Tampilan Jam dan Tanggal

Gambar 12. Menampilkan waktu berupa jam dan tanggal saat program di jalankan.

Tabel 1. Koordinat X, Y

X	Y
221.4511	285.1226
70.2422	97.7336

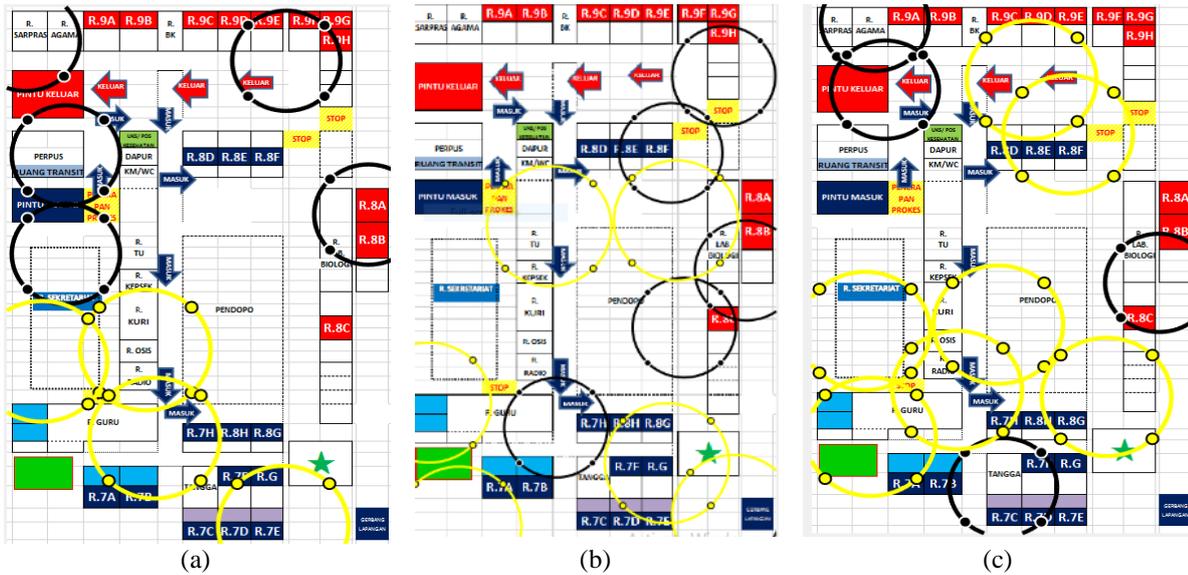
Tabel 1. Fungsi koordinat X,Y untuk menentukan jarak koordinat X,Y, apabila jarak X,Y masih belum berjauhan, maka sistem akan melakukan looping hingga mendapatkan jarak yang sesuai.

Dalam pengujian sistem, akan dilakukan 3 skenario pengujian yang di tampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Skenario Pengujian

Pengujian	Populasi	Iterasi	Node 1	Node 2
Skenario 1	50	10	5	4
Skenario 2	10	25	5	6
Skenario 3	50	15	4	7

Tabel 2. Pada skenario 1, diinputkan jumlah populasi 50, jumlah iterasi 10 node 1 sebanyak 5 dan node 2 sebanyak 4. Pada skenario 2, diinputkan jumlah populasi 10, iterasi 25, node 1 5 dan node 2 berjumlah 6. Lalu pada skenario 3 diinputkan jumlah populasi 7, iterasi 15, node 1 berjumlah 4 dan node 2 berjumlah 7. Setelah skenario pengujian, hasil dari setiap skenario dapat ditunjukkan oleh gambar 13.



Gambar 13. Hasil skenario 1(a), skenario 2(b), skenario 3(c)

4. DISKUSI

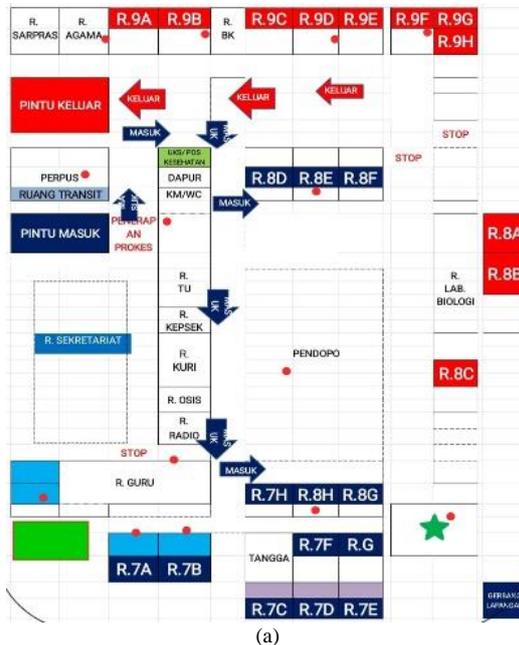
Hasil analisis pengujian disajikan lengkap dalam bentuk tabel yang ditunjukkan pada Tabel 3.

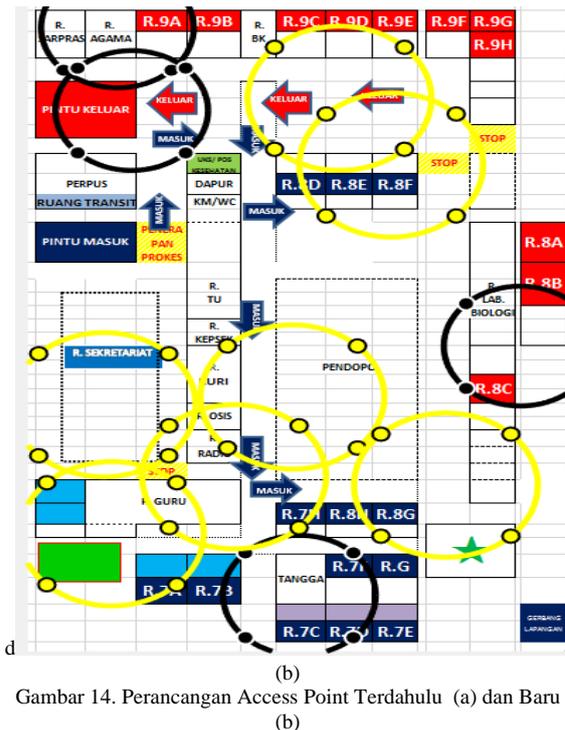
Tabel 3. Hasil Pengujian

Uji	Populasi	Iterasi	Node 1 & Node 2	Kecepatan Baca
1	50	10	5 & 4	0.6203
2	10	25	5 & 6	0.5984
3	50	15	4 & 7	8.267

Tabel 3. Setelah dilakukannya pengujian, maka didapat analisa bahwa antara node 1 dan node 2 saling membuat coverage area. Namun coverage area yang lebih ideal terdapat pada bagian atas peta. Dari sini dapat disimpulkan bahwa antara node 1 dan node 2 dapat saling membentuk coverage area. Ini berarti lebih baik dari pada pengujian 1 dikarenakan memiliki coverage area yang lebih luas. Namun pada pengujian 3 dapat di analisis bahwa pada pengujian ke 3 terdapat lebih banyak area yang tercover. Dapat disimpulkan bahwa node terbaik terdapat di jumlah node yang lebih banyak. Hasil dari karakteristik algoritma genetika adalah semakin besar jumlah node, semakin besar perhitungannya, tetapi semakin baik cakupannya.

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, berikut adalah perbandingan dari rancangan access point sebelumnya dengan rancangan access point baru. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14.





Berdasarkan output uji coba dan perancangan *Access Point* terdahulu masih belum maksimal untuk setiap koveran area, sehingga masih perlu pengoptimalan berdasarkan koveran area. Masih ada penempatan yang sebenarnya tidak perlu seperti ruangan R.7A dan R.7B yang sebenarnya dengan 1 node saja sudah cukup untuk mengcover area tersebut. Namun untuk programnya sendiri masih lebih merata untuk penyebaran *access pointnya*. Pada *access point* yang lama juga lebih boros akan penempatan dikarenakan masih terdapat ruangan yang seharusnya hanya membutuhkan 1 node saja tetapi terdapat 2 node. Pada node rekomendasi sistem rata rata memiliki 2 hingga 4 ruangan pada setiap nodenya.

5. KESIMPULAN

Sistem optimasi penempatan *access point* menggunakan metode algoritma genetika berhasil diimplementasikan, sistem dapat melakukan kalkulasi dalam memproses penempatan *access point* yang *ideal*. Penempatan *Access Point* menggunakan algoritma genetika dapat memberikan rekomendasi kepada perancangan arsitektur jaringan dalam segi *coveran area* yang perlu digunakan sehingga para perancang dapat menghemat waktu perancangan titik node dan mengestimasi harga ideal dalam penentuan jumlah *access point* untuk pemasangan jaringan tersebut serta dapat membantu dalam menentukan *coveran area* yang *ideal* bagi sekolah. Sistem ini tidak terlalu berpengaruh terhadap kualitas jaringan internet sendiri dikarenakan untuk kualitas baik dan buruknya suatu jaringan internet masih harus ditentukan berdasarkan *Quality Of Service*. Kinerja metode ini dilihat berdasarkan perhitungan waktu

pembacaan. Proses dapat dihitung dengan cepat ketika jumlah kebutuhan sedikit karena memori yang dibutuhkan untuk menjalankan proses tidak terbatas. Namun, sistem yang baik harus dapat memproses ini dengan cepat meskipun jumlah data yang dimasukkan banyak.

Saran untuk penelitian selanjutnya mungkin perlu menggabungkan metode pengoptimalan penempatan *access point* ini dengan metode *Quality Of Service*, sehingga ketika sistem algoritma genetika ini menghasilkan output penempatan maka langkah selanjutnya akan dicoba perhitungan *quality of service* pada jaringan tersebut agar dapat menentukan penempatan yang lebih *ideal* berdasarkan performa dari penyedia jaringan internet tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. . Puspitasari and R.Pulungan, "Optimisasi Penempatan Posisi Access Point pada Jaringan Wi-Fi Menggunakan Metode Simulated Annealing," *Citec J.*, vol. 2, pp. 52–64, 2015.
- [2] Irawan, "Jaringan Komputer Untuk Orang Awam," *Palembang: Maxikom*, 2013.
- [3] F. F. Octavian, "Perencanaan Coverage Indoor Wireless Local Area Network (WLAN) Di Hotel Graha Petrokimia Gresik," *Skripsi Fak. Tek. Univ. Brawijaya*, 2010.
- [4] A.Wanto, J. T. Hardinata, H. . Silaban, and W.Saputra, "Analisis dan Pemodelan Posisi Access Point Pada Jaringan WI-FI menggunakan Metode Simulated Annealing," *J. Sains Komput. Inform.*, vol. 1, pp. 134–143, 2017.
- [5] L. O. Siregar, M. R., & Sari, "Optimasi Wireless Access Point Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Gedung C Fakultas Teknik)," vol. 5, pp. 1–8, 2018.
- [6] T. . K.P Kartika, Santoso, and S. N.A, "PENS-ITS dengan Menggunakan Metode Algoritma Genetika"," *Semin. Proy. Akhir Jur. Telekomun. Politek. Elektron. Negeri Surabaya – ITS*, p. pp 13-23, 2010.
- [7] I. G. S. Artawan, "Optimasi Penataan Access Point Pada Jaringan Nirkabel Menggunakan Algoritma Simulated Annealing," vol. 18, 1, 2021.
- [8] P. P. Feby, S. Gede, and I. G. A. K. D. D. H, "Rancangan Penempatan Access Point Untuk Mendukung Layanan E-Learning Di Area Kampus Elektro Universitas Udayana," 2019.
- [9] A. A. Nugraha and Achmad M, "Optimasi Peletakan Base Transceiver Station di Kabupaten Mojokerto Menggunakan Algoritma Diferensial Evolution: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya," *J. Fak. Tek. Elektro dan Elektron.*, 2015.

- [10] L. Suhery, *Merancang Infrastruktur Nirkabel Menggunakan Pendekatan Metode Line of Sight*, Edisi 2., vol. 1. 2018.
- [11] S. Rummi, "Optimasi Penempatan Access Point Pada Jaringan Wi-Fi Di Universitas Budi Luhur. Arsitron," pp. 1–7, 2017.
- [12] R. L. Tobing, "Sistem Simulasi Penjadwalan Kuliah Dengan Menggunakan Algoritma Genetik," *Univ. Sumatera Utara*, 2010.
- [13] R. Bhalla and A. Bagga, "Opinion mining framework using proposed rb-bayes model for text classification," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 9, no. 1, pp. 477–484, 2019, doi: 10.11591/ijece.v9i1.pp477-484.
- [14] I. W. Supriana, M. A. Raharja, I. M. S. Bimantara, and D. Bramantya, "Implementasi Dua Model Crossover Pada Algoritma Genetika Untuk Optimasi Penggunaan Ruang Perkuliahan," *J. Resist. (Rekayasa Sist. Komputer)*, vol. 4, no. 2, pp. 167–177, 2021, doi: 10.31598/jurnalresistor.v4i2.758.
- [15] Taslim, D. Toresa, D. Jollyta, D. Suryani, and E. Sabna, "Optimasi K-Means dengan Algoritma Genetika untuk Target Pemanfaat Air Bersih Provinsi Riau," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2021.