

INFOTRONIK

Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika

Hasil Penelitian & Penulis

Halaman

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI FIBER IN THE AIR UNTUK INTERNET DEDICATED 60Mbps

Jadi Martuahman Sinaga

PDF
1-10

SISTEM PENJADWALAN ANTRIAN SERVICE MOBIL TOYOTA MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA DI AUTO2000 PASTEUR

Soca Ramadhani, Phitsa Mauliana, Wildan Wiguna, Nanang Huraifi, Ricky Firmansyah

PDF
11-26

IMPLEMENTASI AUTENTIKASI DARI SISI BACKEND PADA ARSITEKTUR MICROSERVICES MENGGUNAKAN EXPRESS JS

Regita Lisgiani, Sigit Nurmajid

PDF
27-32

PERBAIKAN SINYAL DENGAN METODE PENGUKURAN TITIK PUTUS DAN PENYAMBUNGAN KABEL FIBER OPTIK PADA BTS SUB376-SANCASUBANG

Naufal Hafizh Santosa, Yoga Aprilando F

PDF
33-41

PERANCANGAN MENENTUKAN LOKASI KEBAKARAN DENGAN FIRE ALARM SISTEM BERBASIS ARDUINO

Hilmi Attamami, Muhammad Fauzan

PDF
42-49

METODA SPLIT RING RESONATOR UNTUK PERFORMANSI BANDPASS FILTER PADA APLIKASI PEMANEN ENERGI BERBASIS RADIO FREKUENSI

Kusmadi Kusmadi, Taufik Mulyana

PDF
50-63



UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP
FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI : TEKNIK INFORMATIKA, TEKNIK ELEKTRO DAN SISTEM INFORMASI

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI FIBER IN THE AIR UNTUK INTERNET DEDICATED 60 Mbps

Jadi Martuahman Sinaga¹

¹Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Kristen Indonesia

¹e-mail korespondensi: jadisinaga@gmail.com

ABSTRACT

Currently, the need for a good internet is very high where the Covid-19 pandemic has not ended, resulting in many government organizations or private companies implementing a Work From Home (WFH) or online work system that requires fast and stable internet technology and affordable prices both in terms of costs. Installation and in terms of maintenance costs of the device This journal will discuss the Airspan I-Bridge CX-5 device which is called the latest Fiber In The Air (UBR) technology and is very reliable, including stable speed and simple maintenance. This Fiber In The Air (UBR) technology has also been introduced by Smartfren Telecom as a telecommunications operator to several agencies or companies that need this internet technology. Airspan I-Bridge CX5 in this Journal will be implemented in one of Kalbe Farma's groups, namely Hexapharm, which is located in Pulogadung, Jakarta. The monitoring system of the Airspan I-Bridge CX5 device uses the Internet Of Thing (IoT) concept where the Airspan I-Bridge CX-5 device will be connected to the NOC (Network Monitoring Center) system owned by Smartfren Telecom. Thus, the condition of this device can be monitored regularly so that the internet facilities offered to customers can continue to be maintained for quality and service

Keywords: Internet Of Thing (IoT); Telecommunications; Fiber in The Air (UBR)

ABSTRAK

Saat ini kebutuhan akan internet yang baik sangat tinggi dimana kondisi pandemik Covid19 yang belum berakhir mengakibatkan banyaknya organisasi pemerintahan ataupun perusahaan swasta yang menerapkan sistem kerja *Work From Home (WFH)* atau daring yang membutuhkan teknologi internet yang cepat dan stabil dan harganya terjangkau baik dari sisi biaya instalasi maupun dari sisi biaya maintenance dari perangkatnya. Jurnal ini akan membahas tentang perangkat Airspan I-Bridge CX-5 yang disebut teknologi *Fiber In The Air (UBR)* yang terbaru dan sangat memiliki keandalannya antara lain kecepatan yang stabil dan pemeliharaannya yang sederhana. Teknologi *Fiber In The Air (UBR)* ini juga sudah diperkenalkan oleh Smartfren Telecom sebagai operator telekomunikasi ke beberapa instansi ataupun perusahaan yang membutuhkan teknologi internet ini. Airspan I-Bridge CX5 dalam Jurnal ini akan diimplementasikan pada salah satu grup Kalbe Farma yaitu Hexapharm yang berlokasi di Pulogadung, Jakarta. Sistem pemantauan dari perangkat Airspan I-Bridge CX5 ini menggunakan konsep *Internet Of Thing (IoT)* dimana perangkat Airspan I-Bridge CX-5 akan terhubung ke dalam sistem *NOC (Network Monitoring Center)* yang dimiliki oleh Smartfren Telecom. Dengan demikian perangkat ini dapat dimonitor kondisinya secara rutin agar fasilitas internet yang ditawarkan ke pelanggan dapat tetap terus dijaga kualitas dan layanannya.

Keyword : Internet Of Thing (IoT); Telekomunikasi; Fiber in The Air (UBR)

PENDAHULUAN

Teknologi Internet saat ini sudah menjadi suatu kebutuhan yang digunakan untuk menunjang suatu pekerjaan baik itu dalam mengirimkan email atau pun dapat digunakan sebagai media berkomunikasi antar area maupun antar wilayah. Apalagi saat ini dalam kondisi pandemik Covid19 dimana adanya penerapan pembatasan ruang lingkup manusia

yang beraktivitas baik itu di dalam kantor maupun di luar kantor, sehingga dibutuhkan suatu teknologi internet yang baik dan stabil yang dapat digunakan oleh masyarakat. Ada beberapa hal yang dapat digunakan dengan fasilitas teknologi internet ini antara lain adalah :

- Mengirimkan email ke beberapa client maupun rekan kerja.

- Menggunakan fasilitas Zoom untuk rapat internal maupun eksternal.
- Menggunakan Whatsapp sebagai media komunikasi untuk menunjang pekerjaan.
- Mempercepat pengiriman data baik itu berupa informasi berupa dokumen file atau foto yang dibutuhkan oleh penerima informasi tersebut.

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah akan kebutuhan internet ini adalah dengan menggunakan teknologi *Fiber In The Air (UBR)* dengan perangkat Airspan I-Bridge CX-5 yang memiliki kehandalan teknologi yang baik sehingga untuk kecepatan internet yang dikirimkan relatif stabil dan cepat. Teknologi *Fiber In The Air (UBR)* dalam penelitian ini diimplementasikan pada salah satu pelanggan dari Smartfren Telecom yaitu Hexapharm yang merupakan salah satu grup Kalbe Farma.

Adapun yang menjadi latar belakang dari dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Adanya peningkatan kebutuhan akan koneksi internet yang relatif baik dengan kecepatan yang maksimal. Kondisi yang dialami oleh customer Hexapharm sebelum adanya permintaan untuk implementasi UBR Airspan I-Bridge CX-5 adalah koneksi internet yang mereka gunakan dengan kapasitas bandwidth yang relatif kecil dengan menggunakan provider internet *existing* dengan kondisi performansi yang dihasilkan tidak stabil. Pelanggan Hexapharm menggunakan koneksi internet dari provider *existing*

PT. Phatria Inti Persada dengan bandwidth yang diinginkan sebesar 5 Mbps.

Sering terjadi gangguan dari perangkat *existing* yang digunakan oleh pelanggan Hexapharm yang dapat mengganggu aktivitas operasional kerja dari pelanggan Hexapharm. Beberapa hal yang dapat menyebabkan koneksi internet mengalami gangguan.

Manfaat dari penulisan tesis ini adalah untuk memahami bagaimana suatu proses dari awal hingga akhir dari pelaksanaan implementasi proyek *Fiber In The Air (UBR)* dengan menggunakan perangkat dengan teknologi terbaru dari Airspan yaitu type I-Bridge CX-5 yang diketahui memiliki kehandalan yang baik sehingga dapat memberikan suatu keluaran layanan internet dengan kecepatan 60 Mbps untuk pelanggan Hexapharm.

Diharapkan penelitian ini juga dapat menjadi rujukan untuk melakukan proyek implementasi *Fiber In The Air (UBR)* untuk pelanggan Smartfren Telecom berikutnya.

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah suatu perangkat yang terhubung satu dengan yang lain dan mempunyai kemampuan untuk saling dapat berkomunikasi satu sama lain dan dapat menentukan keputusan sendiri tanpa intervensi manusia [1]. Saat ini IoT telah menjadi suatu aspek yang penting dalam kehidupan sehari-hari manusia.

Ultra Broadband Radio (UBR)

Ultra Broadband radio (UBR) adalah teknologi yang menggunakan prinsip dari

teknologi *fiber optic* yang dikembangkan menjadi lebih sederhana. Berkat adanya teknologi *fiber optic* atau disebut juga dengan serat optik ini maka saat ini kita dapat menikmati layanan internet dengan kecepatan tinggi yang tidak terpengaruh dengan kondisi atau keadaan cuaca [2]. Teknologi *fiber optic* ini banyak digunakan terutama pada teknologi telekomunikasi. Banyak keunggulan yang ditawarkan dengan teknologi ini sehingga beberapa industri menggunakan teknologi *fiber optic* ini.

Fiber optic adalah salah satu jenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus berdiameter 120 mikrometer lebih kecil dari rambut manusia yang digunakan sebagai media transmisi [3]. Kabel ini bisa mentransmisikan sinyal cahaya dari lokasi satu ke lokasi lainnya dengan kecepatan yang optimal. Transmisi bisa dilakukan dengan kecepatan tinggi karena sistem kerjanya yang menggunakan pembiasan cahaya [4]. Sedangkan cahaya yang digunakan untuk proses transmisi adalah LED atau laser [5]. Karena keunggulan dari *fiber optic* ini adalah kecepatan yang tinggi maka *fiber optic* banyak digunakan sebagai saluran komunikasi sehingga pengguna bisa menjangkau orang lain dengan kecepatan yang optimal pula [6].

Radio

Pengertian dari radio adalah suatu teknologi yang memanfaatkan gelombang radio untuk menyampaikan informasi baik itu berupa suara (audio) ataupun gambar (visual) [7]. Teknik teknologi radio yaitu dengan memodulasi gelombang elektromagnetik

secara sistematis yang kemudian disebarkan melalui angkasa. Modulasi gelombang ini dapat melalui frekuensi (FM) ataupun amplitudo (AM) [8]. Teknologi radio pertama kali ditemukan pada tahun 1880 oleh Heinrich Hertz berkebangsaan Jerman dimana dia berhasil membuktikan keberadaan radiasi elektromagnetik yang menjadi media transmisi sinyal radio. Pada tahun 1900-an mulailah dilakukan penggunaan radio namun masih terbatas pada bidang maritim [9]. Radio digunakan untuk mengirim pesan dengan kode morse dari kapal dengan daratan ataupun sebaliknya dan juga radio digunakan menjadi media komunikasi antar satu kapal dengan kapal lain nya untuk memastikan koordinasi. Radio merupakan suatu teknologi yang digunakan untuk mengirimkan sinyal dengan cara modulasi dan radiasi elektromagnetik (gelombang elektromagnetik) dimana gelombang ini melintas dan juga merambat melewati udara dan juga melewati angkasa yang hampa udara dikarenakan gelombang ini tidak memerlukan suatu medium pengangkut seperti molekul udara [10]. Saat ini radio dapat didengar melalui ponsel pintar berbeda jika dibandingkan pada awal abad 20 dimana konsep nirkabel masih dianggap fiksi semata.

METODE

Dalam penelitian ini akan dijelaskan secara lengkap dari proses *end-to-end* dari proyek implementasi *Fiber In The Air (UBR)* dengan menggunakan perangkat Airspan I-Bridge CX-5 di lokasi pelanggan Hexapharm, Jakarta, dan di sisi perangkat BTS Smartfren. Dan juga dalam penelitian ini akan diteliti

apakah kecepatan internet yang dihasilkan dari implementasi perangkat UBR Airspan I-Bridge XC-5 ini sesuai dengan yang telah direncanakan pada fase perencanaan proyek, dan juga diamati apakah internet yang dihasilkan dalam kondisi yang stabil seperti yang diinginkan oleh pelanggan Hexapharm Kalbe Farma yang ditunjukkan dengan hasil penelitian berupa kurva dan performansi perangkat UBR Airspan I-Bridge CX-5 ini dengan durasi 14 hari setelah implementasi perangkat ini dalam kondisi *RFS (Ready for services)*.

Perencanaan Implementasi proyek UBR Airspan I-Bridge CX-5

Proyek Implementasi ini dibagi dalam beberapa proses yaitu :

1. Pre-Survey
2. Instalasi
3. Testing & Commissioning
4. Integrasi
5. Aktivasi
6. BAST

Pre-Survey

Sebelum dilakukan proyek implementasi Airspan I-Bridge CX-5 maka perlu dilakukan Pra-Survey untuk mengetahui lokasi penempatan perangkat Mikrotik yang di-*install*, penempatan radio Airspan I-Bridge CX-5 yang di sisi pelanggan maupun di sisi lawannya (perangkat BTS Smartfren), penempatan *pole* untuk radio Airspan I-Bridge CX-5, posisi jalur kabel baik untuk kabel power, kabel LAN / UTP dari antenna radio Airspan I-Bridge CX-5 ke arah perangkat mikrotik dan juga dari survey ini

dapat diketahui penempatan kabel *grounding* dari *pole* ke *box grounding* di *rooftop* serta dapat diketahui status dari posisi penempatan radio Airspan I-Bridge CX-5 apakah *LOS (Line of Sight)* ke arah lawannya / *facing (Far End)* yaitu perangkat BTS Smartfren.

Berikut adalah merupakan hasil yang didapatkan dari kegiatan Pre-Survey :

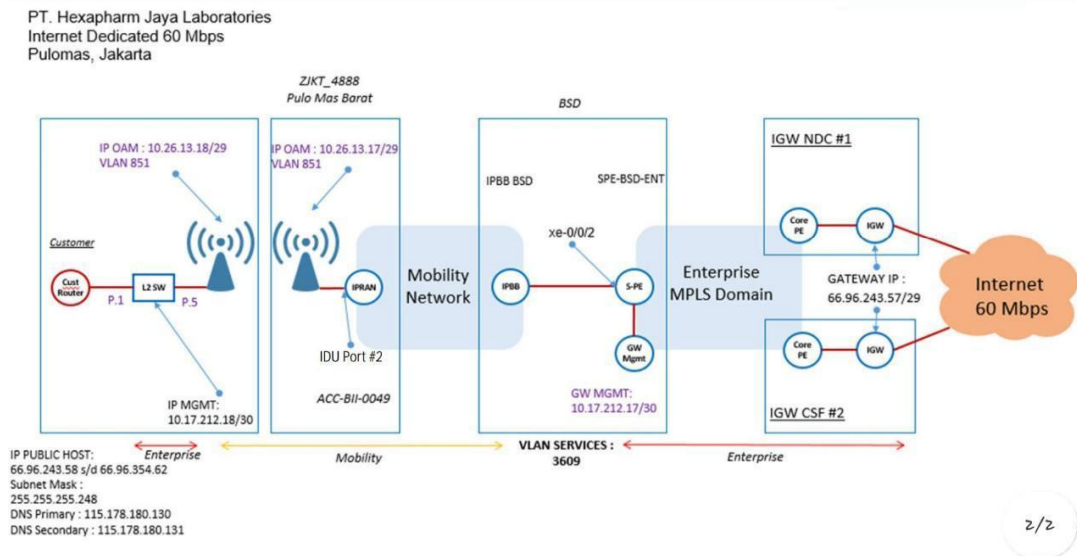
- Lokasi *Near End* (NE) adalah Hexaprahm Kalbe Farma dengan alamat Jln. Pulomas Selatan Kavling Kayu Putih Kec. Pulogadung Jakarta Timur.
- Lokasi *Far End* (FE) adalah site NZJKT_4888 Pulo Mas Barat dengan alamat Jln Pulomas Barat V A No.25 Kayu Putih Kec. Pulogadung Jakarta Timur.
- Status Survey : *LOS (Line of Sight)*
- Tinggi *Minipole* di sisi *Near End* (Hexapahram): 5 meter
- Penempatan radio Airspan I-Bridge CX-5 di sisi *Far End* (NZJKT_4888 Pulo Mas Barat): 15 meter.
- Kebutuhan kabel *grounding* di sisi *Near End* (Hexapharm) : 20 meter
- Kebutuhan kabel *grounding* di sisi *Far End* (NZJKT_4888 Pulo Mas Barat) : 30 meter
- Info terkait akses bekerja yang dibutuhkan baik di sisi pelanggan (Hexapharm) dan juga di sisi *Far End* NZJKT_4888 Pulo Mas Barat.

Instalasi

- Dalam proses implementasi ini maka perlu dibuatkan *Topology Design* untuk UBR Airspan I-Bridge CX-5 yang

menghubungkan dari perangkat yang di-
install agar dapat terkoneksi dengan

perangkat IGW Smartfren (IGW BSD)
seperti gambar 1 :



Gambar 1: Proses instalasi

Setelah dilakukan proses re-Survey pada lokasi pelanggan Hexapharm Kalbe Farma Jakarta dan lokasi NZJKT_4888 Pulo Mas Barat Jakarta, maka akan dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu implementasi yang terdiri dari :

1. Instalasi *Monopole* di lokasi pelanggan Hexapharm Kalbe Farma Jakarta
2. Instalasi radio UBR Airspan I-Bridge CX-5 di lokasi pelanggan Hexapharm Kalbe Farma Jakarta.
3. Instalasi radio UBR Airspan I-Bridge CX-5 di lokasi *site* BTS Smartfren NZJKT_4888 Pulo Mas Barat Jakarta.
4. Integrasi perangkat UBR Airspan I-Bridge CX-5

Berikut adalah aktivitas yang dilakukan di *Near End* (lokasi pelanggan Hexapharm Kalbe Farma) :

1. Instalasi Monopole di lokasi pelanggan Hexapharm kalbe Farma

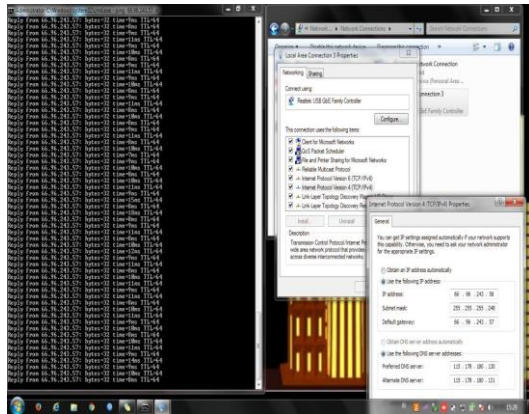
Instalasi Monopole 5 meter ini dilakukan oleh team vendor PT. DSB (Digital Solusi Bersama)

2. Instalasi UBR Airspan I-Bridge CX-5 di lokasi pelanggan Hexapharm Kalbe Farma.

Instalasi UBR Airspan I-Bridge CX-5 ini dilakukan oleh team vendor PT. Kencana Mandiri Sejahtera (KMS)

Testing dan Commissioning

Pada fase ini setelah aktivitas *pointing* dua arah mendapatkan RSL (*Link Budget*) yang sesuai dengan *design planning* maka dilakukan *testing* dan *commissioning* dari Airspan I-Bridge CX-5. Berikut tampilan dari *testing* dan *commissioning* perangkat Airspan I-Bridge CX-5:



Gambar 2: Tampilan *testing* dan *commissioning*

Keterangan :

Ping merupakan akronim dari Packet Internet Gopher adalah sebuah program utilitas yang dapat digunakan untuk memeriksa induktivitas jaringan berbasis teknologi *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP). Dengan menggunakan utilitas ini dapat diuji apakah sebuah komputer terhubung dengan computer lain nya. Hal ini dapat dilakukan dengan mengirim sebuah paket kepada alamat IP yang hendak diuji coba konektivitas nya dan menunggu respon darinya.

Integrasi

Setelah aktifitas *testing* dan *commissioning* perangkat radio Airspan I-Bridge CX-5 maka fase selanjut nya adalah Integrasi perangkat radio Airspan I-Bridge CX-5 dimana aktivitas ini dilakukan oleh team Engineer NICM (Network Integration Communication Management) yang memasukkan parameter dari radio Airspan I-Bridge CX-5 ke dalam server agar perangkat radio Airspan I-Bridge CX5 dapat termonitor dan dapat di-remote lewat sistem *monitoring* NOC (Network

Monitoring Centre) di Smartfren Mobility, BSD.

Di bawah ini adalah tangkapan dari proses fase Integrasi perangkat radio Airspan I-Bridge CX-5 dengan hasil bahwa radio Airspan I-Bridge CX5 yang di lokasi Hexapharm dan NZJKT_4888 Pulo Mas Barat yang statusnya sudah terintegrasi dan termonitor oleh NOC (Network Monitoring Center).

Aktivasi

Setelah proses integrasi selesai dilakukan dimana dari sisi perangkat sudah bisa termonitor oleh NOC (Network Monitoring Centre), dimana parameter dari radio UBR Airspan I-Bridge CX-5 sesuai dengan yang di buat oleh team *planning* radio dan pada saat test ping dilakukan perangkat radio merespon dengan baik dengan status sebagai berikut :

```
Pinging 10.26.13.249 with 32 bytes of data:
Reply from 10.26.13.249: bytes=32 time=3ms TTL=54
Reply from 10.26.13.249: bytes=32 time=2ms TTL=54
Reply from 10.26.13.249: bytes=32 time=2ms TTL=54
Reply from 10.26.13.249: bytes=32 time=2ms TTL=54
Ping statistics for 10.26.13.249:
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
Minimum = 2ms, Maximum = 3ms, Average = 2ms
C:\Users\arief.hadi>ping 10.26.13.250
```

Pinging 10.26.13.250 with 32 bytes of data:
 Reply from 10.26.13.250: bytes=32 time=3ms
 TTL=54
 Reply from 10.26.13.250: bytes=32 time=4ms
 TTL=54
 Reply from 10.26.13.250: bytes=32 time=4ms
 TTL=54
 Reply from 10.26.13.250: bytes=32 time=3ms
 TTL=54
 Ping statistics for 10.26.13.250:
Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
 Approximate round trip times in milli-seconds:

Minimum = 3ms, Maximum = 4ms, Average = 3ms

HASIL DAN PEMBAHASAN
Detail perincian aktivitas dari implementasi Airspan I-Bridge CX-5

Aktivitas dari implementasi radio Airspan I-Bridge CX-5 dapat dibuatkan secara detail untuk tiap-tiap aktivitasnya baik lokasi pekerjaan di Hexapharm maupun di lokasi Far End NZJKT_4888 Pulo Mas Barat dengan durasi waktu yang sudah diuji di lapangan (*on site*)

Tabel 1: NEAR END (Lokasi : Pelanggan Hexapharm)

No	Activity	Duration (minutes)	Duration (Hour)
1	Installation Activity	135	
1,1	Unpack and Check Material	10	
1,2	Prepare Tools Equipment	5	
1,3	Assembly Mounting, Antenna and CPE	15	
1,4	Installation outdoor (Antenna, Radio and Clamp Cable LAN to Pole)	60	
1,5	Installation Indoor (Power Connection, Power On and Grounding Connected)	45	
2	Connect Ethernet, Setup and Commissioning CPE Airspan	60	
2,1	Access Radio in Browser	5	
2,2	Assign Radio Name	5	
2,3	Configure Radio IP Address	5	4,25
2,4	Set Link Detail	20	
2,5	Choose Operating Frequency	20	
2,6	Input Location	5	
3	Pointing and Integration	30	
3,1	Pointing and Integration to Service Assurance (NOC)	30	
4	Perform Concluding Routine	30	
4,1	Verification Checklist and Documentation	15	
4,2	Environment Temperatur Check	5	
4,3	Site Clean Check	10	
	Transport from Office to WH BSD pick up material 1 hop (one way)	60	1,00
	Transport from WH BSD to Near End to bring material 1 hop (one way)	60	1,00
	Transport from office to take key shelter site to PIC Mobility (one way)	60	1,00
	Transport from Near End to office & give back key shelter site to FOP Mobility (one way)	45	0,75
		480	8,00

Total durasi waktu yang dibutuhkan untuk implementasi radio Airspan I-Bridge CX-

5 di lokasi pelanggan Hexapharm adalah 4 jam dan 15 menit.

Tabel 2: FAR END (Lokasi : NZJKT_4888 Pulo Mas Barat)

No	Activity	Duration (minutes)	Duration (Hour)
1	Installation Activity	120	
1,1	Unpack and Check Material	10	
1,2	Prepare Tools Equipment	5	
1,3	Assembly Mounting, Antenna and CPE	15	
1,4	Installation outdoor (Antenna, Radio and Clamp Cable LAN to Tower)	45	
1,5	Installation Indoor (Power Connection, Power On and Grounding Connected)	45	
2	Connect Ethernet, Setup and Commissioning CPE Airspan	60	
2,1	Access Radio in Browser	5	4,00
2,2	Assign Radio Name	5	
2,3	Configure Radio IP Address	5	
2,4	Set Link Detail	20	
2,5	Choose Operating Frequency	20	
2,6	Input Location	5	
3	Pointing and Integration	30	
3,1	Pointing and Integration to Service Assurance (NOC)	30	
4	Perform Concluding Routine	30	
4,1	Verification Checklist and Documentation	15	
4,2	Environment Temperatur Check	5	
4,3	Site Clean Check	10	
	Transport from Office to Far End (one way)	90	1,50
	Transport from Far End to Near End	60	1,00
		390	6,50

Total durasi waktu yang dibutuhkan untuk implementasi radio Airspan I-Bridge CX-5 di lokasi NZJKT_4888 Pulo Mas Barat adalah 4 jam.

Untuk melakukan implementasi proyek radio Airspan I-Bridge CX-5 maka dapat dipetakan untuk *resources*-nya sebagai berikut :

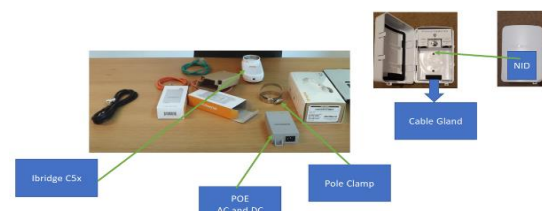
4.2. Implementasi Team

Tabel 3: Pemetaan resources

No	Installation Team	Location	Schedule
1	Engineer 1 & Installer 3	Hexapharm , Kalbe Farma Jakarta	30-Jul-21
2	Engineer 1 & Installer 3	NZJKT_4888 Pulo Mas Barat	31-Jul-21

Airspan I-Bridge CX-5 Kits

Berikut adalah bagian dari Airspan I-Bridge CX-5 kits :



Gambar 3: bagian dari Airspan I-Bridge CX-5 kits

Speedtest

Setelah dilakukan aktivasi pada perangkat Airspan I-Bridge CX-5 maka fase berikutnya adalah melakukan *Speed Test* terhadap kualitas perangkat airspan I-Bridge CX-5 ini. Di bawah ini adalah tangkapan dari pengujian kecepatan kualitas internet yang sudah sesuai dengan permintaan pelanggan Hexapharm Kalbe Farma, Jakarta yaitu 60 Mbps.



Gambar 4: Pengujian Kecepatan Kualitas Internet

Setelah dilakukan pengetesan terhadap perangkat UBR yang sudah terpasang maka didapatkan hasilnya sebagai berikut :

- Untuk hasil **Download** didapatkan 62.39 Mbps
- Untuk hasil **Upload** didapatkan 61,39 Mbps

SIMPULAN

Kesimpulan

Sebelum melakukan implementasi proyek Airspan I-Bridge CX-5 maka perlu dilakukan proses Pre-Survey untuk mengetahui semua kebutuhan yang terkait implementasi yang akan dilakukan baik itu di sisi pelanggan **Hexapharm Kalbe Farma** dan juga di sisi **NZJKT_4888 Pulo Mas Barat**.

Proyek implementasi Airspan I-Bridge CX-5 ini membutuhkan durasi 2 hari untuk instalasi perangkat Airspan I-Bridge CX-5 dari mulai instalasi di Near End (**Hexapharm**) dan sisi

Far End (**NZJKT_4888 Pulo Mas Barat**) sampai proses aktivasi serta pengetesan (*Speed Test*) dari perangkat Airspan I-Bridge CX-5.

Hasil yang dilakukan pada saat pengetesan (*Speed Test*) sesuai dengan yang diminta oleh pelanggan Hexapharm yaitu 60 Mbps.

Kualitas dari internet yang dihasilkan dari implementasi Airspan I-Bridge CX-5 cukup stabil dan kecepatannya tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. D. Raja, "Sistem Iot Cloud Untuk Monitoring Lingkungan Tanaman." Universitas Hasanuddin, 2020.
- [2] M. R. Sari, Y. Soepriyanto, And A. Wedi, "Digitalisasi Media Objek 3 Dimensi Kabel Fiber Optic Berbantuan Piramida Hologram Untuk Sekolah Menengah Kejuruan," *Jktp J. Kaji. Teknol. Pendidik.*, Vol. 3, No. 4, Pp. 366–376, 2020.
- [3] R. Akbar And D. Hamzah, "Rancang Bangun Aplikasi Link Budget Fiber Optik Pada Fiber To The Home Ftth Pt. Telkom Indonesia," *Tekinfor*, Vol. 21, No. 2, Pp. 83–91, 2020.
- [4] U. A. Ahmad, R. E. Saputra, And P. Y. Pangestu, "Perancangan Infrastruktur Jaringan Komputer Menggunakan Fiber Optik Dengan Metode Network Development Life Cycle (Ndlc)," *Eproceedings Eng.*, Vol. 8, No. 6, 2021.
- [5] M. I. S. Gonawan, "Laporan Kuliah

- Kerja Magang (Kkm) Pengembangan Sumber Daya Manusia Di Bidang Indihome Sales Consultant (Isc) Dan Teknisi Pasang Baru (Psb) Pada Pt. Telkom Indonesia Tbk.(Jombang).” Stie Pgri Dewantara Jombang, 2021.
- [6] F. Firdaus, F. A. Pradana, And E. Indarto, “Performansi Jaringan Fiber Optik Dari Sentral Office Hingga Ke Pelanggan Di Yogyakarta,” *J. Elektro Dan Telekomun. Terap.*, Vol. 3, No. 1, Pp. 207–214, 2016, Doi: 10.25124/Jett.V3i1.126.
- [7] H. Nuryanto, *Sejarah Perkembangan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*. Pt Balai Pustaka (Persero), 2012.
- [8] I. Irwanto, “Perhitungan Radius Gelombang Pada Sistem Pemancar Radio Republik Indonesia Di Provinsi Banten,” *J. Inov. Penelit.*, Vol. 1, No. 12, Pp. 2713–2726, 2021.
- [9] A. N. Bahri, “Dasar-Dasar Broadcasting,” 2019.
- [10] H. Fahmi, “Analisis Qos (Quality Of Service) Pengukuran Delay, Jitter, Packet Lost Dan Throughput Untuk Mendapatkan Kualitas Kerja Radio Streaming Yang Baik,” *J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, Vol. 7, No. 2, Pp. 98–105, 2018.

SISTEM PENJADWALAN ANTRIAN SERVICE MOBIL TOYOTA MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA DI AUTO2000 PASTEUR

Soca Ramdhani¹, Phitsa Mauliana², Wildan Wiguna³, Nanang Hunaifi⁴, Ricky Firmansyah⁵

¹Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sangga Buana YPKP

^{2,3,4,5} Program Studi Teknik Informatika, Universitas ARS

e-mail korespondensi: ¹socaramdhani22@gmail.com, ²phitsa@ars.ac.id, ³wildan@ars.ac.id,

⁴nanang@ars.ac.id, ⁵ricky@ars.ac.id

ABSTRACT

Workshops in the automotive industry are places for vehicle repair and maintenance services. In the queue there is a condition where the number of service recipients is greater than the service provide, therefore an appointment is needed before the day of work. A Foreman sometimes notices that some technicians are too busy doing vehicle maintenance, but on the other hand, there are also technicians who don't have a job. This condition is commonly referred to as the morning rush or busy at a certain time, then exacerbated by bottleneck conditions that cause queues of vehicles and their customers in the waiting room with uncertainty in service times. Genetic algorithms imitate natural events to solve a problem by combining the theory of reproduction, natural selection, and Darwin's theory of evolution. The genetic algorithm symbolizes a chromosome that determines the character as an individual and the quality of each chromosome is called fitness. By going through the stages of the best fitness parameters based on the number of clashes between time, stall, vehicle and mechanic. The test is carried out repeatedly on applications with different optimizations and then a sequential queue schedule output is produced and there are no clashes between time input, stall, vehicle and mechanic and the service queue scheduling system that has been built using website programming (Html, Css, Javascript and PHP) and MySQL database will be applied to the company's internal Auto2000 Pasteur.

Keywords: Genetic Algorithm; Scheduling System; Service Queue; Web Programming

ABSTRAK

Bengkel dalam industri otomotif merupakan tempat layanan jasa perbaikan dan perawatan kendaraan. Pada antrian terdapat suatu kondisi dimana penerima layanan yang jumlahnya lebih besar dibandingkan dengan pemberi layanan sehingga diperlukan appointment sebelum hari pengerjaan. Seorang Foreman terkadang memperhatikan sebagian teknisi yang terlalu sibuk melakukan perawatan kendaraan, namun disisi lain ada juga teknisi yang tidak kebagian pekerjaan. Kondisi ini biasa disebut dengan morning rush atau kesibukan di waktu tertentu saja, kemudian diperparah dengan kondisi bottleneck yang menyebabkan terjadinya antrian kendaraan beserta pelanggannya di ruang tunggu dengan ketidakpastian waktu pelayanan. Algoritma genetika meniru kejadian alam untuk menyelesaikan suatu masalah yaitu dengan menggabungkan teori reproduksi, seleksi alam, dan teori evolusi Darwin. Algoritma genetika menyimbolkan sebuah kromosom yang menentukan karakter sebagai sebuah individu dan kualitas dari setiap kromosom yang disebut dengan fitness. Dengan melalui tahap parameter fitness terbaik berdasarkan jumlah bentrok antara waktu, stall, kendaraan dan mekanik. Pengujian dilakukan berulang kali pada aplikasi dengan optimasi yang berbeda lalu dihasilkan output jadwal antrian yang berurut dan tidak terdapat bentrok diantara input waktu, stall, kendaraan dan mekanik dan sistem penjadwalan antrian service telah dibangun dengan menggunakan pemrograman web (Html, Css, Javascript dan PHP) serta database MySQL akan diterapkan di internal Auto2000 Pasteur.

Kata Kunci: Algoritma Genetika; Sistem Penjadwalan; Antrian Service; Pemrograman Web

PENDAHULUAN

Servis mobil merupakan jenis jasa yang dikategorikan sebagai *low contact services* yang membutuhkan kontak pelanggan dengan intensitas yang rendah [1]. Salah satu jenis

servis mobil yaitu perawatan berkala dengan jadwal yang ditetapkan oleh beberapa faktor seperti model, usia, atau status kendaraannya. Sedangkan interval servis ditentukan sesuai

dengan jarak tempuh dan periode yang telah dilalui sejak servis sebelumnya [2].

Bengkel dalam industri otomotif merupakan tempat layanan jasa perbaikan dan perawatan kendaraan. Sebuah antrian tidak bisa dihindari dikarenakan layanannya memerlukan waktu yang relatif lama dan tahapan pekerjaannya yang cukup banyak, sehingga diperlukan *appointment* sebelum hari pengerjaan [3]. Pada antrian terdapat suatu kondisi dimana penerima layanan yang jumlahnya lebih besar dibandingkan dengan pemberi layanan. Kondisi ini dapat mengakibatkan penumpukan penerima layanan dan ujungnya akan terjadi *bottleneck* [4].

Auto2000 Pasteur merupakan dealer resmi mobil Toyota yang menyediakan layanan perbaikan kendaraan di Kota Bandung. Pada *dealer* ini terdapat bengkel dengan fasilitas *General Repair* (GR) yaitu layanan purna jual yang menawarkan jasa perbaikan berupa servis perawatan berkala maupun perbaikan umum berkaitan dengan mesin, sasis atau kerangka kendaraan, serta kelistrikan untuk seluruh tipe mobil Toyota. Layanan GR mengedepankan kepuasan pelanggan dengan terus menjaga kualitas, biaya, serta *lead time* pengerjaan.

Pada kegiatan observasi didapatkan beberapa kendala dari pengamatan secara langsung di Auto 2000 Pasteur terkait dengan penjadwalan *service*. Seorang *Foreman* terkadang memperhatikan sebagian mekanik atau teknisi yang terlalu sibuk melakukan perawatan kendaraan, namun disisi lain ada juga teknisi yang tidak kebagian pekerjaan. Kondisi ini biasa disebut dengan *morning rush* atau

kesibukan di waktu tertentu saja, kemudian diperparah dengan kondisi *bottleneck* yang menyebabkan terjadinya antrian kendaraan beserta pelanggannya di ruang tunggu dengan ketidakpastian waktu pelayanan. Pada bengkel Auto2000 Pasteur sebenarnya sudah disediakan layanan *appointment* via telepon yang bisa dilakukan beberapa sehari sebelum kunjungan, namun perlu dilakukan estimasi lagi mengenai *lead time* pengerjaan layanannya oleh *Service Advisor*.

Penjadwalan layanan *service* kendaraan dapat diestimasi menggunakan Algoritma Genetika. Terdapat penelitian mengenai penjadwalan yang berkaitan dengan layanan bagi pelanggan seperti implementasi Algoritma Genetika untuk penjadwalan *customer service*. Algoritma Genetika menghabiskan waktu yang lebih sedikit yaitu hanya membutuhkan 30% dalam pembuatan jadwal *customer service* [5]. Kemudian terdapat penerapan Algoritma Genetika dalam optimasi penjadwalan proyek. Algoritma Genetika terbukti dapat memberikan hasil yang cepat dan mendekati optimal dalam membentuk jadwal proyek [6].

Dari beberapa permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka pada dapat dirangkum bahwa dibutuhkan suatu sistem penjadwalan *service* kendaraan di Auto2000 Pasteur. Kemudian solusi yang diajukan pada kasus penjadwalan yang diteliti akan diterapkan Algoritma Genetika. Suatu sistem penjadwalan dapat diimplementasikan menggunakan pemrograman *website* [7]. Suatu sistem *website* biasanya disimpan di dalam komputer *web server* [8]. Sehingga pada penelitian ini

bertujuan untuk menerapkan sistem penjadwalan *service* kendaraan menggunakan Algoritma Genetika berbasis *web* di *dealer* resmi mobil Toyota Auto2000 Pasteur.

METODE

Terdapat beberapa jenis metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu teknik pengumpulan data, metode pengembangan sistem penjadwalan, Algoritma Genetika, hingga contoh kasus perhitungannya.

Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data *service* kendaraan dari bengkel Auto2000 Pasteur menggunakan beberapa teknik pengumpulan data [9], yaitu:

1. Observasi

Pengamatan langsung dilakukan pada bengkel resmi Auto2000 Pasteur dan mengamati sistem yang sedang berjalan untuk mendapatkan data penelitian.

2. Wawancara

Proses wawancara dilakukan dengan kepala bengkel, *service advisor*, teknisi, serta beberapa pelanggan *service* Auto2000 Pasteur.

3. Studi Pustaka

Mempelajari beberapa jurnal dan buku yang terkait dengan sistem penjadwalan, Algoritma Genetika, perawatan berkala, *service* kendaraan, serta pemrograman *website* dengan basis data MySQL.

Metode Pengembangan Sistem

Model pengembangan sistem penjadwalan *service* kendaraan pada penelitian ini menggunakan model *waterfall* yang terbagi menjadi beberapa tahapan [10], yang dapat diuraikan sebagai berikut ini:

1. Analisis

Pada tahap ini di analisa kebutuhan-kebutuhan yang akan digunakan yaitu pendataan perawatan berkala kendaraan yang dilakukan *service* beserta pemiliknya oleh *Service Advisor*, data mekanik dan *stall* bengkel yang dapat diketahui dari *Foreman*, maupun SOP yang sedang berjalan guna menentukan solusi pengembangan sistem penjadwalan.

2. Perancangan

Dijelaskan kebutuhan-kebutuhan sistem yang berhubungan dengan desain sistem penjadwalan *service* pada perawatan berkala mobil Toyota. *Tools* yang digunakan yaitu rancangan basis data menggunakan *Entity Relationship Diagram* (ERD), serta arsitektur perangkat lunak atau *software architecture* pada penelitian ini menggunakan *Unified Modeling Language* (UML).

3. Implementasi

Pada tahap ini ditentukan *platform* pemrograman *website* yang akan digunakan yaitu menggunakan bahasa pemrograman PHP, *Java Script*, HTML, dan CSS. Kemudian penerapan basis data menggunakan MySQL.

4. Pengujian

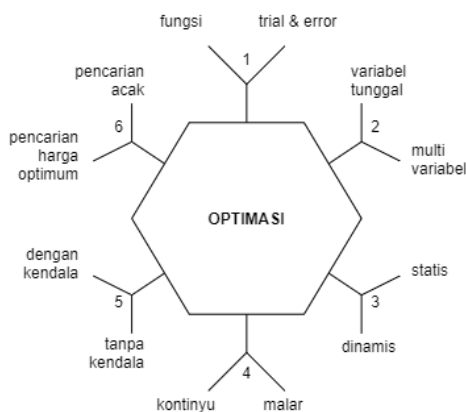
Proses pengujian yang akan dilakukan dengan *black box testing* yaitu masukan dari program, apakah menghasilkan *output* sesuai dengan yang diharapkan oleh pengguna sistem.

5. Dukungan

Tahap akhir pengembangan sistem yang sudah dibuat diperlukan dalam mengantisipasi perubahan sistem yang bersangkutan dengan *hardware* dan *software* yang akan digunakan bagi perusahaan sebagai tempat riset.

Teknik Optimasi

Optimasi adalah proses menyelesaikan suatu permasalahan tertentu supaya berada pada kondisi yang paling menguntungkan dari suatu sudut pandang. Masalah yang harus diselesaikan berkaitan erat dengan data-data yang dapat dinyatakan dalam satu atau beberapa variabel. Biasanya yang disebut keuntungan berhubungan dengan pencarian minimum dan maksimum, bergantung pada sudut pandang yang digunakan. Proses optimasi dapat diklasifikasikan menjadi enam kategori. Pembagian tersebut tidak dapat dianggap sepenuhnya membagi-bagi proses optimasi persis menjadi enam kategori, karena setiap cabang saling dapat terkait [11].



Gambar 1: Klasifikasi Optimasi [11]

Pada Gambar.1 menunjukkan enam kategori pada klasifikasi optimasi [11], dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Optimasi dengan cara *trial and error* berhubungan dengan proses untuk menyesuaikan nilai variabel input yang membuat perubahan output tanpa pengetahuan yang banyak mengenai prosesnya.
2. Optimasi satu dimensi melibatkan sebuah variabel, sedangkan optimasi yang melibatkan banyak variabel disebut dengan

multidimensi. Proses optimasi menjadi bertambah sulit dengan bertambahnya dimensi. Optimasi multidimensi dapat dianggap sebagai rangkaian optimasi dari satu dimensi.

3. Optimasi dinamis mempunyai output yang merupakan fungsi waktu, sedangkan optimasi statis mempunyai output yang independen terhadap waktu.

4. Optimasi diskrit adalah optimasi yang melibatkan variabel yang mempunyai sejumlah variasi nilai yang terbatas. Sedangkan optimasi malar adalah optimasi yang banyaknya variasi nilai variabelnya tidak berhingga.

5. Optimasi dengan kendala menggabungkan kesamaan variabel dan ketidaksamaan variabel ke dalam fungsi objektif. Sedangkan optimasi tanpa kendala mengizinkan variabel mempunyai nilai berapapun juga.

6. Optimasi yang penyelesaiannya dicari secara acak disebut dengan optimasi acak. Optimasi yang penyelesaiannya dicari dari sebuah nilai variabel awal tertentu disebut dengan pencarian nilai optimum.

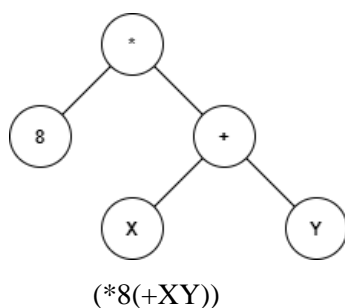
Algoritma Genetika

Algoritma genetika meniru kejadian alam untuk menyelesaikan suatu masalah yaitu dengan menggabungkan teori reproduksi, seleksi alam, dan teori evolusi Darwin. Algoritma genetika menyimbolkan sebuah kromosom yang menentukan karakter sebagai sebuah individu dan kualitas dari setiap kromosom yang disebut dengan *fitness*. Setiap individu mewakili sebuah solusi dan kumpulan dari sejumlah individu yang disebut dengan populasi [12].

Terdapat langkah-langkah dari desain algoritma genetika yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi penjadwalan [12], sebagai berikut:

1. Pengkodean, mengkodekan solusi menjadi individu. Pengkodean dilakukan dengan tujuan untuk membentuk kromosom dari individu, kromosom inilah yang akan dievaluasi terhadap *objective function* untuk menentukan *fitness* suatu individu. Proses pengkodean suatu individu dapat dilakukan dengan beberapa metode, pemilihan metode yang tepat dapat mempermudah proses selanjutnya sesuai dengan karakteristik permasalahan. Macam-macam pengkodean pada algoritma genetika antara lain:

a. *Binary encoding*, metode ini merepresentasikan kromosom suatu individu dalam bentuk string biner, dimana setiap bit terdiri dari bilangan 0 atau 1. Pada masalah linier, kromosom yang dihasilkan biasanya adalah nilai biner dari sebuah nilai desimal.



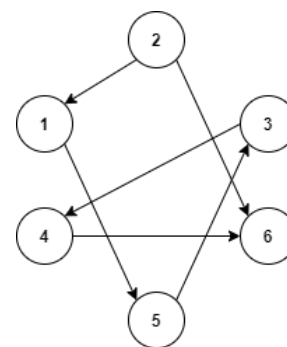
Gambar 2: Permutation Encoding [12]

b. *Permutation encoding*, metode pengkodean merepresentasikan kromosom suatu individu dalam bentuk urutan dari angka-angka atau huruf. Inti dari metode pengkodean ini tidak boleh terjadi

penghilangan atau pengulangan dari urutan angka atau huruf yang dibentuk.

Pada Gambar 2. merupakan contoh kromosom yang dihasilkan oleh *permutation encoding* dari rute kunjungan dengan node 1 sebagai node asal.

c. *Tree encoding*, bentuk pengkodean untuk kromosom dengan setiap kromosom akan mewakili sebuah *tree* dari sebuah objek.



1 - 5 - 3 - 4 - 6 - 2

Gambar 3: Tree Encoding [12]

Pada Gambar 3 menunjukkan contoh kromosom yang dihasilkan oleh *rute tree encoding* dari sebuah objek *tree*.

d. *Value encoding*, bentuk pengkodean untuk kromosom dengan setiap kromosom yang diwakili oleh suatu nilai. Nilai dapat berupa apa saja yang berhubungan dengan masalah yang ada misalnya bilangan bulat, *real*, karakter, atau objek lainnya.

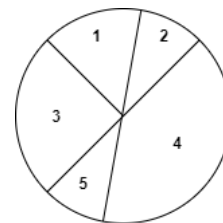
2. Populasi awal, untuk populasi awal sebanyak N individu. Setiap individu dalam populasi awal harus memiliki *feasible solution* dari *search space* permasalahan yang akan diselesaikan. Setiap individu yang dihasilkan harus sesuai dengan karakteristik dari metode pengkodean.

3. *Fitness*, menghitung nilai *fitness* dari setiap individu dalam populasi. Setiap individu memiliki *fitness* yang menunjukkan kualitas dari individu tersebut. Nilai *fitness* suatu individu diperoleh dengan mengevaluasi kromosom suatu individu terhadap *objective function*. Suatu individu tersebut memiliki kesempatan yang lebih besar untuk berpartisipasi pada proses reproduksi dan menghasilkan individu baru untuk generasi berikutnya.
4. Seleksi, pilih individu yang berpartisipasi dalam proses seleksi berdasarkan nilai *fitness* masing-masing. Seleksi bertujuan untuk memilih individu yang akan menjadi parent dari populasi yang ada sesuai dengan *fitness* individu tersebut. Proses seleksi dilakukan berdasarkan *fitness* dari setiap individu di dalam populasi. Individu yang mempunyai *fitness* baik mempunyai kemungkinan untuk terpilih lebih besar. Terdapat beberapa metode seleksi yang sering digunakan pada algoritma genetika diantaranya:

- a. *Elistism Selection*, ketika membentuk populasi dengan *crossover* dan mutasi, ada kemungkinan kromosom yang paling baik hilang. Untuk mengatasi masalah ini, metode *elistism* memasukkan kromosom dengan nilai *fitness* paling baik atau beberapa kromosom dengan nilai *fitness* yang tinggi dari generasi lama ke generasi baru. Kemudian sisa kromosom dalam generasi baru diperoleh dengan cara reproduksi biasa.

- b. *Roulette wheel selection*, kromosom dipilih berdasarkan nilai *fitness*, semakin besar nilai *fitness* maka kromosom tersebut mempunyai peluang untuk dipilih lebih besar, serta mungkin dapat terpilih beberapa kali.

Pada Gambar 4 kemungkinan suatu individu untuk terpilih digambarkan dengan sebuah juring pada lingkaran



Gambar 4: Roulette Wheel [12]

Lebarnya juring tersebut tergantung dari nilai *fitness* individu yang bersangkutan. Semakin baik *fitness*, maka juringnya semakin besar.

- c. *Rank selection*, semua individu dalam populasi diurutkan berdasarkan *fitness* mulai dari yang besar ke yang kecil. Setiap individu diberikan probabilitas untuk terpilih berdasarkan distribusi probabilitas yang dipakai, nilainya dapat dicari dengan memasukkan nilai *fitness* ke fungsi distribusi yang telah ditentukan.
- d. *Tournament selection*, dapat dilakukan dalam dua tahap yaitu memilih grup yang terdiri N individu dan memilih individu yang mempunyai *fitness* dari grup dengan membuang individu yang lain. Individu-individu yang terpilih akan menjadi populasi baru.
5. *Crossover*, menyilangkan dua individu terpilih. Proses *crossover* melibatkan dua

individu, dihasilkan oleh proses seleksi yang paling menyumbangkan sebagian kromosomnya untuk mendapatkan individu yang baru. Individu baru yang dihasilkan diharapkan memiliki *fitness* yang lebih baik.

6. Mutasi, berdasarkan parameter probabilitas mutasi, ubah kromosom dari individu yang dipilih. Untuk mencegah agar algoritma genetika tidak menghasilkan lokal optimal, maka diperlukan proses mutasi. Tidak seperti *crossover* yang melibatkan dua individu, proses mutasi hanya melibatkan satu individu. Proses mutasi akan mengubah setiap *gen* pada kromosom suatu individu, sehingga *fitness* yang dimiliki juga berubah. Jumlah individu yang terkena mutasi dalam suatu populasi tergantung dari nilai probabilitas mutasi yang ditetapkan, sedangkan individu yang terkena mutasi dipilih secara acak.
7. *Replace*, ganti populasi lama dengan populasi yang baru terbentuk.
8. *Test*, periksa apakah jumlah populasi sudah sama dengan parameter jumlah populasi yang sudah ditentukan. Jika kondisi tersebut sudah terpenuhi, maka proses berhenti dan solusi dari populasi tersebut ditampilkan. Jika belum terpenuhi, kembali ke langkah ke-3 dan jumlah populasi ditambah satu.

2.5. Perhitungan Algoritma Genetika

Pada penelitian ini diberikan contoh kasus antrian *service* menggunakan Algoritma Genetika pada suatu antrian *service*.

A. Langkah Ke-1: Inisialisasi Populasi

Inisialisasi populasi adalah suatu proses menentukan jumlah individu atau kromosom

didalam suatu populasi. Data diambil dari data antrian *service* kendaraan sebagai data *sample* penjadwalan pada Tabel 1.

Tabel 1: Antrian Service Kendaraan

No.	Layanan	Waktu	Nopol	Teknisi
1	Service 1.000 km	1 Jam	D8841HG	Mulyadi
2	Service 5.000 km	1 Jam	D4742BV	R Septiawan
3	Service 8.000 km	1 Jam	D888BN	Dede
4	Service 7.000 km	1 Jam	D9711FF	Agus P
5	Service 10.000 km	1 Jam	D1188CM	Iyus
6	Service 20.000 km	1 Jam	D1728LA	Ribdan

Tabel 2: Data Stall Bengkel

No.	Kode Stall	Nama Stall
1	R01	Stall 1
2	R02	Stall 2
3	R03	Stall 3
4	R04	Stall 4

Tabel 3: Data Waktu Pelayanan

No.	Hari	Jam
1	Minggu	08:00:00
2	Minggu	09:00:00
3	Minggu	10:00:00
4	Minggu	11:00:00

B. Langkah Ke-2: Generate Kromosom

Generate Kromosom adalah suatu proses pembangkitan nilai acak kromosom awal yang didapat dari data inisialisasi populasi.

Pada langkah kedua ini dilakukan pembangkitan 4 individu dan 4 kromosom yang di *generate* secara acak yang merupakan kombinasi dari inisialisasi populasi [tabel antrian *service*, tabel *stall*, dan tabel waktu]

Tabel 4: Random Generate Populasi ke-1

Individu Ke	Total Gen
Individu 1	{[1,4,4],[2,4,4],[3,2,2],[4,1,1]}
Individu 2	{[1,2,2],[3,4,4],[2,1,2],[4,4,4]}
Individu 3	{[1,1,1],[1,3,3],[1,1,1],[4,3,3]}
Individu 4	{[1,1,2],[2,4,1],[4,2,4],[3,4,1]}

Tabel 5: Individu ke-1

Kromosom Ke:	Gen1 [Nopol, Teknisi]	Gen 2 [Nama Stall]	Gen 3 [Hari, Jam]
1	D8841HG	Stall 4	Minggu

Kromosom Ke:	Gen1 [Nopol, Teknisi]	Gen 2 [Nama Stall]	Gen 3 [Hari,Jam]
2	Mulyadi D4742BV R Septiawan	Stall 4	Minggu 11:00:00
3	D8881BN Dede	Stall 2	Minggu 09:00:00
4	D9711FF Agus P	Stall 1	Minggu 08:00:00

Tabel 6: Individu ke-2

Kromosom Ke:	Gen1 [Nopol, Teknisi]	Gen 2 [Nama Stall]	Gen 3 [Hari,Jam]
1	D8841HG Mulyadi	Stall 2	Minggu 09:00:00
2	D8888BN Dede	Stall 4	Minggu 11:00:00
3	D4742BV R Septiawan	Stall 1	Minggu 10:00:00
4	D9711FF Agus P	Stall 4	Minggu 11:00:00

Tabel 7: Individu ke-3

Kromosom Ke:	Gen1 [Nopol, Teknisi]	Gen 2 [Nama Stall]	Gen 3 [Hari,Jam]
1	D4742BV R Septiawan	Stall 1	Minggu 08:00:00
2	D8841HG Mulyadi	Stall 3	Minggu 10:00:00
3	D8881N Dede	Stall 2	Minggu 11:00:00
4	D9711FF Agus P	Stall 3	Minggu 10:00:00

Tabel 8: Individu ke-4

Kromosom Ke:	Gen1 [Nopol, Teknisi]	Gen 2 [Nama Stall]	Gen 3 [Hari,Jam]
1	D8841HG Mulyadi	Stall 1	Minggu 09:00:00
2	D4742BV R Septiawan	Stall 4	Minggu 08:00:00
3	D9711FF Agus P	Stall 2	Minggu 11:00:00
4	D8881N Dede	Stall 4	Minggu 08:00:00

C. Langkah Ke-3: Fitness Function

Nilai *fitness function* ditentukan sebagai parameter penentuan baik atau tidaknya suatu individu dalam algoritma genetika. Nilai fitness ditentukan sebagai parameter yang menentukan nilai optimum dalam masalah optimasi.

Pada langkah ketiga ini dilakukan perhitungan *fitness function* dengan persamaan fungsi

objektif untuk proses maksimasi sebagai berikut:

$$Fitness = 1/(1 + CM + CS + CK) \quad (1)$$

Keterangan:

Clash Mekanik = Jadwal Bentrok Mekanik dengan waktu yang sama

Clash Stall = Jadwal bentrok Stall dengan waktu yang sama

Clash Waktu = Jadwal bentrok kendaraan dengan waktu yang sama

Parameter *Fitness* terbaik = 1

Menghitung *fitness* berdasarkan Individu dari generasi awal yang dibangkitkan:

- a. *Fitness* Individu 1 = $1/(1+1+1+1) = 0.33333$
- b. *Fitness* individu 2 = $1/1+(1+0+0+0) = 0.5$
- c. *Fitness* Individu 3 = $1/1 = (1+0+0+0) = 0.5$
- d. *Fitness* Individu 4 = $1/1 = (1+1+0+0) = 0.33333$

Total Nilai *Fitness* = 1,666

D. Langkah Ke-5: Seleksi Generasi 1

Seleksi berfungsi untuk memilih individu-individu mana saja yang akan dipilih untuk proses *crossover*, teknik yang dilakukan adalah dengan menggunakan teknik *roulette wheel*. teknik ini berprinsip semakin besar nilai *fitness* setiap individu semakin besar individu tersebut akan dipilih dalam setiap kemungkinan yang ada.

Tahapan tahapan pada seleksi dengan metode *roulette wheel* akan dihitung pada tabel berikut 3.8 berikut ini.

$$Probability = Fitness[i] / Total_Fitness \quad (2)$$

Tabel 9: Menghitung Probabilitas

Jumlah Area	Range Area
Probabilitas 1	$0.333/1.666 = 0.200$
Probabilitas 2	$0.5/1.666 = 0.300$

Probabilitas 3	$0.5/1.666 = 0.300$
Probabilitas 4	$0.333/1.666 = 0.200$

2. Langkah selanjutnya yaitu hitung nilai kumulatif yang bisa dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10: Menghitung Kumulatif

Kumulatif Ke	Perhitungan Kumulatif
Kumulatif 1	$0.200 + 0 = 0.200$
Kumulatif 2	$0.200 + 0.300 = 0.500$
Kumulatif 3	$0.500 + 0.300 = 0.800$
Kumulatif 4	$0.800 + 0.200 = 1$

Setelah dilakukan proses menghitung nilai kumulatif maka didapat nilai area *roulette wheel* yang dimana area *roulette wheel* didapat di antara angka 0 sampai dengan 1 yang bisa dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11: Menghitung Area Roulette Wheel

Jumlah Area	Range Area
Area 1	(0.2-0.5)
Area 2	(0.5-0.8)
Area 3	(0.8-1)
Area 4	(1-0.2)

3. Langkah selanjutnya yaitu membangkitkan bilangan acak dalam *range* (0-1) dimana nomor acak ini dibangkitkan sesuai jumlah individu yang dimiliki nilai *random* dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12: Pembangkitan Bilangan Acak

Angka Ke	Range Area
Random 1	0.396
Random 2	0.822
Random 3	0.211
Random 4	0.720

Selanjutnya melakukan pengelompokan dari nilai acak yang di bangkitkan pada tabel dengan ketentuan jika nilai *Random* < 1 maka pilih area *roulette wheel* pada tabel hasil yang didapat pada Tabel 13.

Tabel 13: Memasukkan Individu ke Area Roulette Wheel

Individu Sebelumnya	Individu Setelah Seleksi ke area Roulette Wheel
Individu 1	Individu 2
Individu 2	Individu 4
Individu 3	Individu 2
Individu 4	Individu 3

Tabel 14: Populasi Setelah Masuk ke Area Roulette Wheel

Individu Ke	Total Gen
Individu 1	{[1,4,4],[2,4,4],[3,2,2],[4,1,1]}
Individu 2	{[1,1,2],[2,4,1],[4,2,4],[3,4,1]}
Individu 3	{[1,4,4],[2,4,4],[3,2,2],[4,1,1]}
Individu 4	{[1,2,2],[3,4,4],[2,1,2],[4,4,4]}

E. Langkah Ke-5: Crossover

Crossover atau kawin silang adalah proses dalam algoritma genetika yang mengawinkan dua buah individu yang bertujuan untuk menghasilkan keturunan yang baru dari individu yang terseleksi. Pada proses ini melakukan pertukaran secara random dua buah *parent*.

1. Penentuan laju *crossover* atau *crossover rate* yang ditentukan yaitu sebesar 0.75 atau 75%. Selama kromosom kurang kurang dari populasi lalu lakukan *random* bilangan acak dari range (0-1) serta jika nilai *random* dan kromosom kurang dari *crossover rate* yang ditentukan maka selanjutnya dipilih sebagai *parent*. Pembangkitan bilangan acak (0-1) sebanyak jumlah individu dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15: Bilangan random Crossover Rate

Nomor	Nilai Random
Random 1	0.259
Random 2	0.673
Random 3	0.870
Random 4	0.483

2. Lalu memilih individu sesuai laju *crossover* 75% yang dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16: Individu yang terpilih sesuai laju Crossover

Individu Terpilih
Individu 1
Individu 2
Individu 4

3. Setelah itu individu dikawinkan dengan individu yang lain yang dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17: Perkawinan Individu

Individu yang dikawinkan
Individu 1 >> Individu 2
Individu 2 >> Individu 4
Individu 4 >> Individu 1

- Menentukan Posisi *crossover* dengan metode *one cut point crossover*
Bangkitkan bilangan acak antara 1 s.d (Panjang Kromosom -1) sebanyak jumlah *parent* dengan ketentuan sebagai berikut 1 s/d (4-1) = 1 sampai dengan 3. Lalu didapat hasil bilangan *random* untuk penentuan proses bagian *one cut point crossover* yang dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18: Hasil Posisi One Cut Point Crossover

Nilai Random Penentuan One Cut Point Crossover
Crossover 1 = 3
Crossover 2 = 2
Crossover 3 = 1

- Pada tahap ini akan dilakukan proses pengawinan *crossover* dengan metode *one cut crossover* dengan mengawinkan individu terpilih.

Tabel 19: Perkawinan Individu Terpilih ke-1

Parent	Kromosom
Parent 1	{[1,4,4],[2,4,4],[3,2,2],[4,1,1]}
Parent 2	{[1,1,2],[2,4,1],[4,2,4],[3,4,1]}
Offspring 1	{[1,4,4],[2,4,4],[3,2,2],[3,4,1]}

Tabel 20: Perkawinan Individu Terpilih ke -2

Parent	Kromosom
Parent 1	{[1,1,2],[2,4,1],[4,2,4],[3,4,1]}
Parent 2	{[1,2,2],[3,4,4],[2,1,2],[4,4,4]}
Offspring 2	{[1,2,2],[3,4,4],[3,2,2],[3,4,1]}

Tabel 21. Perkawinan Individu Terpilih ke-3

Parent	Kromosom
Parent 1	{[1,2,2],[3,4,4],[2,1,2],[4,4,4]}
Parent 2	{[1,4,4],[2,4,4],[3,2,2],[4,1,1]}
Offspring 3	{[1,2,2],[2,4,4],[3,2,2],[4,1,1]}

- Setelah dilakukan proses *crossover* dengan metode *one cut point crossover* maka didapat populasi baru hasil *crossover* yang dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22: Populasi Hasil Crossover

Individu Ke	Total Kromosom
Individu 1	{[1,4,4],[2,4,4],[3,2,2],[3,4,1]}
Individu 2	{[1,2,2],[3,4,4],[3,2,2],[3,4,1]}
Individu 3	{[1,4,4],[2,4,4],[3,2,2],[4,1,1]}
Individu 4	{[1,2,2],[2,4,4],[3,2,2],[4,1,1]}

- Lalu langkah selanjutnya menghitung kembali *fitness function* dengan hasil metode *crossover Fitness* individu yang dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23: Fitness Function Hasil Proses Crossover

Individu Ke	Total Gen
Fitness individu 1	$Fitness = 1/(1+1+1) = 0.333$
Fitness individu 2	$Fitness = 1/(1+1+1) = 0.333$
Fitness individu 3	$Fitness = 1/(1+1+1) = 0.333$
Fitness individu 4	$Fitness = 1/(1+1+1) = 0.333$
Total Nilai Fitness	0.9

F. Langkah Ke-5: Mutation

Mutasi adalah proses penggantian nilai *gen* yang ada dalam individu. Mutasi dilakukan dengan menggunakan laju mutasi sebagai parameter mutasi. lalu penentuan nilai *random* individu yang akan dimutasi. Langkah awal dalam melakukan proses mutasi yaitu dengan menentukan total kromosom = jumlah kromosom * jumlah individu. Maka didapat $4*4 = 16$ adalah jumlah kromosom yang bisa mutasi dalam populasi sampel ini.

- Menentukan Nilai *Random*

Penentuan nilai *random* ditentukan dengan laju mutasi sebesar $1/100$. Laju Mutasi($0.05* 16 = 0.8$) dengan 1 kromosom yang akan dimutasi

- Lalu langkah selanjutnya menentukan kromosom yang akan di mutasi dengan menentukan 1 nilai *random* dengan range antara (1-16). nilai yang telah didapat dengan angka acak yang didapat adalah 9.
- Langkah selanjutnya melakukan melakukan pembangkitan nilai acak dari *range* (1-4)

sebanyak jumlah index yang ada di dalam kromosom yang dengan nilai acak yang didapat yaitu [1,3,3] yang selanjutnya akan dimutasi ke dalam kromosom ke 9 yang telah dilakukan *generate*.

Tabel 24: Proses Mutasi Dari Generasi Hasil Crossover

Nomor	Total Kromosom
Random 1	{[1,4,4],[2,4,4],[3,2,2],[3,4,1]}
Individu 2	{[1,2,2],[3,4,4],[3,2,2],[3,4,1]}
Individu 3	{[1,3,3],[2,4,4],[3,2,2],[4,1,1]}
Individu 4	{[1,2,2],[2,4,4],[3,2,2],[4,1,1]}

4. Lalu langkah selanjutnya menghitung kembali *fitness function* dengan hasil mutasi individu yang dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 25: Hasil Mutasi Individu

Individu Ke	Total Gen
<i>Fitness</i> individu 1	$Fitness = 1/(1+1+1) = 0.333$
<i>Fitness</i> individu 2	$Fitness = 1/(1+1+1) = 0.333$
<i>Fitness</i> individu 3	$Fitness = 1/(1+0+0) = 1$
<i>Fitness</i> individu 4	$Fitness = 1/(1+1+1) = 0.333$
Total Nilai <i>Fitness</i>	1.9

G. Langkah Ke-6: Replace

Setelah dilakukan proses mutasi maka didapatkan hasil *fitness* terbaik dengan telah mencapai nilai angka tertinggi yaitu nilai 1 yang menandakan tidak ada lagi clash atau bentrok maka telah didapat generasi baru lalu setelah itu proses *replace* selesai.

H. Langkah Ke-6: Test

Lalu dilakukan proses *testing* dimana parameter inisialisasi awal tetap sama sampai proses testing harus sama lalu ditunjukkan juga hasil individu yang sudah tidak mengalami bentrok data populasi bisa ditampilkan dapat dilihat pada Tabel 26.

Tabel 26: Hasil Akhir Perhitungan Algoritma Genetika

Nomor	Total Kromosom
Random 1	{[1,4,4],[2,4,4],[3,2,2],[3,4,1]}
Individu 2	{[1,2,2],[3,4,4],[3,2,2],[3,4,1]}
Individu 3	{[1,3,3],[2,4,4],[3,2,2],[4,1,1]}
Individu 4	{[1,2,2],[2,4,4],[3,2,2],[4,1,1]}

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kebutuhan Sistem

Pada bagian ini menjelaskan kebutuhan fungsional sistem penjadwalan antrian *service* yang akan dibangun.

A. Tahapan Analisis

Spesifikasi kebutuhan dari sistem penjadwalan antrian *service* yang akan dibangun sebagai berikut:

Halaman *Service Advisor* (SA):

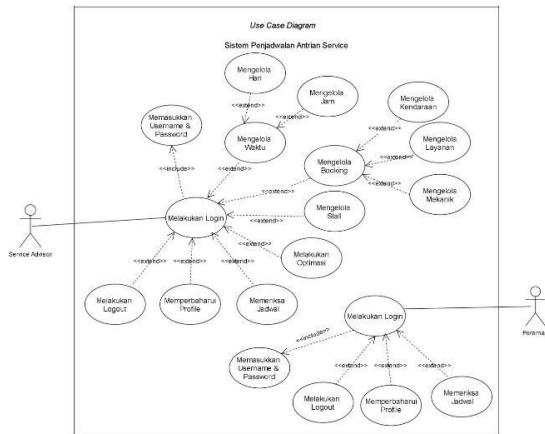
- A1. SA dapat melakukan *login*.
- A2. SA dapat mengelola data *timing* atau waktu (jam, dan hari).
- A3. SA dapat mengelola data antrian *service*.
- A4. SA dapat mengelola data *stall*.
- A5. SA dapat melakukan optimasi jadwal pada menu *optimation*.
- A6. SA dapat memeriksa hasil perhitungan penjadwalan pada menu *schedule*.
- A7. SA dapat memperbaharui *profile*.
- A8. SA dapat melakukan *logout*.

Halaman *Foreman*:

- B1. *Foreman* dapat melakukan *login*.
- B2. *Foreman* dapat memeriksa jadwal antrian *service* pada menu *schedule*.
- B3. *Foreman* dapat memperbaharui *profile*.
- B4. *Foreman* dapat melakukan *logout*.

B. Use Case Diagram

Use case diagram dengan interaksi antara pengguna dengan sistem antrian *service* dapat dilihat pada Gambar 5. Pada Gambar 5 merupakan use case diagram dengan dua actor yaitu *Service Advisor* dan *Foreman* yang dapat melakukan akses terhadap sistem penjadwalan antrian *service*.



Gambar 5: Use Case Diagram Sistem Antrian Service

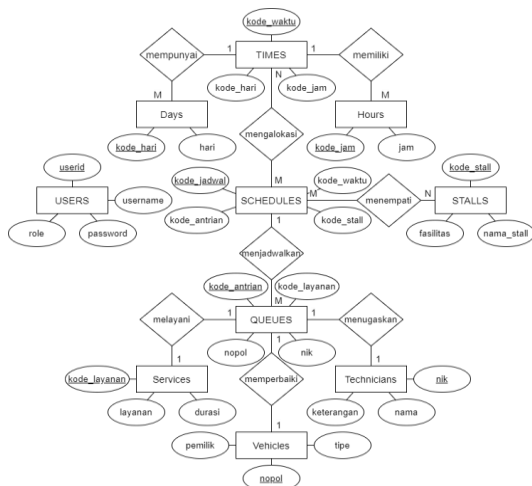
Pada dasarnya hak akses bagi *Service Advisor* yaitu dapat melakukan pengelolaan data pada semua menu yang akan disediakan oleh sistem. Sedangkan bagi *Foreman* yang diperbolehkan untuk mengakses menu *login*, melihat penjadwalan *service*, melakukan *update profile*, serta keluar dari sistem dengan cara *logout*.

Perancangan

Pada tahapan ini menjelaskan tentang desain *database*, *software architecture*, serta *interface* dari sistem yang akan dibuat.

A. Entity Relationship Diagram

Perancangan *database* menggambarkan tabel-tabel beserta relasinya menggunakan *Entity Relationship Diagram (ERD)*.

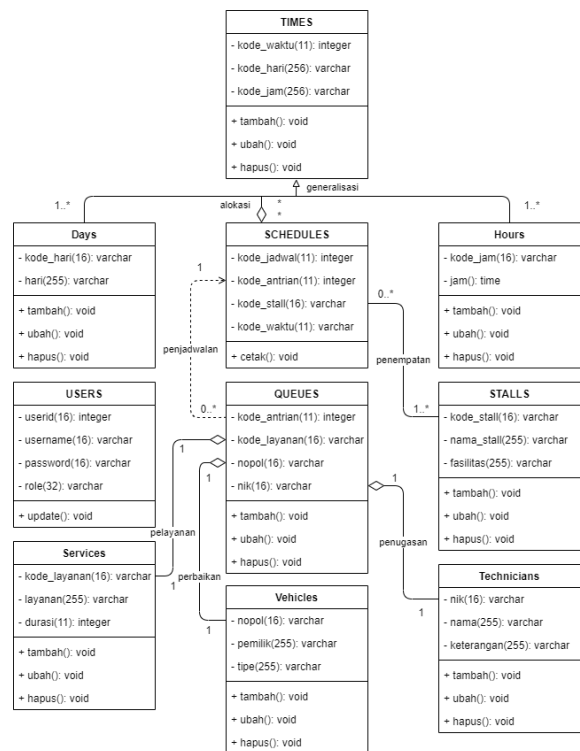


Gambar 6: ERD Sistem Penjadwalan Antrian Service

B. Class Diagram

Desain *class diagram* pada penelitian ini menggambarkan struktur pemrograman yang menunjukkan struktur statis pengklasifikasian dari sistem antrian *service* yang dirancang.

Pada Gambar 7 adalah *class diagram* sistem antrian *service* yang menggambarkan struktur sistem antrian *service* dengan menunjukkan *class*, atribut, metode atau operasi, beserta hubungan antar objeknya.



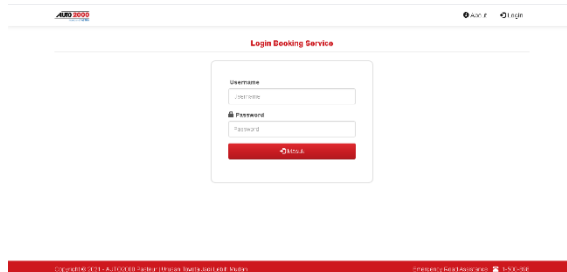
Gambar 7: Class Diagram Sistem Antrian Service

Penerapan

Pada tahap penerapan ditampilkan *user interface* yang merupakan gambar antarmuka pengguna dari perancangan sistem penjadwalan antrian *service* yang dibuat. Perancangan antarmuka berfungsi untuk memudahkan interaksi antara pengguna dengan sistem yang telah dibuat.

1. Halaman *Login* Pengguna

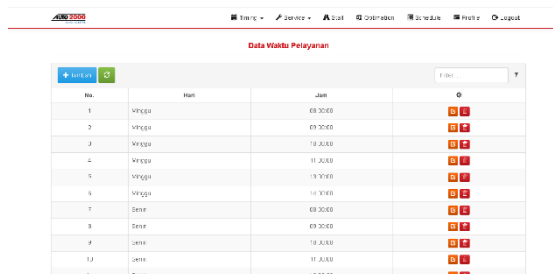
Tampilan halaman *login* merupakan halaman untuk akses ke halaman utama dari sistem penjadwalan antrian *service* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8: Tampilan Halaman Login Pengguna

2. Halaman Data Waktu

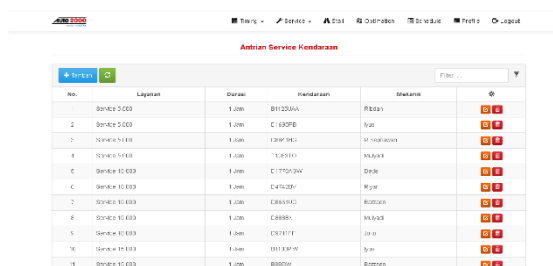
Halaman yang digunakan dalam mengelola data waktu dengan tampilannya yang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9: Tampilan Halaman Data Waktu

3. Halaman Data Antrian

Halaman yang digunakan dalam mengelola data antrian *service* yang ditampilkan pada Gambar 10.

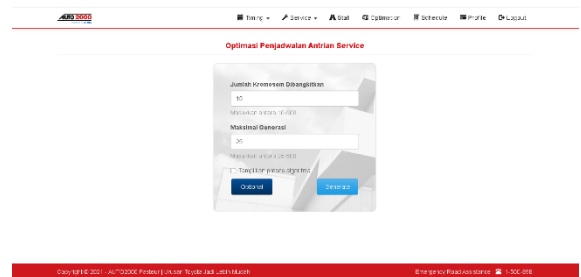


Gambar 10: Tampilan Data Antrian

4. Halaman Optimasi Jadwal

Halaman yang digunakan dalam menghitung optimasi penjadwalan dengan tampilan

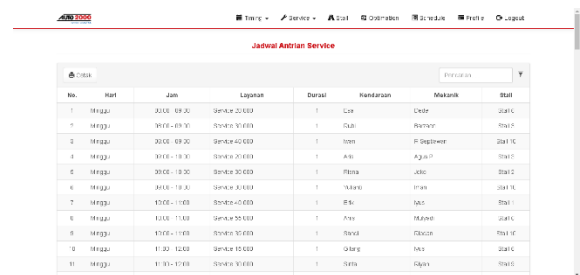
antarmuka pengguna yang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11: Tampilan Optimasi Jadwal

5. Halaman Jadwal Antrian *Service*

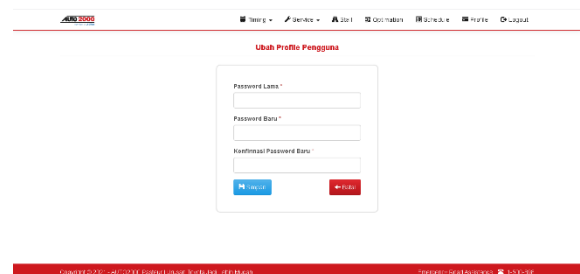
Halaman yang digunakan dalam memeriksa jadwal antrian *service* dengan tampilan dari halaman akun pengguna dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12: Tampilan Jadwal Antrian Service

6. Halaman *Update Profile*

Halaman yang digunakan dalam memperbaharui *profile* pengguna. Tampilan dari halaman *profile* pengguna dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13: Tampilan Profile Pengguna

Testing

Proses evaluasi komponen sistem untuk memverifikasi perbedaan-perbedaan antara hasil yang diharapkan dengan hasil yang terjadi.

Pengujian pada sistem penjadwalan antrian *service* menghasilkan validasi sebagai berikut:

1. Pengujian *black box testing login* pengguna pada kolom input *username* dan *password* memberikan hasil pengujian yang sesuai harapan dan kesimpulan yang *valid*.
2. Pengujian *black box testing* pada pengelolaan data waktu yaitu pengguna dapat menginput data, mengubah data dan menghapus data waktu hari dan jam memberikan hasil pengujian yang sesuai harapan dan kesimpulan yang *valid*.
3. Pengujian *black box testing* pada pengelolaan *form* data antrian yaitu pengguna dapat memasukkan data antrian, menghapus data antrian dan mengubah data antrian yang memberikan hasil pengujian yang sesuai harapan dan kesimpulan yang *valid*.
4. Pengujian *black box testing* mengelola *stall* yaitu pengguna dapat menambah data *stall*, menghapus data *stall* dan mengubah data *stall* yang memberikan hasil yang sesuai dan kesimpulan yang *valid*.
5. Pengujian *black box testing form* optimasi yaitu pengguna dapat mengatur optimasi sesuai kromosom, generasi, *crossover rate* dan laju mutasi yang diperlukan yang memberikan hasil sesuai dan kesimpulan yang *valid*.
6. Pengujian *black box testing form* memperbaharui *profile* yaitu pengguna dapat memperbaharui *profile* mengganti *password* dengan mendapatkan hasil yang sesuai dan kesimpulan yang *valid*.

Support

Menjelaskan tentang spesifikasi *hardware* dan *software* yang akan digunakan untuk menjalankan sistem penjadwalan antrian *service* yang telah dibuat beserta dokumentasi formulir *input* dan *output* sistem.

Dijelaskan tentang kebutuhan standar *hardware* dan *software* yang akan digunakan untuk dapat menjalankan sistem antrian *service*. Kebutuhan *hardware* dan *software* tersebut meliputi sebagai berikut:

1. *Hardware*
 - a. *Processor* minimal Core 2 Duo
 - b. RAM 2 GB
 - c. VGA Card 1 GB
 - d. *Harddisk* 160 GB
 - e. *Monitor* Samsung LED 14 inch
 - f. *Keyboard* Logitech K120
 - g. *Mouse* Standard
 - h. *Printer* Laser Jet
2. *Software*
 - a. Sistem operasi Microsoft Windows 7
 - b. *Browser* Google Chrome atau Mozilla Firefox.
 - c. *Software* basis data XAMPP v7.0.33

SIMPULAN

Kesimpulan

Sistem penjadwalan antrian *service* mobil Toyota di Auto2000 Pasteur yang telah dilakukan dalam menjawab permasalahan penelitian dengan diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem penjadwalan yang telah dibangun mampu meratakan pembagian pekerjaan bagi teknisi oleh *Foreman*. Pada sistem ini *output* jadwal yang dihasilkan sesuai dan

konsisten dengan inputan inisialisasi data awal yang terdiri dari data pelanggan, layanan, stall, teknisi dan waktu.

2. Pada penelitian ini telah berhasil mengimplementasikan algoritma genetika pada sistem penjadwalan antrian *service* di Auto2000 Pasteur. Algoritma genetika mampu melakukan optimasi jadwal *service* dengan meniru proses seleksi alam berdasarkan aturan *fitness* terkuat yang akan bertahan yaitu penentuan waktu, teknisi dan *stall* diantara jadwal *service* yang tidak berbenturan dengan jadwal lainnya. Metode ini melakukan proses penyeleksian berulang-ulang sampai didapatkan jadwal *service* baru dengan *fitness* terbaik.
3. Sistem penjadwalan antrian *service* mobil Toyota Auto2000 Pasteur berhasil dibangun dengan pemrograman *website* dan *database* MySQL. Sistem tersebut memberikan hak akses bagi *Service Advisor* dalam mengelola data waktu, layanan perbaikan dan pelanggan, stall, hingga optimasi jadwal. Kemudian dihasilkan *output* penjadwalan yang digunakan *Foreman*.

Saran

Pada bagian ini dipaparkan mengenai kekurangan pada sistem penjadwalan yang telah dibahas pada penelitian ini. Terdapat beberapa saran bagi penelitian selanjutnya yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam mengembangkan sistem agar lebih baik lagi, diantaranya:

1. Sistem penjadwalan yang telah dikembangkan diharapkan dapat digunakan juga oleh teknisi, sehingga teknisi dapat

melihat langsung jadwal serta jenis pekerjaan *service* yang harus dilakukannya.

2. Algoritma Genetika pada penelitian ini dapat juga diimplementasikan pada sistem antrian *service* yang melibatkan pelanggan dalam mengakses sistem pada saat melakukan *appointment*.
3. Sistem penjadwalan antrian *service* kendaraan yang telah dibuat bagi bengkel Auto 2000 Pasteur ini dapat juga diintegrasikan dengan penggunaan *Application Programming Interface* (API) yang terhubung dengan basis data *spare part*. Hal tersebut dapat memungkinkan ketersediaan *spare part* yang berpengaruh terhadap jadwal maupun durasi layanan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Fatihudin And A. Firmansyah, *Pemasaran Jasa (Strategi, Mengukur Kepuasan Dan Loyalitas Pelanggan) 2019*, No. March. Deepublish, 2019.
- [2] K. Tampubolon, A. Fahmi, And F. L. Batu, *Elemen-Elemen Mesin Bensin Pada Mobil Dan Perawatannya*. Inteligencia Media (Kelompok Penerbit Intrans Publishing), 2020.
- [3] L. L. Zulfa, E. M. Mujibah, And Z. F. Rajaguguk, "Pelatihan Penggunaan Perangkat Berbasis Internet Dalam Pengumpulan Data Penelitian Masa Pandemi Covid-19," *Educivilia J. Pengabd. Pada Masy.*, Vol. 1, No. 2, P. 143, 2020, Doi: 10.30997/Ejpm.V1i2.2835.
- [4] R. Setyawati And A. B. Maulachela, "Penerapan Algoritma Dynamic Priority Scheduling Pada Antrian Pencucian Mobil," *Jtim J. Teknol. Inf. Dan Multimed.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 29–35, 2020, Doi: 10.35746/Jtim.V2i1.85.
- [5] C. P. Damayanti And Dkk, "Implementasi Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Customer Service (Studi Kasus : Biro Perjalanan Kangaroo)," *J. Pengemb. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput. Univ.*

- Brawijaya*, Vol. 1, No. 6, Pp. 456–465, 2017.
- [6] Ferdyanan And A. Hajjah, “Penerapan Algoritma Genetika Dalam Optimasi Penjadwalan Proyek,” *J. Mhs. Apl. Teknol. Komput. Dan Inf.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 50–55, 2020, [Online]. Available: <http://www.ejournal.pelitaindonesia.ac.id/jmapteksi/index.php/jom/article/view/545>.
- [7] Dadang Kurnia Dan Hendri Ardiansyah, “Sistem Informasi Reservasi Penjadwalan Service Pada Pt. Mentari Alam Semesta Berbasis Web,” In *Prosiding Seminar Informatika Dan Sistem Informasi*, 2020, Vol. 5, No. Nomor 1, Pp. 101–108, [Online]. Available: <http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/snisis/article/view/6185/pdf>.
- [8] W. Wiguna, P. Mauliana, And A. Y. Permana, “Pengembangan E-Helpdesk Support System Berbasis Web Di Pt Akur Pratama,” *J. Responsif Ris. Sains Inform.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 19–29, 2020.
- [9] H. R. Hidayat And W. Wiguna, “Aplikasi Diagnosa Penyakit Tuberculosis Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Android,” *J. Responsif Ris. Sains Inform.*, Vol. 3, No. 1, Pp. 20–29, 2021.
- [10] W. Wiguna And T. Alawiyah, “Sistem Reservasi Paket Wisata Pelayaran Menggunakan Mobile Commerce Di Kota Bandung,” *J. Voi (Voice Informatics)*, Vol. 8, No. 2, Pp. 49–62, 2019.
- [11] Z. Zuhri, *Algoritma Genetika (Metode Komputasi Evolusioner Untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi)*. 2014.
- [12] M. Krisnanda, *Penjadwalan Pilot Maskapai Penerbangan Menggunakan Algoritma Genetika.Pdf*. Penerbit Lakeisha, 2020.

IMPLEMENTASI AUTENTIKASI DARI SISI *BACKEND* PADA ARSITEKTUR *MICROSERVICES* MENGGUNAKAN *EXPRESS JS*

Regita Lisgiani¹, Sigit Nurmajid²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Sangga Buana
e-mail korespondensi: ¹regitalisgianidrajat@gmail.com, ²sigitnurmajid32@gmail.com

ABSTRACT

Currently, the SuperApps application is being widely used by the community, one example is Gojek. Superapps is a one-stop solution that contains customer needs in an application. Many people choose applications that already have all the features that can meet their daily needs. Superapps have high complexity, starting from security, data, request handling and other system requests. To handle large amounts of data and processes, a Microservice Architecture is required. Microservices allow each feature in the application to do its own development. With Microservices, all code is broken down into independent services that run as separate processes. In the microservice architecture, authentication is very important because it contains user data and security. The authentication system must be made as good as possible so that it can be decentralized in various services. In this journal, the author will analyze, design, and create patterns and implement good code to design good authentication in microservice architectures.

Keywords: SuperApp; security; microservice; authentication

ABSTRAK

Saat ini, aplikasi SuperApps banyak digunakan di masyarakat. Contohnya adalah Gojek. Superapps adalah solusi satu atap yang mencakup kebutuhan pelanggan dalam satu aplikasi. Banyak orang memilih aplikasi yang sudah memiliki semua fitur yang dapat memenuhi kebutuhan sehari-hari mereka. Aplikasi superapps memiliki sistem yang sangat kompleks, mulai dari keamanan, data, pemrosesan permintaan, dan permintaan sistem lainnya. Pemrosesan data dan proses dalam jumlah besar memerlukan arsitektur Microservice. Microservice memungkinkan pengembang melakukan mengembangkan sendiri untuk setiap fitur aplikasi Anda. Microservice membagi semua kode menjadi layanan independen yang berjalan sebagai proses terpisah. Di Dalam arsitektur microservice autentifikasi menjadi salah satu yang sangat penting karena didalamnya mengandung user data yang merupakan bagian penting dari aplikasi.. Sistem autentifikasi harus dibuat sebaik mungkin agar dapat ter desentralisasi di berbagai servicenya dan dapat menjadi jembatan autentifikasi dan security sistem. Dalam jurnal ini, penulis akan menganalisis, merancang, dan membuat pattern dan pengimplementasian kode yang baik untuk merancang autentifikasi yang baik dalam arsitektur microservice.

Kata Kunci: SuperApps; security; microservice; autentikasi

PENDAHULUAN

SuperApps merupakan platform aplikasi yang menyediakan banyak layanan yang dibutuhkan masyarakat berupa fitur fitur aplikasi yang terintegrasi dalam satu aplikasi [1]. Saat ini, customer atau pengguna lebih memilih aplikasi dengan banyak layanan yang dapat memenuhi kebutuhan mereka. Dikarenakan kebutuhan fitur yang banyak

sistem superApps sangat kompleks, mulai dari keamanan, data, pemrosesan permintaan, dan permintaan sistem lainnya [2]. Arsitektur yang baik diperlukan untuk menangani sejumlah besar data dan proses. Arsitektur pengembangan aplikasi memiliki dua arsitektur yang sangat populer: monolitik dan Microservice [3]. Microservice adalah pendekatan SDLC yang memecah sistem yang

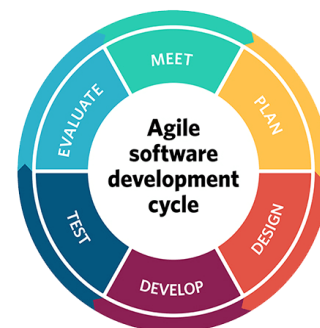
besar dan kompleks menjadi modul atau service fungsional yang lebih kecil. Microservice membagi semua kode menjadi service independen yang berjalan sebagai proses terpisah. Dalam Microservice, setiap service memiliki skema, kode, dan infrastruktur yang berbeda, tergantung pada kebutuhannya. Karena banyaknya data dan service yang ada dalam arsitektur ini, Microservice sangat rentan terhadap serangan security khususnya pada sistem otentikasi. Oleh karena itu, membangun sistem Microservice memerlukan desain arsitektur otentikasi yang sesuai.

Dalam arsitektur layanan mikro, aplikasi client biasanya perlu menggunakan fungsionalitas dan data dari berbagai service. Client harus menangani beberapa pengambilan data ke service service lain [10]. Client memiliki beban yang berat karena menjadi pusat untuk pengambilan dan pengolahan data dari berbagai service. Usability system tentunya terbatas karena semua sistem terdistribusi pusat atau bergantung pada client. Tingkat keamanan pada service menjadi rentan karena banyaknya pertukaran data antar service.

METODE

Tujuan dari metode penelitian pada sistem microservice ini adalah untuk menganalisis dan membuat sistem autentifikasi dan pengambilan data yang baik untuk arsitektur microservice dari segi keamanan dan distribusi data. Metode penelitian yang diterapkan untuk membuat sistem yang akan

dibuat adalah menggunakan pendekatan SDLC (Software Development Lifecycle). Software Development Lifecycle atau SDLC adalah proses yang digunakan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji perangkat lunak berkualitas tinggi. Tujuan SDLC adalah untuk menyediakan diagram alur terstruktur yang memungkinkan organisasi membuat perangkat lunak berkualitas tinggi yang dapat diselesaikan lebih cepat dan dengan biaya lebih rendah sambil memenuhi dan melampaui harapan pelanggan. Model SDLC yang dipilih dalam metode survei ini adalah model agile [4]. Agile adalah kumpulan teknik pengembangan perangkat lunak yang dilakukan secara bertahap dan berulang (berulang) [5]. Model ini merupakan pengembangan berulang dan



Gambar 1: Siklus pengembangan perangkat lunak

berkelanjutan yang dapat diterapkan pada microservice development yang dapat melakukan perubahan sesuai kebutuhan.

1. Meet

Pada tahapan ini pengembang akan bertemu untuk menentukan sistem yang akan dibangun beserta requirement yang dibutuhkan dalam sistem. Pada tahapan ini pengembang akan menganalisa

konsep dan sistem apa yang digunakan. Hasil dari fase ini biasanya menghasilkan beberapa dokumentasi yang dibutuhkan selama proses kerja, seperti *flow* aplikasi dan *design* atau UI aplikasi (*Mockup*). Analisis terperinci ini akan membantu untuk memutuskan apakah suatu proyek layak atau tidak sebelum memulai pekerjaan.

2. Plan

Pada tahapan ini pengembang akan mulai merancang timeline dan tahapan kerja yang akan dilakukan. Pada langkah ini tim pengembang merancang apa saja yang dibutuhkan dalam suatu perangkat lunak yang hendak dibuat. Di dalam tahapan ini terjadi pemilihan arsitektur software di dalam *microservice* yang akan diterapkan pada sistem.

3. Design

Pada tahap ini seorang pengembang memulai membuat design untuk sistem yang akan dibuat.

4. Develop

Setelah dokumentasi design keluar maka, pengembang harus mengimplementasikan hasil desain yang sudah dibuat ke dalam coding.

5. Testing

Apabila semua tahapan sebelum testing sudah selesai, ini waktunya untuk pengembang melakukan testing terhadap code yang sudah dibuat. Dan tentunya hasil testing ini diharapkan sesuai dengan syarat - syarat dari desain sistem yang sudah ada.

6. Evaluate

Akhirnya pada tahap ini customer dan pengembang akan bertemu untuk mengevaluasi dari sistem yang sudah dibuat oleh pengembang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian dengan menggunakan model *development framework agile* diperlukan banyak analisa dan percobaan. Ditemukan bahwa sistem autentifikasi membutuhkan *software architecture* yang memungkinkan untuk menutup sistem *service service* dibelakangnya. *Software Architecture* melingkupi hubungan antara elemen yang ada dalam sistem dan elemen yang berada diluar system (yang dilihat user). Terdapat pattern populer yang ada pada *microservices* yaitu *pattern direct to client* dan *API Gateway*.

Pada *pattern direct client to microservices*, client akan mengakses langsung ke *service service* yang mereka butuhkan. *Direct client microservice* sangat baik untuk *microservice* dengan skala kecil, khususnya jika client merupakan *server side based application* [7].

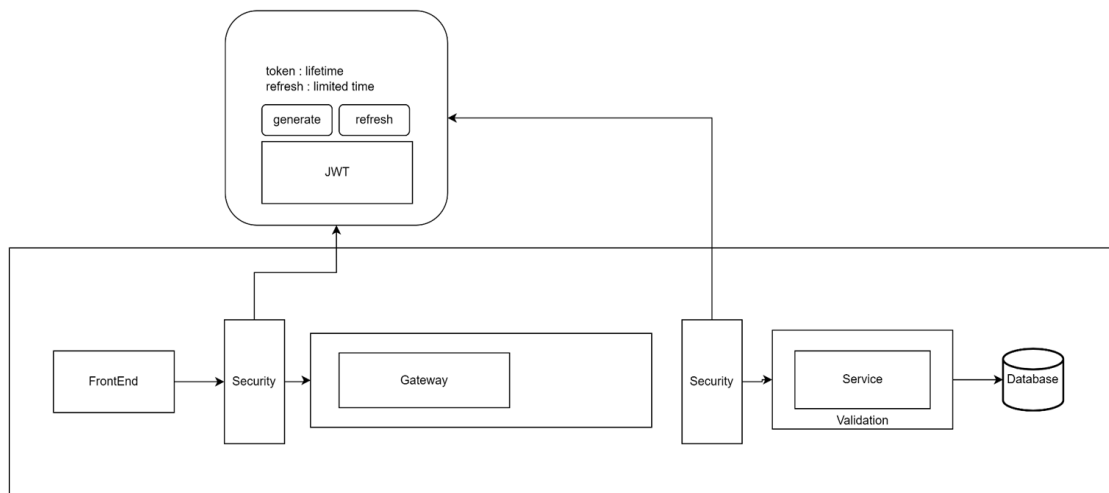
Pada arsitektur *Microservices*, client apps biasanya memerlukan mengkonsumsi *functionality* dari lebih satu *service* [9]. Client harus *men-handle* untuk melakukan *multiple call* ke *microservice*. *Usability system* tentunya terbatas karena semua sistem terdistribusi pusat atau bergantung pada client. Perubahan apapun pada system sangat mempengaruhi client, termasuk *error, clustering, server shutdown* atau *overwork*.

API Gateway adalah suatu service yang dibuat khusus dan dijadikan sebagai entry point dari dunia luar untuk masuk ke dalam sistem atau architecture kita. Gateway akan berada di antara client dan service service dalam architecture dan berfungsi sebagai reverse [proxy untuk melakukan request ke service-service yang dibutuhkan.

Tools

Analisa Tahapan Integrasi Sistem

Tools software atau pemrograman yang digunakan dalam pembuatan autentifikasi system adalah express js dengan bantuan JWT sebagai enkripsi autentifikasi berbentuk token [6]. Express.js adalah framework web app untuk Node.js yang ditulis dengan bahasa pemrograman JavaScript. Dimana framework ini digunakan untuk membangun aplikasi dari sisi back end secara efektif dan optimal [8].

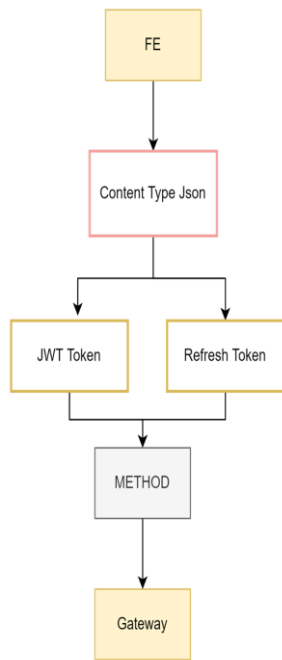


Gambar 2: Flow arsitektur

Flow yang akan dipakai didalam sistem yang akan dibuat adalah seperti gambaran di atas dengan tahapan tahapan yang secara sederhana adalah sebagai berikut

1. Client akan melakukan request data terhadap Gateway
2. Client akan mengirimkan authorization key berupa JWT untuk security dan validasi
3. Gateway akan melakukan validasi security dan input atau request yang masuk dengan cara men decode JWT yang dikirim client

4. Jika Autentikasi berhasil gateway akan meneruskan request ke service user



Gambar 3: Flow Chart

5. Service akan memvalidasi request dan memproses data lalu mengembalikannya ke gateway.
6. Proses selanjutnya adalah gateway akan melakukan modeling dari user data yang dikirim oleh service user Metode autentikasi yang digunakan adalah dengan menggunakan metode JWT dan refresh token.

JWT akan berlaku sebagai token autentikasi berbentuk random code yang memiliki waktu expired dan berisikan data user yang di enkripsi. Refresh token akan berlaku sebagai token refresh untuk melakukan request ulang terhadap jwt autentifikasi yang expired sehingga client tidak perlu melakukan logout dan login ulang untuk mendapatkan key autentifikasi JWT.

DAFTAR PUSTAKA

[1] *Kupas Tuntas Super App, Aplikasi Serbabisa yang Buat Hidupmu Efisien.* (2020, December 10). Glints Blog. <https://glints.com/id/lowongan/super-app/#.Yj2nH01BxPY>

[2] *Kenali super app dan beberapa contohnya.* (n.d.). EKRUT. Retrieved May 27, 2022, from <https://www.ekrut.com/media/super-app-adalah>

[3] Alchuluq, L. M., & Nurzaman, F. “Analisis pada Arsitektur Microservice untuk Layanan Bisnis Toko Online.” *TEKINFO*, 2021, 22.2:61-68.

[4] *Ciptakan Tim yang Tanggap dengan Segala Perubahan Menggunakan Agile Project Management!.* (2021, March 7). Pemimpin.ID. <https://pemimpin.id/ciptakan-tim-yang-tanggap-dengan-segala-perubahan-menggunakan-agile-project-management/>

[5] *Agile planning: A step-by-step guide and template.* (2018, April 22). Monday.Com Blog. <https://monday.com/blog/project-management/agile-planning/>

[6] auth0.com. (n.d.). *JWT.IO*. Auth0. Retrieved May 27, 2022, from <https://jwt.io/>

[7] *What are microservices?* (n.d.). Chris Richardson. Retrieved May 27, 2022, from <https://microservices.io/>

[8] *Express 5.x.* (n.d.). API Reference. Retrieved May 27, 2022, from <https://expressjs.com/en/5x/api.html>

[9] Julio, E., & Pakereng, M. A. I. (2021). Implementasi API payment gateway Menggunakan Arsitektur Microservice. *Jurnal Informatika*, 8(2), 123–130. <https://doi.org/10.31294/ji.v8i2.10590>

[10] Elsen, R. (2022). Perancangan Arsitektur Microservice untuk Portal Berita Daring. *Jurnal Algoritma*, 18(2), 352–357.

<https://doi.org/10.33364/algoritma/v.18-2.875>

PERBAIKAN SINYAL DENGAN METODE PENGUKURAN TITIK PUTUS DAN PENYAMBUNGAN KABEL FIBER OPTIK PADA BTS SUB376-SANCASUBANG

Naufal Hafizh Santosa¹, Yoga Apriliandro F²

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana

e-mail korespondensi: ¹masninin99@gmail.com, ²yogaapriliandro9c@gmail.com

ABSTRACT

Before the existence of optical fiber, transmission media still used copper cables. Over the years, copper cables have been replaced by fiber optics. Optical fiber transmits data (information) using light media. Optical fiber can transmit data with faster data transmission speeds and also over longer distances. By having a larger bandwidth, small size, easy to add capacity, good performance, and easy transport network, it is definitely effective in replacing copper cables. Fiber optics also have the disadvantage that they are more fragile and break more easily than copper cables, and there is also some attenuation that can be caused by the quality of the fiber optic cable itself, the quality of the connection, or the quality of the connectors at each end. The tools for checking the quality of optical cables are Optical Time Domain Reflector (OTDR) and also a fiber optic connection device called Fusion Splicer. In this study, the author can learn more about optical fiber, and can check the quality of fiber optic cable with an OTDR and can connect with Fusion Splice

Keywords: Fiber Optic Cable; Fiber Optic Cable Quality Measurement; Fiber Optic Cable Splicing

ABSTRAK

Sebelum adanya serat optik, media transmisi masih menggunakan kabel tembaga. Seiring berkembangnya zaman, kabel tembaga digantikan dengan serat optik. Serat optik mentransmisikan data (informasi) menggunakan media cahaya. Serat optik dapat menyalurkan data dengan kecepatan pengiriman data yang lebih cepat dan juga dengan jarak yang lebih jauh. Dengan memiliki bandwidth yang lebih besar, ukuran yang kecil, mudah dalam menambahkan kapasitas, performa yang baik, serta jaringan transport yang mudah sudah pasti efektif dalam menggantikan kabel tembaga. Serat optik pun memiliki kelemahan yaitu lebih rapuh dan lebih mudah putus dibandingkan kabel tembaga, dan juga terdapat beberapa redaman yang dapat disebabkan oleh kualitas kabel fiber optik itu sendiri, kualitas penyambungan, ataupun kualitas konektor di setiap ujungnya. Adapun alat untuk pengecekan kualitas kabel optik yaitu Optical Time Domain Reflector (OTDR) dan juga alat sambung fiber optik yang disebut Fusion Splicer. Dalam penelitian ini, penulis dapat mempelajari tentang serat optik lebih dalam, serta dapat melakukan pengecekan kualitas kabel fiber optik dengan OTDR dan dapat melakukan penyambungan dengan Fusion Splice.

Kata Kunci: Kabel Fiber Optik; Pengukuran Kualitas Kabel Fiber Optik; Penyambungan Kabel Fiber Optik

PENDAHULUAN

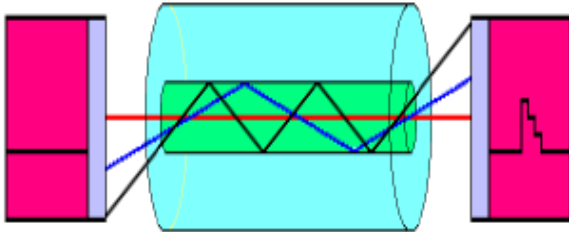
Redaman daya optik meningkat seiring bertambahnya panjang kabel serat [1]. Serat optik itu sendiri menyebabkan daya teredam sekitar 0,2 dB/km untuk panjang gelombang 1550 nm hingga 0,35 dB/km untuk panjang gelombang 1310 nm. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain yang

dapat berkontribusi pada redaman daya untuk jarak jauh seperti rugi dispersi, rugi hamburan dll, pembengkokan serat optik juga dapat mempengaruhi redaman daya.

Perambatan Gelombang Cahaya

Perambatan cahaya pada serat optik dipandu oleh pandu gelombang. Pandu gelombang ini dapat mengarahkan gelombang cahaya pada

serat optic [2]. Tidak seperti gelombang radio yang dapat merambat di udara, gelombang cahaya pada fiber optik harus diarahkan oleh pandu gelombang untuk meminimalisir loss gelombang yang dikirimkan pemancar dengan tujuan receiver



Gambar 1: Perambatan Cahaya pada Serat Optik

Dengan berdasarkan hukum Snellius, pandu gelombang ini digunakan untuk perambatan cahaya yang berada di media transparan. Pandu gelombang untuk serat optik terdiri dari inti (*core*) dan juga selimut (*cladding*).

Sistem Komunikasi Serat Optik

Sistem komunikasi pada serat optik terdiri dari pengirim sinyal atau informasi, penerima sinyal atau informasi, dan juga serat optik itu sendiri sebagai media transmisi [3]. Pengolahan informasi yang akan dikirim dilakukan oleh pengirim sinyal, lalu dikirimkan melalui media transmisi, dan diterima dengan baik oleh penerima. Penerima bertugas menerjemahkan sinyal atau informasi yang diterima sehingga informasi tersebut dapat dimengerti.

Media transmisi pada sistem komunikasi serat optik yaitu adalah serat optik itu sendiri. Sinyal yang dikirimkan berupa pulsa cahaya. Berbeda dengan sistem komunikasi dengan menggunakan sinyal radio yang menggunakan

panjang gelombang yang dapat terbilang lebih pendek dari komunikasi serat optik. Pada komunikasi serat optik, pengirim sinyal bertugas merubah sinyal yang akan dikirim menjadi pulsa cahaya, lalu dirambatkan melalui serat optik, lalu pada sisi penerima bertugas mengubah pulsa cahaya tersebut menjadi sebuah informasi yang dapat dimengerti.

Perangkat Jaringan Fiber Optik

Perangkat jaringan fiber optic [4], terdiri dari:

- a. Optical Line Termination (OLT) merupakan perangkat yang bertugas mengirimkan pulsa cahaya. OLT ini sendiri yang menyediakan layanan internet, usestv, dan telepon. OLT mempunyai fungsi utama yaitu melakukan konversi sinyal dari sinyal listrik menjadi sinyal cahaya pada jaringan GPON. OLT terdiri dari beberapa merk yaitu ZTE, HUAWEI, dan FIBERHOME.
- b. Optical Distribution Cabinet (ODC) merupakan kabinet tempat berakhirnya kabel feeder pada jaringan kabel fiber optik. ODC mempunyai fungsi utama yaitu sebagai tempat penyimpanan sambungan kabel feeder fiber optik, titik bertemu kabel feeder dan kabel distribusi, tempat penyimpanan splitter, dan juga bestray.
- c. Splitter merupakan pembagi sinyal dari satu konektor menjadi beberapa konektor. Splitter mempunyai kapasitas

1:2 sampai 1:16 dengan redamannya masing-masing.

d. Optical Distribution Point (ODP) adalah titik berakhirnya kabel distribusi. Setelah melewati ODP, kabel fiber optik dilanjutkan dengan menggunakan kabel DropCore. Di dalam ODP terdapat splitter, dan juga beberapa titik sambung, tergantung kondisi.

e. Optical Network Termination (ONT) merupakan sisi akhir dari jaringan kabel fiber optik. ONT bertugas mengubah sinyal cahaya yang diterima menjadi sinyal elektrik yang dapat dimengerti. ONT merupakan perangkat yang melakukan penyediaan layanan interface seperti internet, useetv, dan juga telepon.

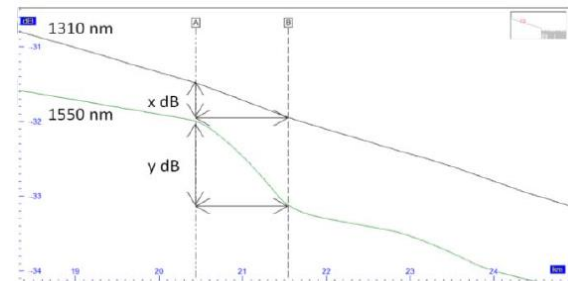
METODE

Tujuan dari penelitian ini adalah mendeteksi titik putus pada kabel fiber optik dan melakukan penyambungan pada kabel fiber optic. Kegiatan penelitian ini dibagi menjadi dua kegiatan. Kegiatan yang pertama adalah mendeteksi titik putus pada kabel fiber optik menggunakan OTDR. Lalu kegiatan yang kedua adalah melakukan penyambungan pada kabel fiber optik menggunakan Fusion Splicer.

Mendeteksi Titik Putus

Pengukuran pada OTDR dapat dilakukan menggunakan dua panjang gelombang, yaitu panjang gelombang 1310 nm dan juga panjang gelombang 1550 nm. Nilai kerugian yang ditangkap oleh panjang gelombang 1550

nm akan lebih tinggi dari panjang gelombang 1310 nm sekitar 0,2 dB. Ini dapat memungkinkan hasil ukur yang didapat berbeda.



Gambar 2: Perbedaan Hasil Ukur dari Dua Panjang Gelombang

Fungsi utama OTDR adalah sebagai berikut [5,10]:

- Mencari titik putus. OTDR dapat menentukan titik putus dengan cara melakukan pengukuran end-to-end. Contohnya apabila panjang kabel 1 km, OTDR hanya mengukur sepanjang 500 m, dapat disimpulkan titik putus berada di 500 m.
- Menghitung total loss pada serat optik. Setelah dilakukan pengukuran, OTDR akan menampilkan total loss pada kabel fiber optik tersebut dari jarak kabel yang diukur.
- Menampilkan titik sambung, titik bending, ataupun titik konektor. Dalam OTDR dapat dilihat titik sambung berada pada jarak sekian. Begitu juga titik bending dan titik konektor. Penentuan titik tersebut dapat dilihat pada grafik yang ditampilkan OTDR dan dapat juga dilihat dari gambarnya masing-masing.

Penyambungan Kabel Fiber Optik

Penyambungan serat optik dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu mechanical splicing dan fusion splicing. Mechanical splicing sudah tidak digunakan karena kualitas sambungan yang kurang bagus, sehingga yang saat ini digunakan adalah fusion splicing. Penyambungan dengan fusion splicing yaitu penyambungan dengan cara membakar ujung serat optik dengan elektroda agar ujung serat optik tersambung. Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam melakukan penyambungan dengan fusion splicing[6], yaitu:

- Pastikan semua peralatan dan tangan kita bersih. Karena adanya sedikit debu dapat mempengaruhi kualitas sambungan.
- Menjaga tube core dengan aman agar tidak terinjak yang dapat menyebabkan core putus atau retak di dalam tube.
- Menggulung core dengan diameter tertentu agar tidak menyebabkan bending pada core tersebut.
- Langsung masukkan sisa core yang sudah terpotong setelah dilakukan pemotongan, agar badan tidak tertusuk oleh potongan core tersebut, karena dapat menyebabkan pembengkakan apabila core patah di dalam kulit..
- Penempatan hasil sambungan pada kaset dilakukan dengan benar, dan juga pastikan kaset terpasang dengan rapi agar tidak menyebabkan kualitas serat optik menjadi jelek di kemudian hari..

Gambar Fusion Splicer dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3: Fusion Splicer

Prosedur Penyambungan Kabel [7-9].

1. Langkah pertama dalam penyambungan kabel fiber optik yaitu mengukur panjang kabel yang akan dikupas. Apabila kabel diperuntukan untuk kabel udara, maka kupas sepanjang 120 cm. Apabila kabel diperuntukan untuk kabel tanah, maka kupas sepanjang 180 cm. Pada kabel udara steel messenger harus dikupas terlebih dahulu sepanjang 200 cm. Alat yang digunakan untuk mengupas steel messenger yaitu separator.



Gambar 4: Kabel Fiber Optik yang Belum Dikupas

2. Setelah kulit kabel sudah dikupas, langkah selanjutnya yaitu mengupas tube kabel sehingga menyisakan bagian cladding.



Gambar 5: Kabel Fiber Optik yang Sudah Dikupas

- Setelah tube dikupas, langkah selanjutnya pengupasan cladding sehingga hanya menyisakan core sebagai bagian utama yang akan disambung.



Gambar 6: Serat Optik yang Masih Dibungkus Cladding

- Potong core menggunakan fiber cleaver. Penggunaan fiber cleaver ini bertujuan menghasilkan potongan yang baik dan rapi.



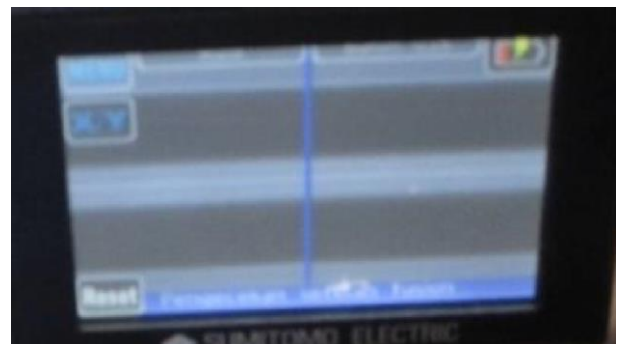
Gambar 7: Pemotongan Serat Optik

- Setelah dilakukan pemotongan, langkah selanjutnya menempatkan ujung core pada v-groove yang berada pada fusion splicer dengan benar agar kualitas sambungan baik. Ujung core dapat dilihat

pada layer fusion splicer. Apabila ujung core jelek atau tidak rapi, lakukan ulang pengupasan cladding dan pemotongan core sampai hasilnya baik. Setelah core berhasil tersambung, hasil dari kualitas sambungan dapat dilihat pada layer fusion splicer. Apabila kualitas sambungan tersebut jelek, maka lakukan penyambungan ulang dengan mengulang dari pengupasan cladding, pemotongan core, dan juga penyambungan.



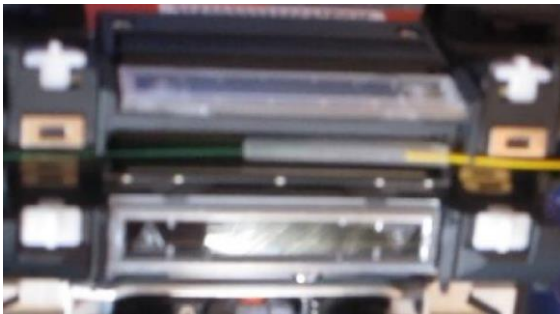
Gambar 8: Penyambungan Core



Gambar 9: Layar LCD Fusion Splicer Setelah Penyambungan

- Apabila kualitas sambungan yang sudah disambung mendapatkan hasil yang baik, langkah selanjutnya yaitu pemasangan sleeve protector. Sleeve protector berfungsi untuk menjaga titik core yang sudah disambung. Sleeve protector digunakan dengan cara dibakar pada

bagian khusus yang tersedia pada fusion splicer.



Gambar 10: Memanaskan Sleeve Protector

Setelah ditemukan titik putus, dilanjutkan dengan persiapan penyambungan.



Gambar 11: Hasil Ukur Pencarian Titik Putus

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada kegiatan ini dilakukan penanganan gangguan pada BTS SUB376-SANCASUBANG yang terdeteksi offline. Setelah mendapatkan informasi lokasi dan denah kabel fiber optik pada BTS yang offline, lalu dilakukan pengukuran dari ODC menggunakan OTDR. Selanjutnya dilakukan penyambungan pada kabel fiber optic yang sudah terlihat titik putusnya. Setelah melakukan penyambungan, dilakukan pengecekan layanan pada BTS SUB376-SANCASUBANG.



Gambar 12: Pencarian Titik Putus

Pengukuran Menggunakan OTDR

Pengukuran titik putus menggunakan OTDR dilakukan pada ODC yang kabelnya mengarah ke ODP.

Hasil pengukuran menggunakan OTDR pada ODC dapat dilihat pada gambar 10. Gambar 10 menunjukkan titik putus terdapat pada jarak 2.0 km. Setelah didapatkan hasil ukur, dilanjutkan dengan pencarian titik putus dengan jarak 2.0 km dari ODC.

Penyambungan kabel fiber optik yang menggunakan fusion splicer harus sesuai prosedur. Dimana hasil penyambungan harus sesuai standar. Dikarenakan apabila hasil penyambungan tidak baik, dapat membuat sinyal fiber optik menjadi jelek, dan dapat menyebabkan layanan pada BTS terganggu.

Penyambungan Kabel Fiber Optik

Penyambungan kabel fiber optik ini dilakukan secara temporer. Dikarenakan lokasi dan kondisi yang tidak memungkinkan. Sehingga hanya melakukan penyambungan core fiber optic untuk BTS SUB376-SANCASUBANG.

Untuk layanan yang lain yang terdapat pada kabel ini ditunda sementara sampai kondisi sudah aman untuk dilakukan penyambungan fiber optik.



Gambar 13: Kabel Fiber Optik Kapasitas Satu Core



Gambar 14: Penyambungan Kabel Fiber Optik Secara Temporer

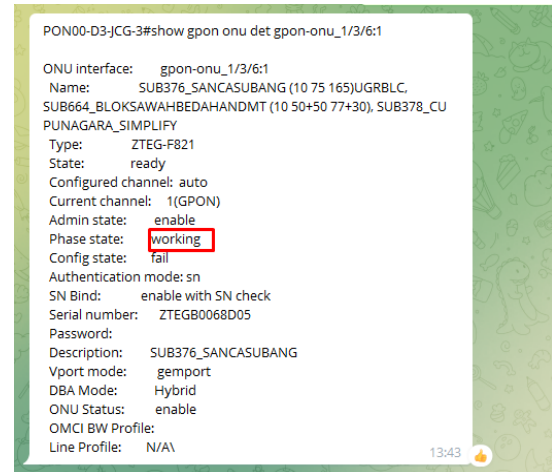


Gambar 15: Penyambungan Kabel Fiber Optik Secara Temporer

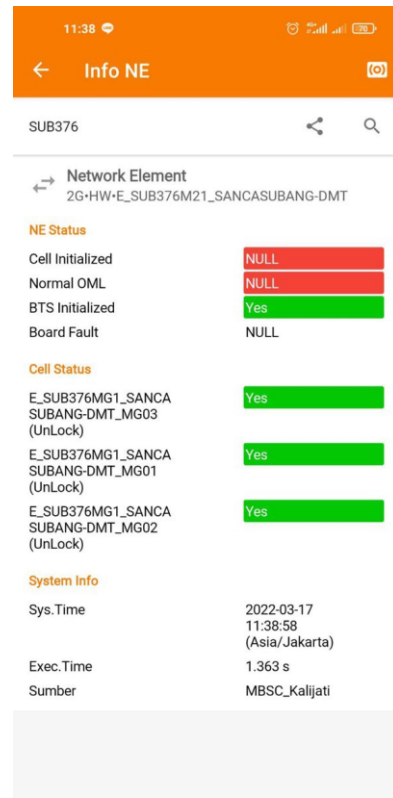
Adapun kabel yang digunakan untuk penyambungan temporer ini yaitu kabel fiber optik kapasitas satu core. Sementara kabel fiber optik yang putus berkapasitas 12 core.

Pengecekan Layanan

Setelah dilakukan penyambungan dengan hasil yang sesuai standar, langkah selanjutnya yaitu melakukan pengecekan layanan.



Gambar 16: Pengecekan Layanan melalui BOT Telegram



Gambar 17: Pengecekan Layanan melalui aplikasi UNEOM



Gambar 18: Pengecekan Layanan dengan SpeedTest

Pengecekan layanan ini dapat dilakukan melalui BOT pada aplikasi Telegram, aplikasi UNEOM, ataupun melakukan SpeedTest sinyal kartu Telkomsel.

Pengecekan SpeedTest harus dilakukan berdekatan dengan BTS yang akan dilakukan pengecekan layanan. Apabila dilakukan dengan jarak yang jauh, maka hasil SpeedTest tidak akan maksimal.

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas, penulis mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Serat optik terdiri dari 3 struktur, yaitu core, cladding, dan coating.
2. Penyambungan serat optik menggunakan fusion splicer menghasilkan kualitas sambungan yang lebih baik dari mechanical splicer. Penyambungan dengan fusion splicer dapat menghasilkan redaman 0 dB.
3. Penggunaan OTDR sangat membantu teknisi dalam pencarian titik putus, kualitas kabel fiber optik, serta total loss yang didapatkan pada kabel fiber optik itu sendiri.

4. Progres penyambungan fiber optik dapat dilakukan secara temporer, seperti kabel berkapasitas besar disambungkan dengan kabel kapasitas yang lebih kecil. Hal ini bertujuan untuk percepatan perbaikan gangguan pada layanan BTS ataupun layanan Corporate.
5. Kualitas pelayanan fiber optik sudah sangat baik, hal ini dibuktikan dengan speed test yang dilakukan, nilai Download dan Upload meskipun dalam jam sibuk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indra, A. T. "Karakterisasi Sistem Sensor Serat Optik Berdasarkan Efek Gelombang Evanescent." *Jurnal Fisika Unand* 3.1 (2014).
- [2] Setiawan, Dwi. "Perambatan Cahaya pada Pandu Gelombang Makro Berbentuk Trapesium." (2011).
- [3] Azwar, Popy, Emansa Hasri Putra, and Rika Susanti. "Analisis Simulasi Rancangan Jaringan Fiber Optik Untuk Internet Kampus Politeknik Caltex Riau Menggunakan OptiSystem." *Jurnal] Politeknik Caltex Riau, Riau* (2010).
- [4] Optical Access Network. Bandung: Pt. Telekomunikasi Indonesia, Tbk.
- [5] M. F. M. Salleh, Z. Zakaria, "Optical Fiber Bending Detection On Long Distance Opgw Using Otdr", *Telkonnika, Universiti Teknikal Malaysia Melaka*, 2015.
- [6] Operation Maintenance Jaringan Ftth. Bandung: Pt. Telekomunikasi Indonesia, Tbk.
- [7] Pedoman Pemasangan Instalasi Jaringan Ftth. Bandung: Pt. Telekomunikasi Indonesia, Tbk.
- [8] Sahid Ridho, A'isyah Nur Aulia Yusuf, Syaniri Andra, Dinari Nikken Sulastrie

- Sirin, Catur Apriono, “Perancangan Jaringan Fiber To The Home (Ftth) Pada Perumahan Di Daerah Urban”, Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi, 2020.
- [9] Firdaus, Ferdyan Andhika Pradana, Eka Indarto, “Performansi Jaringan Fiber Optik Dari Sentral Office Hingga Ke Pelanggan Di Yogyakarta”, Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan, Universitas Islam Indonesia, 2016.
- [10] Iswan Umaternate, M. Zen Saifuddin, Hidayat Saman , Rintania Elliyati N, “Sistem Penyambungan Dan Pengukuran Kabel Fiber Optik Menggunakan Optical Time Domain Reflectometer (Otdr) Pada Pt.Telkom Kandatel Ternate”, Jurnal Protek, Universitas Khairun Ternate, 2016.

PERANCANGAN MENENTUKAN LOKASI KEBAKARAN DENGAN FIRE ALARM SISTEM BERBASIS ARDUINO

Hilmi Attamami¹, Muhammad Fauzan²

^{1,2} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Sangga Buana YPKP

e-mail korespondensi: ¹hattamami@gmail.com, ²muhammadozan2001@gmail.com

ABSTRACT

Fires, including disasters that often occur in Indonesia, have a lot of factors in the occurrence of fires, one of which is an electric short circuit, an unknown gas leak, and others, what is meant by fire is a fire that humans cannot control. cannot be controlled, it is necessary to have a marker or alarm before the fire becomes large so that with an alarm it is hoped that the process for extinguishing will be as early as possible so that the fire will be overcome before the fire is difficult to handle and the losses obtained will be minimized. The design of a fire system that uses Arduino as the main control system and the use of fire sensors and gas sensors is installed in each room which will function for detecting fire and gas in the room, buzzer and LED which function as actuators or the output of this fire system functions as a sign that a fire has occurred with a buzzer sound sign when there is a fire and the presence of gas in the room and the display that appears on the LCD screen displays the conditions that occur in the room whether normal conditions are fine, the presence of fire, the presence of gas/smoke in the room. The design of this system is intended so that efforts to deal with fires will be faster due to the presence of an alarm and the location of the fire shown by the LCD is known.

Keywords: Fire; Arduino; Fire And Gas Alarm

ABSTRAK

Kebakaran termasuk bencana yang sering terjadi di Indonesia banyak sekali factor terjadi nya kebakaran salah satunya korsleting listrik, adanya kebocoran gas yang tidak diketahui dan lain lain, yang dimaksud dengan kebakaran adalah api yang tidak bisa dikontrol oleh manusia oleh sebab itu sebelum terjadi nya api yang tidak bisa di kontrol maka perlu adanya penanda atau alarm sebelum api menjadi besar sehingga dengan adanya alarm di harapkan proses untuk pemadaman akan sedini mungkin sehingga kebakaran akan dapat diatasi sebelum api tersebut sulit untuk ditangani dan kerugian yang didapatkan akan diminimalisir. Perancangan sistem kebakaran yang menggunakan arduino sebagai sistem pengontrolan utama serta penggunaan sensor api dan sensor gas di pasang di masing masing ruangan yang akan berfungsi untuk pendeteksi kebakaran dan gas dalam ruangan tersebut, buzzer dan led yang berfungsi sebagai actuator atau output dari sistem kebakaran ini berfungsi sebagai penanda telah terjadinya kebakaran dengan tanda bunyinya buzzer ketika kebakaran dan adanya gas dalam ruangan serta tampilan yang muncul pada layar LCD menampilkan kondisi yang terjadi di dalam ruangan tersebut apakah kondisi normal baik baik saja, adanya api, adanya gas/asap pada ruangan tersebut. Perancangan sistem ini bertujuan agar upaya untuk penanggulangan kebakaran akan semakin cepat di karenakan adanya alarm dan telah diketahuinya lokasi kebakaran yang ditunjukkan oleh LCD.

Kata Kunci : Kebakaran; Arduino; Alarm Api dan Gas

PENDAHULUAN

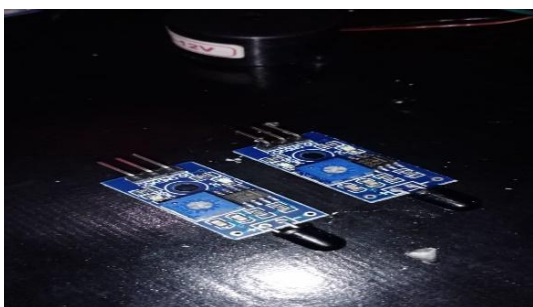
Badan nasional penanggulangan bencana mendefinisikan bencana adalah sebuah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat [1]. Kebakaran adalah salah satu bencana yang disebabkan oleh kelalaian manusia atau dari kondisi dan

keadaan peralatan yang dapat menimbulkan terjadinya potensi kebakaran [2], Dari data yang dikeluarkan oleh Dinas Penanggulangan Kebakaran dan Penyelamatan Provinsi DKI Jakarta terdapat 5.043 kasus kebakaran dan penyelamatan di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2020 [3].

Penanggulangan yang tidak cepat dikarenakan ketidaktahuan telah terjadinya kebakaran menyebabkan kebakaran sulit untuk ditangani dan menyebabkan dampak yang lebih besar. Dengan adanya alarm kebakaran di harapkan proses penanggulangan kebakaran dapat lebih cepat sebelum membesarnya dampak kebakaran tersebut karena output akan keluar pada Buzzer sebagai penanda alarm dan menampilkan keterangan kondisi kebakaran dan lokasi kebakaran pada layar LCD character 16x2 sehingga penanganan akan lebih cepat serta dengan perpaduan sensor kebakaran InfraRed dan sensor Asap MQ-2 memungkinkan untuk mengurangi terjadinya alarm palsu dan meningkatkan efektifitas dari sistem kebakaran tersebut.

Peralatan yang digunakan pada sistem alarm kebakaran sebagai berikut :

Sensor IR Flame



Gambar 1: Sensor IR Flame

Sensor IR Flame berfungsi sebagai pendeteksi kebakaran dengan cara mendeteksi sinar infrared yang dihasilkan oleh sinar api sensor ini memungkinkan untuk mengeluarkan output digital dan output analog dan tingkat sensitifitas dapat diatur melalui potentiometer yang telah tersedia pada module IR Flame [4].

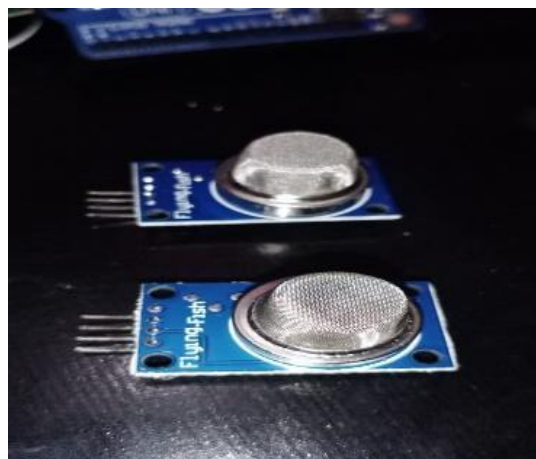
Tabel 1: Spesifikasi Sensor IR Flame

Tegangan operasi	3.5V sampai 5V	
Panjang gelombang infrared	760nm ~ 1100nm	
Sudut mendeteksi sensor	60°	
Dimensi board	1.5cm x 3.6cm [0.6in x 1.4in]	

Tabel 2: Pin Koneksi Sensor IR Flame

IR Flame	Arduino
A0	PIN A0
G	GND
+	+5V
DO	PIN2

Sensor Gas MQ-2



Gambar 2: Sensor Gas MQ-2

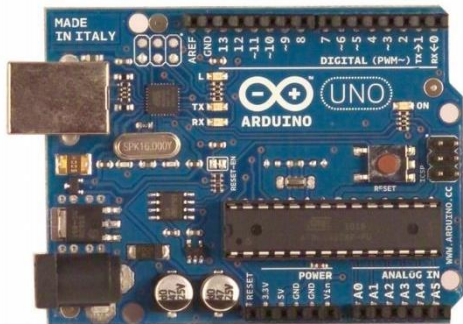
Sensor MQ-2 adalah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi gas mudah terbakar dan asap yang ada di udara. Sensor ini baik digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas pada ruangan [5].

Tabel 3: Spesifikasi Sensor Gas MQ-2

Catu daya pemanas	5VAC/5VDC
Catu daya power	5VDC
Keluaran	Analog
Pengukuran LPG	200 - 5000ppm
Pengukuran propane	300 - 5000ppm
Pengukuran methane	5000 - 20000ppm

Pengukuran hidrogen	300 - 5000ppm
---------------------	---------------

Arduino Uno



Gambar 3: Arduino Uno

Arduino uno berfungsi untuk mengendalikan dan memproses data dari perangkat input lalu memproses sesuai dengan program kemudian meneruskannya ke alat output.

LED 16x2



Gambar 4: LED 16x2

Led 16x2 digunakan sebagai modul untuk menampilkan output dari hasil pemrosesan arduino.

Speaker



Gambar 5: Speaker

Buzzer digunakan sebagai keluaran output yg menghasilkan suara sehingga pengguna atau orang yang berada di sekitar area kebakaran dapat mengetahui adanya kebakaran

METODE PENELITIAN

Dalam bab ke 2 akan membahas tentang cara pemrograman dan pengaplikasiannya pada perangkat lunak pemrograman dan juga perangkat keras pengintalasian sensor dan arduino.

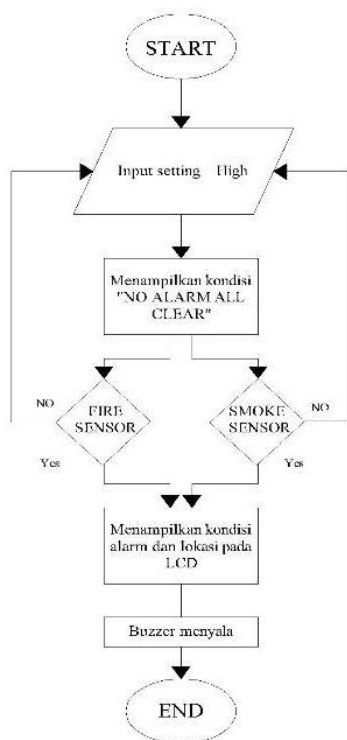
Block Diagram dan Flowchart

Sebelum menentukan perangkat keras yang akan digunakan maka perlu disusun terlebih dahulu block diagram, flowchart yang akan digunakan, pada Gambar 6 di bawah merupakan block diagram dari perencanaan rangkaian sistem alarm kebakaran sederhana pada block diagram kita dapat membagi ke dalam 3 tahap yaitu input proses dan output. Untuk input disini adalah sensor sensor yg akan berfungsi untuk mengukur atau merasakan suatu keadaan yang akan kita ukur atau kita proses, untuk pemrosesan di sini menggunakan arduino uno sebagai otak dari sebuah sistem serta untuk keluaran (output) disini adalah LCD 16x2 dan suara sirine alarm



Gambar 6: Block diagram sistem secara garis besar

Flowchart pada gambar dibawah menjelaskan tentan sistem kerja pada sebuah alat dari pertama kali iya dihidupkan pada saat tidak ada asap atau kebakaran maka sistem akan menampilkan sebuah keterangan tidak ada suatu kejadian apa apa dan apabila sensor mendeteksi terjadi nya kebakaran atau asap maka 46system akan mengaktifkan buzzer alarm dan secara bersamaan menampilkan lokasi terjadinya kebakaran tersebut.

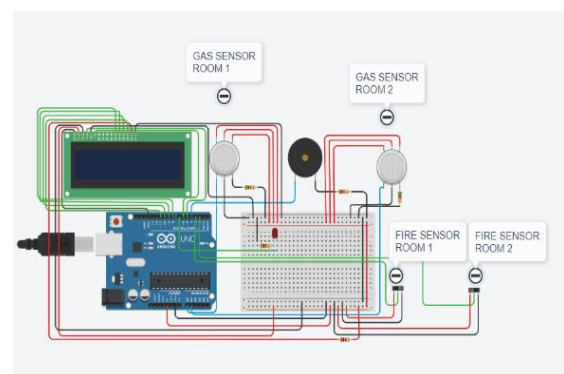


Gambar 7: Flowchart

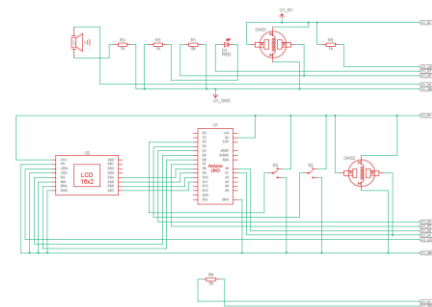
Rangkaian Elektrik

Setelah membuat diagram blok dan flowchart maka perlu disusunnya rangkaian elektrik sebagai pengaplikasian dari sebuah sistem. Pada perancangan sistem ini menggunakan Arduino UNO sebagai sistem utama pengontrolan dan menggunakan alat lain yaitu sensor sebagai nilai masukan input pada rangkaian ini menggunakan dua sensor yaitu sensor api yaitu Sensor IR Flame alat ini akan

membuat cahaya api sebagai pemicu untuk mengeluarkan output dan sensor asap menggunakan Sensor MQ-2 alat ini akan membuat asap dan gas gas tertentu sebagai pemicu untuk mengeluarkan nilai output selain alat sebagai nilai masukan input perlu juga rangkaian sebagai keluaran output di sini adalah LCD 16x2 dan suara Buzzer alarm. Pada gambar di bawah adalah rangkaian elektrik alarm.



Gambar 8: Skematik Elektrikal 1

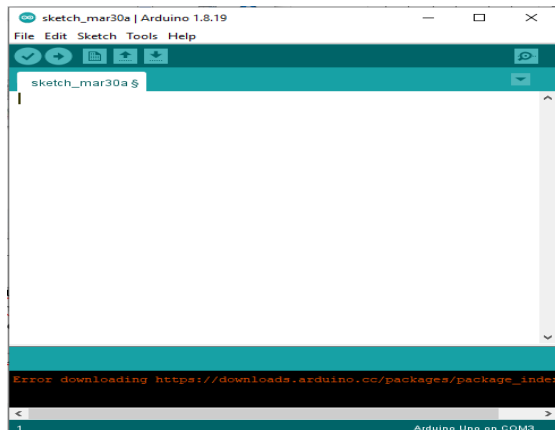


Gambar 9: Skematik Elektrikal 1

Software dan Pemrograman

Perangkat lunak merupakan pengolah data berbentuk aplikasi antar muka. Perancangan program perangkat keras menggunakan software Arduino IDE dengan versi kernel 1.6.6. Software Arduino IDE dapat di download pada website resmi Arduino.org. Dalam pembuatan program ini menggunakan bahasa C++ dengan sistem kode ditulis ke bawah. Salah satu contoh dari tampilan

Arduino IDE dapat dilihat pada gambar di bawah.

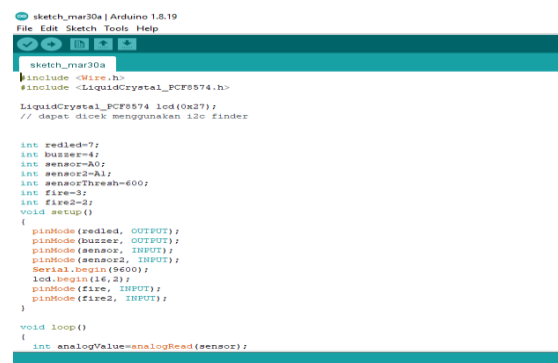


Gambar 10: Software Arduino IDE

Pemrograman adalah sebuah tahap akhir sebelum perakitan sebuah alat setelah mengetahui desain dari diagram block flowchart dan rangkaian elektrik yg digunakan maka langkah selanjutnya adalah membuat sebuah pemrograman yang dimana pemrograman ini bertujuan untuk sebuah pemrograman yang dimana pemrograman ini bertujuan agar sebuah sistem bekerja sesuai yang diinginkan sehingga input, proses dan output dapat terintegrasi dengan baik dan sesuai dengan desain yang telah ditentukan.

Dengan menggunakan mikrokontroler arduino UNO sebagai alat untuk mengontrol sistem alarm kebakaran yang telah di program sedemikian rupa sehingga menghasilkan pengontrolan yang telah ditentukan. Langkah pertama dalam pemrograman yaitu menentukan alamat dari pin input dan output. Pin 5V dan GND dan Analog pin A4, A5 digunakan untuk masukan pada LED Display, untuk input diletakkan pada pin Digital 2,3 dan Pin Analog A0,A1 serta untuk penempatan Output diletakkan pada Pin Digital 4 digunakan sebagai masukan dari

sensor IR Flame dan Pin analog A0 dan A1 sebagai input untuk sensor smoke (Sensor MQ-2), untuk output buzzer diletakkan pada Pin Digital 4.



Gambar 11: Program Addressing Arduino

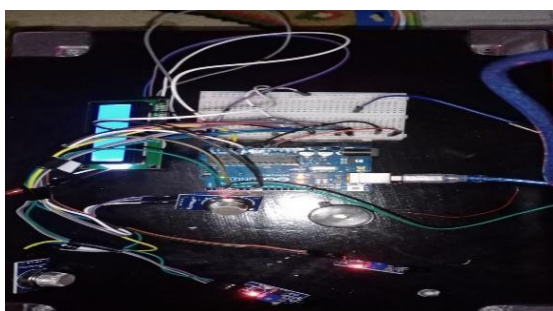
Kemudian setelah memastikan penempatan pin untuk input dan output selanjutnya kita menggunakan fungsi pada software arduino UNO (Arduino IDE) dengan menggunakan sistem logika menggunakan bahasa pemrograman C++ untuk mengatur sistem agar sesuai dengan yang diharapkan yaitu dengan menggunakan fungsi IF fungsi if secara sederhana fungsi if bertujuan untuk memilih suatu pernyataan atau blok pernyataan apakah akan di jalan kana tau tidak tergantung dengan kondisi yang telah ditetapkan. Bisa kita lihat pada gambar di bawah salah satu penggunaan dari fungsi if pada sistem alarm kebakaran.



Gambar 12: Program Logika IF Arduino

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk melakukan percobaan pertama tama kita menempatkan sensor api dan sensor asap pada kondisi tidak ada trigger kemudian kita berikan pemicu untuk setiap sensor satu demi satu setelah itu kita perhatikan hasil keluaran output yang dihasilkan oleh sistem tersebut pertama kita rangkai semua komponen sesuai dengan gambar rangkaian di atas.



Gambar 13: Rangkaian Fire and Gas alarm

Pengujian Sensor Api

Sensor api bekerja apabila ada rangsangan dari cahaya api setelah terkena pemicu dari api maka sensor akan mengeluarkan nilai output sehingga akan tampak keterangan pada LCD 16x2 keterangan seperti gambar di bawah.



Gambar 14: Fire Detect

Bisa kita lihat pada gambar di atas alarm akan muncul pada layar LCD serta keterangan terjadi nya kebakaran pada room 2.

Pengujian Sensor Gas

Sensor gas menggunakan Sensor gas MQ-2 bekerja apabila ada gas gas LPG,prophane, methane and hydrogen selain mendeteksi gas sensor ini juga dapat digunakan untuk mendeteksi asap yang dihasilkan oleh benda terbakar, setelah sensor asap ini aktif maka output akan menghasilkan keterangan pada layar LCD 16x2 seperti dengan gambar di bawah.



Gambar 15: Gas Detect

Pengujian Menggunakan lebih dari 2 sensor

Selanjutnya kita menggunakan 2 input lebih maka akan menampilkan keterangan pada layar LED seperti Gambar 16.



Gambar 16: Fire and Gas detect

Apabila ada pembacaan sensor pada tempat berbeda maka akan muncul pada layar LCD 16X2 secara bergantian. Dan jika apabila terjadi kebakaran terjadi lebih dari 1 ruangan maka pada layar akan muncul keterangan untuk evacuate syarat terjadinya kebakaran apabila sensor api dan gas bekerja keduanya.



Gambar 17: Fire Fire Fire

Agar lebih jelas mari kita lihat hasil dari percobaan pada table di bawah

Tabel 4: Spesifikasi Sensor Gas MQ-2

No.	Room 1		Room 2		Ket. LCD
	Fire	Gas	Fire	Gas	
1	0	0	0	0	no alarm all clear
2	0	0	0	1	room 2 gas detection

No.	Room 1		Room 2		Ket. LCD
	Fire	Gas	Fire	Gas	
3	0	0	1	0	room 2 gas detection room 2 fire detection room 2 fire detection
4	0	0	1	1	room 2 fire&gas detection room 2 fire&gas detection
5	0	1	0	0	room 1 gas detection room 1 gas detection
6	0	1	0	1	room 1 gas detection room 2 gas detection
7	0	1	1	0	room 1 gas detection room 2 fire detection
8	0	1	1	1	room 1 gas detection room 2 fire&gas detection
9	1	0	0	0	room 1 fire detection room 1 fire detection
10	1	0	0	1	room 1 fire detection room 2 gas detection
11	1	0	1	0	room 1 fire detection room 2 gas detection
12	1	0	1	1	room 1 fire detection room 2 fire&gas detection
13	1	1	0	0	room 1 fire&gas detection room 1 fire&gas detection
14	1	1	0	1	room 1 fire&gas detection room 2 gas detection

No.	Room 1		Room 2		Ket. LCD
	Fire	Gas	Fire	Gas	
15	1	1	1	0	room 1 fire&gas detection room 2 fire detection
16	1	1	1	1	fire fire fire evacuate evacuate

SIMPULAN

Dari keseluruhan pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan penggunaan dari sensor api dan sensor gas dapat dikombinasikan menjadi sebuah sistem pendeteksi kebakaran, gas sensor sangat penting digunakan karena dengan mendeteksi adanya gas yang mudah terbakar pada suatu ruangan dapat membantu menghilangkan resiko terjadinya kebakaran ataupun ledakan sedari awal karena kita sudah tau bahwa ada kebocoran gas pada ruangan tersebut sehingga tidak adanya kegiatan untuk menyalakan api sehingga kemungkinan untuk terbakar semakin kecil serta dengan adanya keterangan ruang terjadinya alarm dapat mempercepat untuk menentukan lokasi dengan cepat sehingga penanganan kebakaran dapat semakin cepat dan apabila kebakaran telah terjadi di lebih dari satu ruangan yang berarti api atau kebakaran sudah membesar maka akan muncul alarm evacuate yang berarti semua penghuni atau orang yang berada pada gedung dapat menyelamatkan diri lebih awal.

DAFTAR PUSTAKA

[1] B. N. P. Bencana, “Definisi Bencana,” *Diambil pada*, vol. 23, 2018.

[2] W. C. Adinugroho, I. N. N. Suryadiputra, and B. H. Saharjo, *Panduan pengendalian kebakaran hutan dan lahan gambut*. wahyu catur adinugroho, 2005.

[3] “Kejadian Kebakaran di DKI Jakarta Tahun 2020 - Unit Pengelola Statistik.” <https://statistik.jakarta.go.id/kejadian-kebakaran-di-dki-jakarta-tahun-2020/> (accessed Nov. 04, 2022).

[4] E. Supriyadi and F. P. Subagja, “RANCANG BANGUN ALARM PENDETEKSI KEBAKARAN PADA GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY BERBASIS MIKROKONTROLLER SERTA TERINTEGRASI IOT,” *SINUSOIDA*, vol. 22, no. 2, pp. 10–20, 2020.

[5] S. Mluyati and S. Sadi, “Internet Of Things (IoT) Pada Prototipe Pendeteksi Kebocoran Gas Berbasis MQ-2 Dan SIM800L,” *J. Tek.*, vol. 7, no. 2, 2019.

METODA SPLIT RING RESONATOR UNTUK PERFORMANSI BANDPASS FILTER PADA APLIKASI PEMANEN ENERGI BERBASIS RADIO FREKUENSI

Kusmadi¹, Taufik Mulyana²

^{1,2}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana

¹e-mail korespondensi: kusmadi@usbykp.ac.id

ABSTRACT

One of the ways to improve performance of the microstrip bandpass filter is to use the Split Ring Resonator (SRR) method, in addition to other methods, namely by considering the microstrip material and the physical dimensions of the device. In this research, a filter design and implementation based on SRR is carried out which can be used in energy harvesting systems that are sourced from radio frequency signals at a frequency of 1.8 GHz. A microstrip bandpass filter based on SRR with a certain pattern, arrangement, type, and gap distance will be designed to obtain the most optimal filter frequency characteristics with a relatively small size. This microstrip bandpass filter design was fabricated on a Rogers RT/duroid 5880(tm) dielectric substrate with a relative permittivity parameter value of 1.3 and a physical dimension of 25 mm x 25 mm x 1.6 mm. The maximum response for the return loss parameter generated by this filter is 21 dB, the minimum insertion loss response is 0.9 dB with a wide bandwidth of 900 MHz spanning a frequency of 1.76 GHz to 1.85 GHz at a center frequency of 1.8 GHz.

Keywords: microstrip bandpass filter, split ring resonator, energy harvester

ABSTRAK

Salah satu cara untuk mendapatkan performansi bandpass filter mikrostrip yang lebih baik adalah dengan menggunakan metoda Split Ring Resonator (SRR), disamping metoda lainnya yaitu dengan pertimbangan bahan mikrostrip maupun dimensi fisik perangkat tersebut. Pada penelitian ini dilakukan sebuah desain dan implementasi filter yang berbasis SRR yang akan digunakan pada sistem pemanen energi yang bersumber dari sinyal frekuensi radio pada frekuensi 1,8 GHz. Sebuah bandpass filter mikrostrip berbasis SRR dengan pola, susunan, jenis, serta jarak celah tertentu akan dirancang untuk mendapatkan karakteristik respon frekuensi filter paling optimal dengan ukuran yang relatif kecil. Desain bandpass filter mikrostrip ini difabrikasi di atas substrat dielektrik Rogers RT/duroid 5880(tm) dengan nilai parameter permitivitas relatif 1,3 dan dimensi fisik sebesar 25 mm x 25 mm x 1,6 mm. Respon maksimum untuk parameter return loss yang dihasilkan filter ini sebesar 21 dB, respon minimum insertion loss sebesar 0,9 dB dengan lebar bandwidth sebesar 900 MHz terbentang antara frekuensi 1,76 GHz sampai dengan 1,85 GHz pada frekuensi tengah 1,8 GHz.

Kata Kunci: bandpass filter mikrostrip, split ring resonator, pemanen energi

PENDAHULUAN

Implementasi filter dengan Split Ring Resonator (SRR) digunakan sebagai struktur tambahan buatan untuk implementasi teknologi planar dan aplikasi pada komponen compact microwave. Sebuah SRR terdiri dari sepasang lintasan tertutup yang dipisahkan pada ujung yang berlawanan dan memiliki jarak pemisah antara lintasan tersebut. SRR biasanya terbuat dari bahan logam. Bentuk

lintasan pada SRR dapat berupa lingkaran ataupun persegi. Jarak antara 2 lintasan pada sebuah SRR menghasilkan nilai kapasitansi yang besar sehingga dapat menurunkan frekuensi iresonansi. SRR biasanya digunakan untuk meningkatkan performansi dari perangkat teknologi informasi dan komunikasi, khususnya, filter atau antenna tanpa mengubah karakteristik dasar dari perangkat ataupun menambah dimensi dari

perangkat tersebut. Pengaruh yang dihasilkan bergantung pada jenis, pola, susunan serta jarak gap dari SRR yang digunakan.

Energy Harvesting adalah suatu proses pengambilan energi dari lingkungan sekitar yang dapat digunakan sebagai sumber daya untuk mengoperasikan perangkat berdaya rendah [1]. Energi yang dimaksud berupa gelombang elektromagnetik dari frekuensi radio atau gelombang mikro yang berasal dari sumber transmisi telekomunikasi seperti pemancar radio, sensor, atau seluler. Namun energi yang dapat dipanen dari gelombang elektromagnetik tersebut masih relatif kecil jika dibandingkan dengan baterai [2].

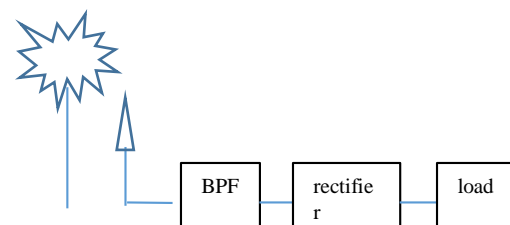
Pemanen Energi Frekuensi Radio

Dikenal juga dengan istilah Energy Harvesting adalah suatu proses pengambilan energi dari lingkungan sekitar yang dapat digunakan sebagai sumber daya untuk mengoperasikan perangkat berdaya rendah. Energi yang dimaksud berupa gelombang elektromagnetik dari frekuensi radio atau gelombang mikro yang berasal dari sumber transmisi telekomunikasi seperti pemancar radio, sensor, atau seluler. Namun sayangnya energi yang dapat dipanen dari gelombang elektromagnetik tersebut masih relatif kecil jika dibandingkan dengan baterai.

Besarnya energi yang dapat dipanen bergantung pada karakteristik antenna yang digunakan. Antena harus memiliki gain yang tinggi dan dimensi yang kecil. Antena microstrip cocok digunakan karena memiliki ukuran yang kecil dan tipis, dengan panjang

berkisar antara sentimeter dan milimeter untuk frekuensi kerja di sekitar ratusan MHz hingga puluhan GHz, mudah difabrikasi, serta memiliki kebebasan dalam menentukan gain dan proses pembuatan antenna untuk daya yang rendah. Sinyal yang digunakan sebagai energy harvesting untuk setiap tempat sangatlah berbeda, tergantung dalam lingkungan seperti apa tempat tersebut berada [2].

Konsep sistem *energy harvesting* yang akan dirancang dan dibangun terdiri dari tiga bagian : antenna *microstrip*, *bandpass* filter, dan *rectifier*. Sinyal seluler dari BTS akan diserap oleh antenna, disaring pada rentang frekuensi tertentu oleh *bandpass* filter, kemudian diubah keluarannya ke dalam tegangan DC. Skema tersebut ditunjukkan pada gambar 1 [3].



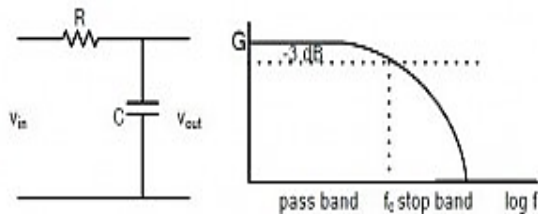
Gambar 1: Skema sinyal seluler dari BTS

Karakteristik Filter

Filter merupakan salah satu rangkaian listrik yang dirancang untuk memiliki karakteristik selektivitas frekuensi yang spesifik. Filter akan melewatkan sinyal dengan frekuensi yang berada pada rentang frekuensi lewatnya (*bandpass*) dan meredam sinyal pada frekuensi yang lain (*stop band*). Beberapa klasifikasi filter berdasarkan respon frekuensinya, yaitu [4]:

1. Filter *Lowpass*

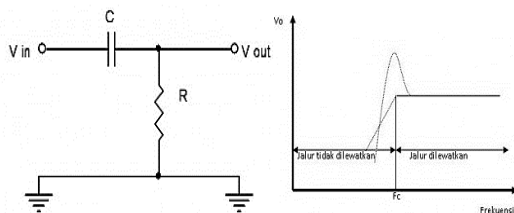
Merupakan jenis filter yang melewatkan sinyal dengan frekuensi lebih rendah dari nilai frekuensi *cut-off*, seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2: Rangkaian dan karakteristik Low-pass Filter.

2. Filter *Highpass*

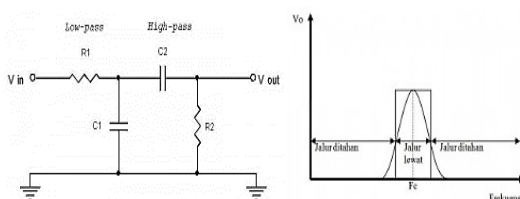
Merupakan jenis filter yang melewatkan sinyal dengan frekuensi lebih tinggi dari nilai frekuensi *cut-off*, seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3: Rangkaian dan karakteristik filter highpass

3. Filter *Bandpass*

Merupakan jenis filter yang melewatkan sinyal dengan frekuensi di antara 2 nilai frekuensi *cut-off* atau dengan kata lain meneruskan sinyal yang frekuensinya berada dalam rentang *passband*, seperti diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 4: Rangkaian dan karakteristik bandpass filter

Magnitude Response

Magnitude response parameter-parameter yang dilakukan pengukuran adalah *insertion loss* dan *return loss* [5].

Insertion Loss

Rugi-rugi sisipan adalah kehilangan daya akibat penyisipan alat/filter diantara sumber dan beban (alat ukur). Rugi-rugi ini diberikan dalam bentuk perbandingan daya rugi-rugi terhadap daya yang datang (*Power Loss Ratio* / (PLR). PLR dinyatakan sebagai berikut, jika daya yang datang adalah P_i , maka daya yang dipantulkan adalah P_r , dan daya yang diserap beban $P_L(1-|\Gamma|^2)$.

$$P_{LR} = \frac{P_i}{P_i(1-|\Gamma|^2)} = \frac{1}{(1-|\Gamma|^2)} \dots\dots\dots (1)$$

dengan Γ adalah koefisien pantul, yaitu perbandingan antara tegangan yang dipantulkan dengan yang datang. Jika impedansi karakteristik saluran adalah Z_0 sedangkan impedansi beban adalah Z_L maka koefisien pantul dapat dihitung dengan Persamaan

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \dots\dots\dots (2)$$

Koefisien refleksi (Γ) memiliki nilai kompleks, yang merepresentasikan besarnya *magnitude* dan fasa dari refleksi. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari Γ adalah nol, maka:

- $\Gamma = -1$: refleksi negatif maksimum, ketika saluran terhubung singkat,
- $\Gamma = 0$: tidak ada refleksi, ketika saluran dalam keadaan sesuai,

- $\Gamma = +1$: refleksi positif maksimum, ketika saluran dalam rangkaian terbuka.

Rugi-rugi sisipan (*insertion loss*) dinyatakan dalam desibel.

$$IL = 10 \text{ Log } P_{LR}(dB) \dots\dots\dots (3)$$

Pada *passband*, PLR harus berharga 1, sedangkan pada daerah lain harus lebih dari 1.

Dengan demikian pada *passband* tidak ada rugi-rugi daya, sedangkan pada frekuensi lain rugi-rugi daya harus ada dan besarnya sesuai dengan respon yang diinginkan. Pada rangkaian pasif, daya yang dipantulkan lebih kecil dari daya yang datang $\Gamma \leq 1$. Jika impedansi masukan pada rangkaian adalah Z_{in} , maka koefisien refleksi (Γ) dapat dihitung pada Persamaan

$$\Gamma = \frac{Z_{in}-1}{Z_{in}+1} \dots\dots\dots (4)$$

Sementara itu, dari sisi *power loss ratio* yang sering digunakan pada perancangan filter berdasarkan karakteristik respon *passband*-nya, yaitu filter yang memiliki respon frekuensi rata (tanpa *ripple*) yang dikenal dengan respon *butterworth* atau *maximally flat*, dan filter yang responnya mempunyai *ripple* sama (*equal-ripple*) yang disebut respon *Chebyshev*, adapun bentuk respon frekuensi dari filter tergantung dari jumlah elemen atau orde filter. Semakin banyak jumlah elemen filter, maka bentuk respon

semakin curam dan sebaliknya apabila jumlah elemen sedikit, bentuk respon menjadi landai.

Return Loss

Return Loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return Loss* digambarkan sebagai peningkatan amplitudo dari gelombang yang direfleksikan (V_0^-) dibanding dengan gelombang yang dikirim (V_0^+). *Return Loss* dapat terjadi akibat adanya diskontinuitas diantar saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Pada rangkaian gelombang mikro yang memiliki diskontinuitas (*mismatched*), besarnya *Return Loss* bervariasi tergantung pada frekuensi *Return Loss* dapat dihitung seperti pada persamaan.

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L-Z_0}{Z_L+Z_0} \dots\dots\dots (5)$$

$$Return Loss = 20 \text{ Log}_{10} |\Gamma| \dots\dots\dots (6)$$

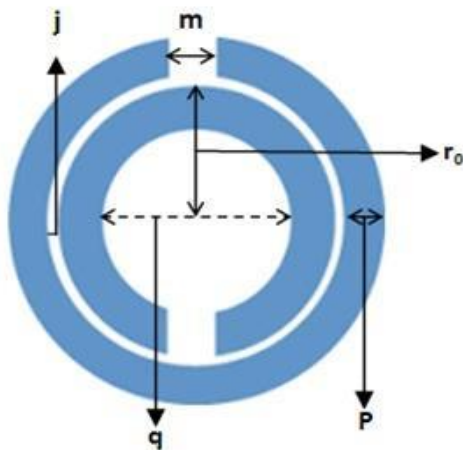
Split Ring Resonator (SRR)

Split Ring Resonator (SRR) adalah suatu struktur buatan yang umum digunakan sebagai struktur tambahan buatan untuk implementasi teknologi planar dan aplikasi pada komponen komponen *compact microwave*. SRR digunakan untuk menghasilkan respon magnetik pada berbagai jenis struktur buatan hingga mencapai frekuensi 200 THz. SRR dapat menghasilkan kekuatan kopling magnetik pada medan elektromagnetik sesuai kebutuhan, tidak seperti yang terdapat pada material konvensional.

Sebuah SRR terdiri dari sepasang lintasan tertutup yang dipisahkan pada ujung yang berlawanan dan memiliki jarak pemisah antara lintasan tersebut. SRR biasanya terbuat dari bahan metal. Bentuk lintasan pada SRR dapat berupa lingkaran maupun persegi. SRR dapat digunakan untuk meningkatkan performansi perangkat komunikasi seperti filter atau antenna tanpa perlu menambah dimensi dari perangkat tersebut.

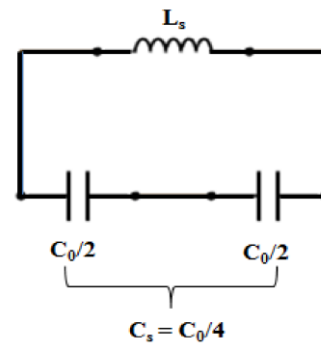
Resonansi Pada Split Ring Resonator

Resonansi dari medan magnet dapat diperoleh melalui suatu susunan logam yang membentuk induktor sekaligus kapasitor sehingga menjadi resonator [6].



Gambar 5: Bentuk Lingkaran SRR

Pada gambar 5 dapat dilihat bentuk SRR lingkaran dan berdasarkan pada gambar 6 dapat terlihat SRR bertindak sebagai rangkaian yang terdiri dari induktor (*L*) dan kapasitor (*C*).



Gambar 6: Rangkaian ekivalen SRR

Sebagai resonator *LC*, SRR dapat tereksitasi oleh fluks medan magnet eksternal. Adapun nilai C_0 , sedangkan C_s dapat dinyatakan dalam persamaan.

$$C_0 = 2\pi r_0 C_{pul} \dots\dots\dots (7)$$

dengan,

C_0 = kapasitansi total antara ring dalam dan luar.

C_{pul} = kapasitansi per unit panjang antara dua ring pada SRRsaat diluruskan.

r_0 = jari-jari rata-rata SRR.

$$C_s = \frac{C_0}{4} \dots\dots\dots (8)$$

Frekuensi resonansi SRR (f_0) dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_s C_s}} \dots\dots\dots (9)$$

Pada SRR, semakin kecil gappada ring (m) dan jarak spasi antara ring dalam dan luar (j), maka nilai kapasitansinya akan semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat hubungannya dari Persamaan.

$$C = \frac{\epsilon A}{d} \dots\dots\dots (10)$$

dimana,

C = kapasitansi (F)

ϵ = konstanta dielektrik

A = luas penampang masing-masing ring (m^2)

d = jarak antar ring pada SRR saat diluruskan (m).

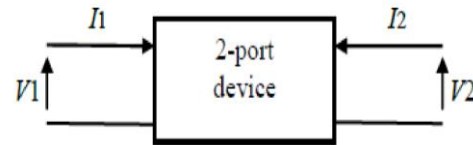
Komponen induktor pada rangkaian ekivalen SRR (L_s) dapat diartikan sebagai induktansi dari suatu ring dengan lebar p dan jari-jari r_0 . Semakin besar jari-jari dan lebar ring pada SRR menyebabkan induktansi meningkat.

Parameter S (Scattering)

Pada dasarnya, sebuah rangkaian linier yang beroperasi dengan sinyal masukan cukup kecil sehingga sistem dapat memberikan respon yang linier, dapat dikarakterisasi secara lengkap dengan parameter yang diukur pada port suatu desain. Apabila jenis parameter telah ditentukan, maka respon suatu rangkaian terhadap masukan yang diberikan dapat diamati dan diprediksi. Parameter yang umum digunakan untuk sistem yang beroperasi pada frekuensi rendah adalah parameter Y , H , Z , dan $ABCD$. Parameter-parameter tersebut didapatkan dengan melakukan hubungan singkat (*short circuit*) atau hubungan terbuka (*open circuit*) pada salah satu port-nya. Tetapi, kondisi tersebut tidak dapat diterapkan pada frekuensi tinggi/gelombang mikro karena dapat menimbulkan gelombang berdiri yang akan berakibat kepada ketidakakuratannya pengukuran yang dihasilkan.

Lebih jauh lagi, kondisi hubung singkat dan terbuka bahkan dapat sampai merusak komponen. Ada satu jenis parameter yang dapat digunakan untuk mengatasi sistem yang

bekerja pada frekuensi tinggi, yakni parameter *scattering*. Parameter *scattering* biasa disebut parameter S memanfaatkan karakteristik gelombang datang dan gelombang pantul pada port rangkain kutub 4 [7-8].



Gambar 7: Jaringan 2 port

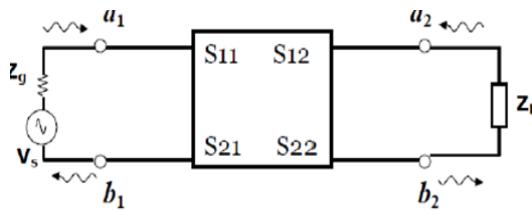
Pada gambar 7 diperlihatkan arah arus dan tegangan di jaringan 2 port pada parameter S . Beberapa parameter bisa digunakan untuk memberikan karakteristik rangkaian. Masing-masing parameter direlasikan dengan empat variabel yang berasosiasi dengan model dua terminal. Dua dari empat variabel ini mewakili eksitasi rangkaian (variabel independent) dan dua variabel lainnya mewakili respon rangkaian terhadap eksitasi yang diberikan (variabel dependent) [9].

Parameter S menjabarkan inter-relasi dari satu variabel ($a_1 b_1$) yang merupakan gelombang tegangan kompleks yang ternormalisasi yang datang dan dipantulkan dari terminal ke- i dari rangkaian. Variabel ini didefinisikan dengan tegangan terminal V_i , arus terminal I_i dan suatu impedansi referensi Z_i , seperti diperlihatkan pada persamaan.

$$a_i = \frac{V_i + Z_i I_i}{2\sqrt{|R_e Z_i|}} \dots\dots\dots (11)$$

$$b_i = \frac{V_i - Z_i I_i}{2\sqrt{|R_e Z_i|}} \dots\dots\dots (12)$$

Tanda asterisk (Z_i^*) menyatakan konjugasi kompleks, umumnya Z_i bernilai real positif dan dinyatakan dengan Z_0 . Fungsi gelombang yang digunakan untuk menentukan parameter S pada suatu rangkaian dua terminal ditunjukkan berikut ini:



Gambar 8: Parameter S jaringan 2-port

Rangkaian dua terminal menunjukkan gelombang datang/incident (a_1, a_2) dan gelombang pantul (b_1, b_2). Variabel independen a_1 dan a_2 adalah tegangan datang ternormalisasi [10].

$$a_1 = \frac{V_1 - I_1 Z_0}{2\sqrt{Z_0}} = \frac{\text{gel.datang port 1}}{\sqrt{Z_0}} = \frac{V_{i1}}{\sqrt{Z_0}} \dots (13)$$

$$a_2 = \frac{V_2 - I_2 Z_0}{2\sqrt{Z_0}} = \frac{\text{gel.datang port 2}}{\sqrt{Z_0}} = \frac{V_{i2}}{\sqrt{Z_0}} \dots (14)$$

Variabel dependen b_1 dan b_2 adalah tegangan pantul ternormalisasi, seperti diperlihatkan pada Persamaan.

$$b_1 = \frac{V_1 - I_1 Z_0}{2\sqrt{Z_0}} = \frac{\text{gel.pantul port 1}}{\sqrt{Z_0}} = \frac{V_{r1}}{\sqrt{Z_0}} \dots (15)$$

$$b_2 = \frac{V_2 - I_2 Z_0}{2\sqrt{Z_0}} = \frac{\text{gel.pantul port 2}}{\sqrt{Z_0}} = \frac{V_{r2}}{\sqrt{Z_0}} \dots (16)$$

Persamaan linear yang menyatakan rangkaian dua terminal menjadi seperti pada Persamaan

$$b_1 = S_{11}a_1 + S_{12}a_2 \dots (17)$$

$$b_2 = S_{21}a_1 + S_{22}a_2 \dots (18)$$

Masing-masing persamaan memberi hubungan antara gelombang maju dan gelombang pantul pada masing-masing terminal 1 dan 2. Jika port 2 diterminasi beban

yang sama dengan impedansi sistem (Z_0), maka berdasar teori transfer daya maksimum, b_2 akan total diserap dan membuat a_2 sama dengan nol, oleh karena itu nilai S_{11} dapat dihitung pada Persamaan.

$$S_{11} = \frac{b_1}{a_1} |_{a_2=0} = S_{11} = \frac{V_1^-}{V_1^+} \dots (19)$$

Koefisien pantul *input* dengan *output* diberi beban yang sesuai, $Z_L=Z_0$ dengan $a_2=0$, seperti pada Persamaan.

$$S_{21} = \frac{b_2}{a_1} |_{a_2=0} = S_{21} = \frac{V_2^-}{V_1^+} \dots (20)$$

Penguatan transmisi maju dengan terminal *output* diberi beban yang sesuai. Dengan cara serupa, jika port 1 diterminasi sesuai dengan impedansi system Z_0 maka a_1 menjadi nol, seperti pada Persamaan.

$$S_{12} = \frac{b_1}{a_2} |_{a_1=0} = S_{12} = \frac{V_1^-}{V_2^+} \dots (21)$$

Penguatan transmisi balik dengan terminal *input* diberi beban yang sesuai, menghasilkan Persamaan

$$S_{22} = \frac{b_2}{a_2} |_{a_1=0} = S_{22} = \frac{V_2^-}{V_2^+} \dots (22)$$

Koefisien pantul *output* dengan *input* diberi beban yang sesuai (*matched*); $Z_S=Z_0$ dengan $V_S=0$.

METODE

Perancangan filter *bandpass* ini dibagi ke dalam 3 bagian.

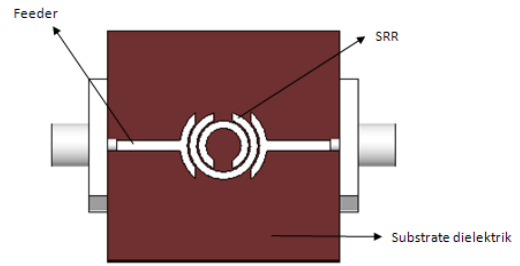
1. Pada bagian ini, dilakukan simulasi rancangan filter *bandpass* berbasis *split ring resonator* menggunakan perangkat lunak 3D.

2. Hasil Simulasi dan Analisis, pada bagian ini, dilakukan pengamatan dan menganalisis pengaruh dari perubahan nilai diameter, lebar gap, jarak, lebar ring pada SRR, dan permitivitas relatif terhadap hasil simulasi.
3. Desain Akhir, Pada bagian ini, dilakukan pengambilan keputusan berdasarkan hasil simulasi dan analisis sebagai rancangan akhir simulasi untuk proses fabrikasi.

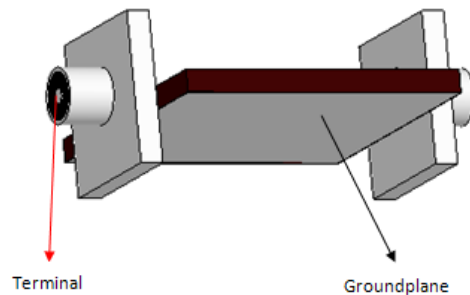
Pemodelan dan Skenario Simulasi

Pemodelan skenario simulasi desain filter *bandpass* yang akan diusulkan sebagai penelitian adalah sebagai berikut:

- Komponen split ring memiliki 3 buah dengan ukuran diameter lingkaran yang berbeda beda.
- Untuk masing masing *ring* memiliki gap dengan ukuran tertentu.
- Jarak antar *ring* sebesar 0,2mm.



Gambar 9: Pemodelan filter microstrip berbasis SRR (tampak atas)



Gambar 10: Pemodelan filter microstrip berbasis SRR (tampak samping).

Untuk lebih jelas gambar 9 dan gambar 10 merupakan desain yang akan disimulasikan

Tabel 1 berikut merupakan detail parameter awal yang diperlukan pada desain filter bandpass menggunakan SRR. Menggunakan formula perhitungan yang telah disampaikan pada pembahasan sebelumnya maka nilai awal akan dilakukan penyesuaian sampai mendapatkan hasil simulasi yang ideal

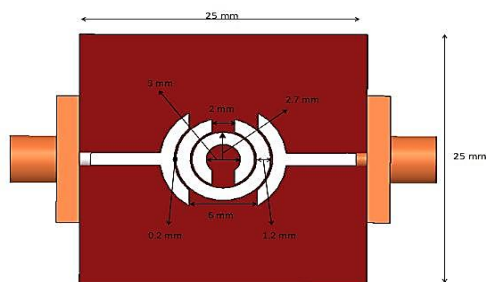
Tabel 1: Parameter awal desain filter

No	Parameter	BPF 2,4 GHz berbasis SRR
1.	Panjang Substrat (<i>l</i>)	25 mm
	Lebar Substrat	25 mm
2.	Tebal Substrat	1,9 mm
3.	Panjang Feeder	7,8 mm
4.	Lebar Feeder	1,2 mm
5.	Lebar <i>ring</i> pada SRR (<i>p</i>)	1,2 mm

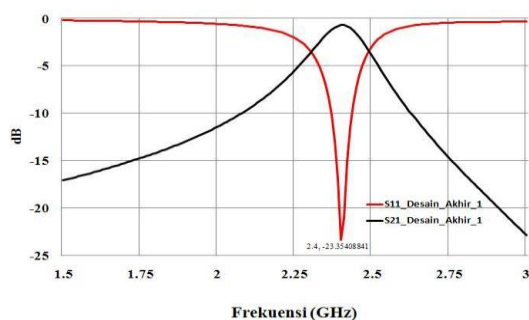
6.	Jarak antar <i>ring</i> dalam dan luar (<i>j</i>)	0,2 mm
7.	Diameter dalam <i>ring</i> (<i>q</i>)	3 mm
8.	Lebar <i>gap</i> pada <i>ring</i> (<i>m</i>)	2 mm
9.	Permittivitas Relatif Substrat	11,35

Pada gambar 11 dilakukan beberapa perubahan variable, sedangkan gambar 12 merupakan grafik hasil simulasi dari kondisi awal.

Adapun parameter yang dibuat tetap untuk seluruh kondisi yakni tebal substrat dielektrik (*h*) sebesar 1,9 mm, tebal jalur (*t*) sebesar 0,035 mm, panjang substrat sebesar 25 mm, lebar substrat sebesar 25 mm, dan bahan substrat dielektrik adalah *Rogers RT/duroid 6010/6010LM* (tm).



Gambar 11: Bentuk *bandpass* filter Split Ring Resonator pada kondisi awal



Gambar 12: Grafik simulasi pada kondisi awal

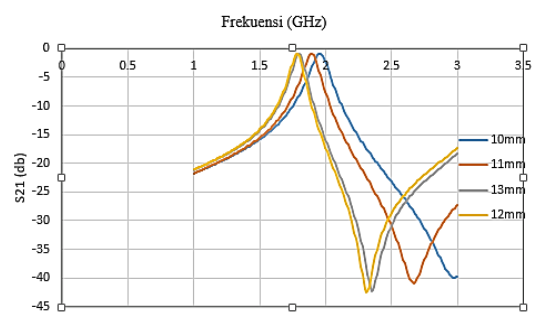
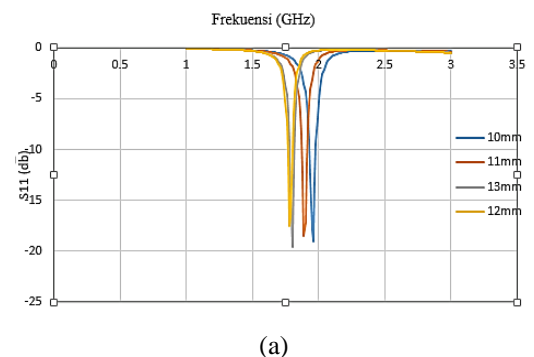
Berikut skenario yang dilakukan dalam simulasi.

1. Perubahan diameter dalam *ring* (*q*)
2. Perubahan lebar *gap* pada *ring* (*m*)
3. Perubahan jarak antara *ring* dalam dan luar (*j*)
4. Perubahan lebar *ring* pada SRR (*p*).

Simulasi Desain Filter

Urutan simulasi dilakukan sesuai dengan skenario yang telah ditetapkan. Seluruh hasil simulasi diamati dalam bentuk parameter hamburan *S₁₁* dan *S₂₁*.

Pada gambar 13 ditunjukkan grafik hasil simulasi berdasarkan variasi parameter diameter dalam ring (*q*) dengan nilai 10 mm sampai dengan 12 mm. Gambar 13 (a) menunjukkan grafik parameter *S₁₁* sedangkan (b) merupakan grafik parameter *S₂₁*.

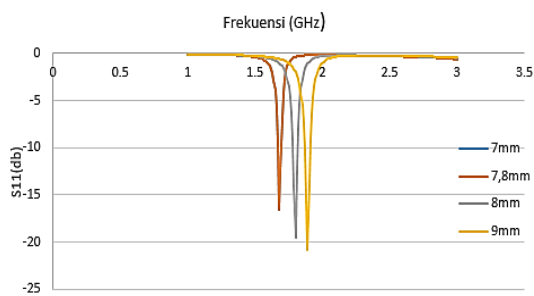


(b)

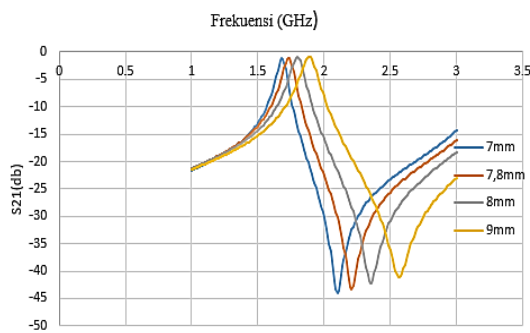
Gambar 13: Grafik simulasi variasi q (a) S_{11}

(b) S_{21}

Pada gambar 14 ditunjukkan grafik hasil simulasi berdasarkan variasi lebar gap pada ring (m) dengan nilai 7 mm sampai dengan 9 mm. Gambar 14 (a) menunjukkan grafik parameter S_{11} sedangkan (b) merupakan grafik parameter S_{21} .



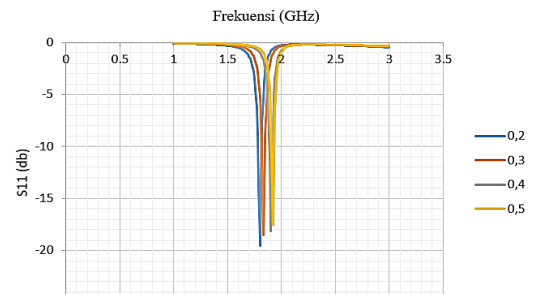
(a)



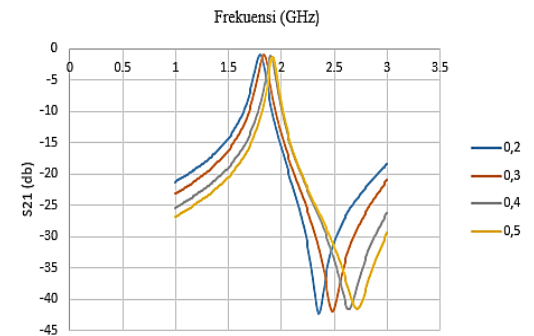
(b)

Gambar 14: Grafik simulasi variasi lebar gap pada ring (a) S_{11} (b) S_{21}

Pada gambar 15 ditunjukkan grafik hasil simulasi berdasarkan variasi jarak antara ring dalam dan luar (j) dengan nilai 0,2 mm sampai dengan 0,5 mm. Gambar 15 (a) menunjukkan grafik parameter S_{11} sedangkan (b) merupakan grafik parameter S_{21} .



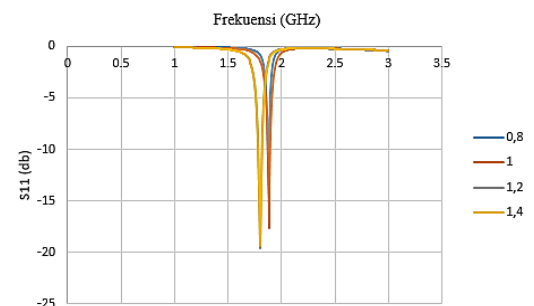
(a)



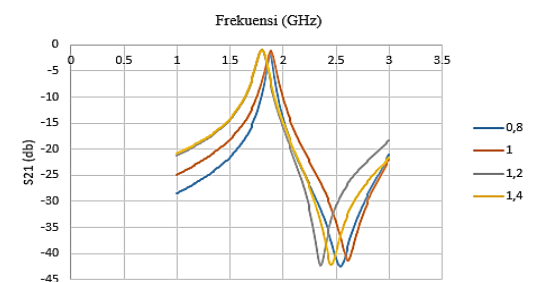
(b)

Gambar 15: Grafik simulasi variasi jarak antara ring dalam dan luar (a) S_{11} (b) S_{21}

Pada gambar 16 ditunjukkan grafik hasil simulasi berdasarkan variasi lebar ring pada SRR dengan nilai 0,8 mm sampai dengan 1,4 mm. Gambar 16 (a) menunjukkan grafik parameter S_{11} sedangkan (b) merupakan grafik parameter S_{21} .



(a)

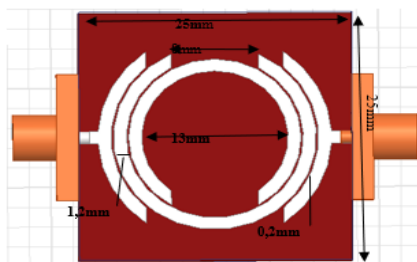


(b)

Gambar 16: Grafik simulasi variasi lebar ring pada SRR (a) S_{11} (b) S_{21}

Desain Akhir Bandpass Filter

Setelah melakukan tahapan skenario dan dengan mempertimbangkan seluruh hasil pengamatan, desain akhir filter *bandpass* berbasis SRR pada Frekuensi 1,8 GHz seperti yang terlihat pada Gambar 13. Pada gambar 17 diperlihatkan nilai q , p , j , dan m pada SRR untuk desain akhir filter *bandpass*.



Gambar 17: desain akhir BPF berbasis SRR aplikasi RF Energi Harvesting

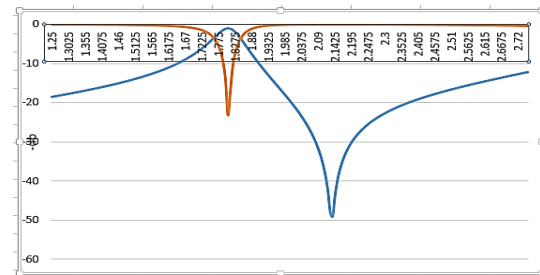
Dari desain akhir tersebut, diperoleh hasil *bandpass* filter berbasis Split Ring Resonator

Tabel 2: Parameter akhir desain filter

No	Parameter	BPF 1,8 GHz berbasis SRR
1	Panjang Substrat (l)	25 mm
2	Lebar Substrat	25 mm
3	Tebal Substrat	1,6 mm
4	Panjang Feeder	1,9 mm
5	Lebar Feeder	1,2 mm
6	Lebar <i>ring</i> pada SRR (p)	1,2 mm
7	Jarak antar <i>ring</i> dalam dan luar (j)	0,2 mm
8	Diameter dalam <i>ring</i> (q)	13 mm
9	Lebar <i>gap</i> pada <i>ring</i> (m)	8 mm
10	Permittivitas Relatif Substrat	1,3

**HASIL DAN PEMBAHASAN
Fabrikasi Bandpass Filter**

untuk aplikasi RF *energi harvesting* pada frekuensi 1,8 GHz seperti yang ditunjukkan pada Gambar 17.

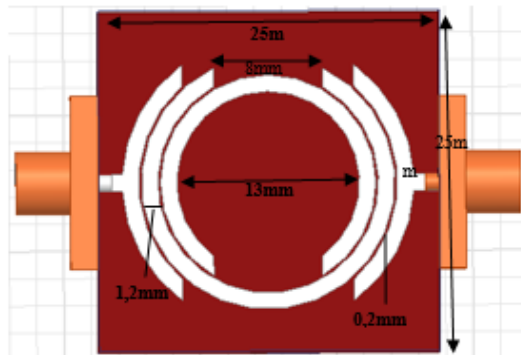


Gambar 18: Hasil simulasi desain akhir BPF berbasis SRR untuk nilai S_{11} dan S_{21}

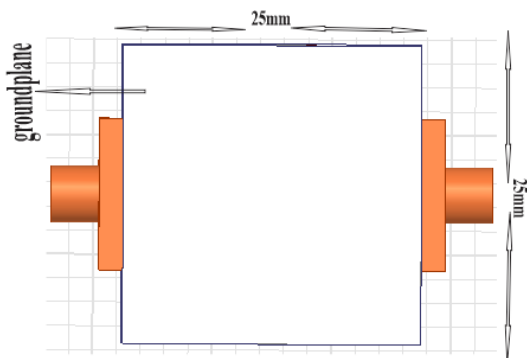
Pada gambar 18 dapat terlihat nilai S_{11} hasil simulasi desain akhir untuk fabrikasi sudah cukup rendah yaitu -23dB. Terutama pada frekuensi resonansi yang diinginkan untuk aplikasi *energi harvesting* yaitu pada frekuensi tengah 1,8 GHz. Nilai S_{21} sudah cukup mendekati 0 dB yaitu pada nilai -0,9dB.

Hasil fabrikasi *bandpass filter* berbasis Split Ring Resonator (SRR) yang telah di simulasi

kan menggunakan aplikasi Ansoft HFSS, dengan material *Rogers RT/duroid 5880* (tm), nilai permitivitas 1,3 ketebalan substrat 1,6 pada frekuensi tengah 1,8GHz.

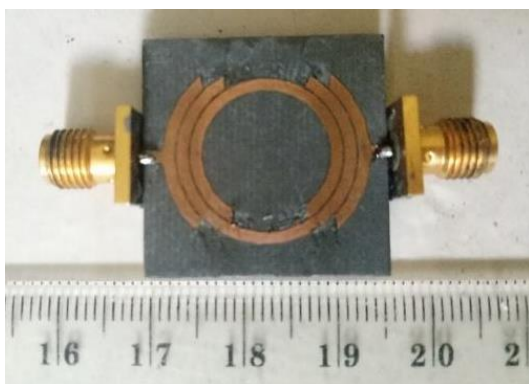


(a)

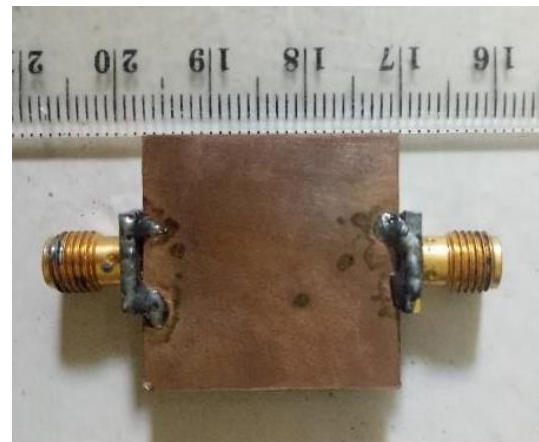


(b)

Gambar 19: Desain akhir filter *bandpass* (a) tampak atas (b) tampak bawah



(a)



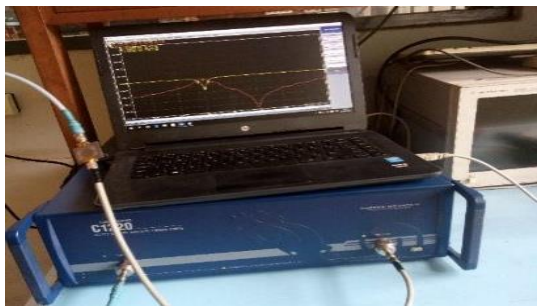
(b)

Gambar 20: Hasil fabrikasi *bandpass* filter desain akhir berbasis SRR

Hasil fabrikasi *bandpass* filter desain akhir berbasis *split ring resonator* dapat dilihat pada gambar 20. Gambar (a) menunjukkan tampak atas, sedangkan pada gambar (b) adalah tampak bawah dari hasil implementasi desain filter *bandpass*. Implementasi port SMA berbahan kuningan menggunakan tipe capitan papan PCB yang diaplikasikan pada port input dan output.

Pengukuran *Bandpass* Filter

Band Pass Filter (BPF) berbasis *Split Ring Resonator* (SRR) yang telah difabrikasi diukur di Laboratorium Telekomunikasi Radio dan Gelombang Mikro (LTRGM) STEI-ITB. Parameter yang diukur adalah nilai dari koefisien refleksi (S_{11}), koefisien transmisi (S_{21}). Pengukuran dilakukan dalam rentang frekuensi 1,25 GHz – 2,75 GHz dengan *step* 7,5MHz dan menggunakan Cobalt Series C1220 Vector Network Analyzer 100 kHz – 20 GHz.



(a)



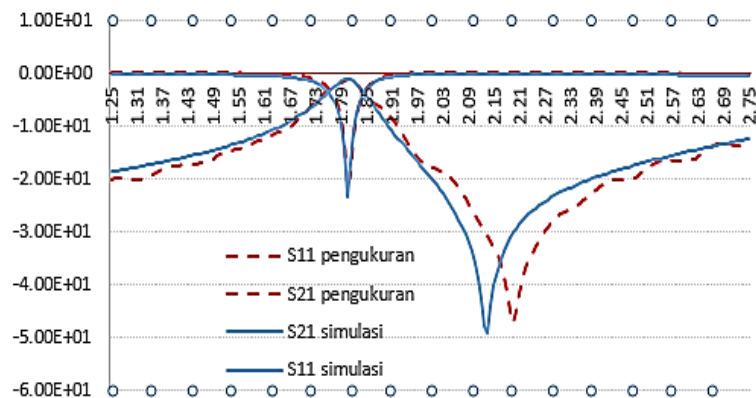
(b)

Gambar 21: Pengukuran bandpass filter dengan cobalt series C1220 Vector Network Analyzer (a) Skema pengukuran (b) grafik hasil pengukuran

Hasil pengukuran dan proses *Bandpass* filter berbasis *Split Ring Resonator* (SRR) yang telah di simulasi dan di fabrikasi dapat dilihat melalui gambar 21. Pada tersebut dapat dilihat hasil pengukuran fabrikasi *bandpass* filter dengan nilai S_{11} yaitu -21dB dan nilai S_{21} yaitu -0,9dB pada frekuensi tengah 1,8GHz.

Perbandingan Hasil Simulasi *Bandpass* Filter dan Hasil Pengukuran

Perbandingan hasil pengukuran dan simulasi S_{11} dan S_{21} dari *bandpass* berbasis *Split Ring Resonator* yang telah difabrikasi dapat diamati pada Gambar 22. Dari grafik tersebut dapat diamati filter yang telah dirancang pada simulasi dan kemudian difabrikasi telah memiliki kesesuaian baik itu pada nilai S_{11} maupun S_{21} nya. Perbedaan terlihat pada S_{21} simulasi yang lebih tajam dibanding S_{21} pengukuran dan S_{11} simulasi yang lebih tajam dari S_{11} pengukuran. Perbedaan ini dimungkinkan oleh nilai permitivitas material dielektrik yang digunakan tidak tepat sama dengan yang disimulasikan. Namun dapat diamati perbedaan tersebut tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada implementasi *filter* desain akhir karena hasil simulasi dan pengukuran menunjukkan frekuensi kerja yang dihasilkan filter tepat sama yakni 1,8 GHz. Frekuensi ini telah memenuhi spesifikasi *filter* untuk digunakan pada aplikasi *energi harvesting*.



Gambar 22: Perbandingan karakterisasi hasil simulasi dan pengukuran *Bandpass* filter berbasis *Split Ring Resonator*.

SIMPULAN

1. *Split Ring Resonator* terbukti dapat digunakan untuk desain filter pada frekuensi tertentu dengan mengatur permitivitas bahan.
2. Semakin besar diameter dalam ring akan menyebabkan frekuensi resonansi filter bergeser menjadi lebih besar.
 - a. Semakin besar lebar gap pada ring yang digunakan, akan menyebabkan frekuensi resonansi filter bergeser menjadi lebih besar.
 - b. Semakin besar spasi antara ring dalam dan luar akan menyebabkan frekuensi resonansi filter menjadi lebih kecil.
3. Hasil implementasi filter memiliki frekuensi tengah 1,8 GHz dan terbentang pada frekuensi 1,76GHz – 1,85GHz dengan *bandwidth* 900 MHz.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Shameli, A. Safarian, A. Rofougaran, M. Rofougaran, and F. De Flaviis, "Power Harvester Design for Passive UHF RFID Tag Using a Voltage Boosting Technique," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 55, no. 6, pp. 1089–1097, Jun. 2007, doi: 10.1109/TMTT.2007.896819.
- [2] C. Sauer, M. Stanacevic, G. Cauwenberghs, and N. Thakor, "Power harvesting and telemetry in CMOS for implanted devices," *IEEE Trans. Circuits Syst. I Regul. Pap.*, vol. 52, no. 12, pp. 2605–2613, Dec. 2005, doi: 10.1109/TCSI.2005.858183.
- [3] M. S. Khan and H. Deng, "Design and implementation of a highly efficient UHF energy harvesting antenna," in *2016 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation (APSURSI)*, Jun. 2016, pp. 611–612, doi: 10.1109/APS.2016.7696014.
- [4] K. Bazaka and M. Jacob, "Implantable Devices: Issues and Challenges," *Electronics*, vol. 2, no. 4, pp. 1–34, Dec. 2012, doi: 10.3390/electronics2010001.
- [5] T. Triprijoetomo and T. Supriyanto, "Perancangan Wideband Band Pass Filter (BPF) dengan Metamaterial Mikrostrip Frekuensi 1, 78 GHz–3, 38 GHz," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 18–23, 2016.
- [6] F. Falcone, T. Lopetegi, J. D. Baena, R. Marques, F. Martin, and M. Sorolla, "Effective negative-/spl epsiv/ stopband microstrip lines based on complementary split ring resonators," *IEEE Microw. Wirel. Components Lett.*, vol. 14, no. 6, pp. 280–282, Jun. 2004, doi: 10.1109/LMWC.2004.828029.
- [7] F. T. Ulaby and U. Ravaioli, *Fundamentals of Applied Electromagnetics*, ISBN: 978-0-13-335681-6. 2015.
- [8] F. Y. Zulkifli, "Studi Tentang Antena Mikrostrip dengan Defected Ground Structure (DGS)," Universitas Indonesia, 2008.
- [9] J. D. Baena *et al.*, "Equivalent-circuit models for split-ring resonators and complementary split-ring resonators coupled to planar transmission lines," *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.*, vol. 53, no. 4, pp. 1451–1461, Apr. 2005, doi: 10.1109/TMTT.2005.845211.
- [10] J.-S. Hong and M. J. Lancaster, *Microstrip Filters for RF/Microwave Applications*. New York, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2001.

Jurnal INFOTRONIK

Universitas Sangga Buana YPKP
Fakultas Teknik Gedung C Lantai 3
Jl. PHH. Mustofa No. 68 Bandung 40124
Telp. 62 22 7275489
62 22 7202841
Fax 62 22 7201756
Email jurnal.infotronik@usbypkp.ac.id

