

Implementasi Infrastruktur Sistem *Monitoring* Posisi Pasien *Covid-19* di Area Rumah Sakit Menggunakan Jaringan *Bluetooth* Rendah Energi

Raisya Auliya Salsabila¹, Moh. Farid Susanto², Taufik Irfan,³ Galih Nugraha Nurkahfi⁴

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : raisya.auliya.tkom18@polban.ac.id

²Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : mfarids@polban.ac.id

³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : taufik.irfan@polban.ac.id

⁴Department P2ET, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bandung 40135
E-mail : galih.nugraha.nurkahfi@lipi.go.id

ABSTRAK

Wabah pandemi *covid-19* merupakan permasalahan global, Indonesia merupakan salah satu negara dengan perkembangan angka pasien positif *covid-19* yang semakin meningkat. Manajemen sistem pengawasan di rumah sakit semakin tidak terkendali, sebagai akibat dari kurangnya tenaga medis untuk mengawasi posisi pasien karantina yang membludak. Tujuan penelitian ini adalah membuat suatu inovasi untuk memberikan solusi terhadap sistem pemantauan posisi individu di dalam ruangan rumah sakit rujukan karantina, sehingga tetap terkendali walaupun dengan jumlah tenaga medis yang terbatas. Sistem bekerja dengan mengoptimalkan infrastruktur sistem pemantauan posisi individu di dalam ruangan menggunakan jaringan *bluetooth* dari gelang *bluetooth low energy* (BLE). Sinyal BLE dari setiap perangkat yang memiliki karakteristik khusus kemudian akan digunakan sebagai parameter untuk menentukan lokasi individu. Dengan menggunakan modul BLE pada *raspberrypi gateway* ruangan yang akan membaca sinyal yang dipancarkan oleh gelang BLE. Kemudian hasil scanning akan ditampilkan pada database sistem *raspberrypi* sentral berupa data karakteristik khusus perangkat BLE, besar kuat sinyal RSSI (*Received Signal Strength Indicator*), lokasi pasien serta peringatan boleh atau tidak nya pasien memasuki ruangan tempat dia berada. Berdasarkan uji fungsionalitas, sistem mencapai tingkat akurasi sesuai target keluaran dan lewat uji non fungsional didapatkan data jarak optimum sistem dalam mendeteksi lokasi pasien secara akurat adalah 10 meter.

Kata Kunci

Bluetooth low energy (BLE), Covid-19, gelang BLE, RSSI

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan tenaga medis di Indonesia untuk menangani penderita *covid-19* hanyalah sebanyak 1,5 orang tiap 1.000.000 penduduk, menurut (*The George Institute for Global Health, 2017*) [1]. Persoalan ini akhirnya menyulitkan pengendalian manajemen rumah sakit dalam hal pemantauan lokasi pasien.

Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menciptakan suatu inovasi untuk memberikan solusi terhadap sistem pemantauan posisi individu di dalam ruangan rumah sakit rujukan karantina terpusat berupa layanan berbasis lokasi untuk mendeteksi objek bergerak dalam ruangan, sehingga tetap terkendali walaupun dengan jumlah tenaga medis yang terbatas [2].

Inovasi teknologi berupa pembangunan infrastruktur jaringan *bluetooth* dengan menggunakan perangkat *bluetooth low energy* (BLE) sebagai medium untuk menentukan lokasi target. BLE adalah sebuah *personal area network* (PAN) yang memancarkan sinyal data

dengan jarak tertentu. Teknologi telekomunikasi *bluetooth low energy* (BLE) dipilih untuk kondisi *indoor positioning system*, karena menggunakan daya yang cukup kecil serta transmisi datanya yang cepat hingga 1 Mbit/s [3]. Selain itu, interferensi yang tinggi dengan ketahanan terhadap *noise* menjadi pertimbangan lainnya. BLE memiliki parameter berupa UUID, RSSI, nilai major dan minor yang digunakan untuk mengidentifikasi lokasi pasien di dalam ruangan rumah sakit [4]. Dalam pembangunan dan implementasi *low cost bluetooth low energy* (BLE) *localization process* untuk mengidentifikasi, dan menentukan lokasi pasien dapat menggunakan jarak dan kekuatan sinyal yang diterima atau dengan kata lain disebut *received signal strength indicator* (RSSI) [5].

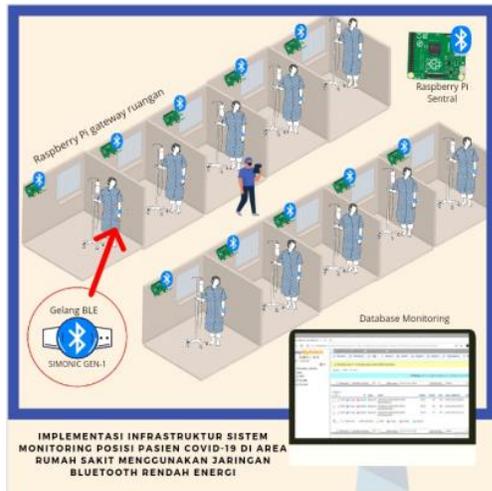
RSSI adalah parameter yang paling umum digunakan dalam teknologi lokalisasi nirkabel. Kekuatan sinyal RSSI akan berkurang seiring dengan bertambahnya jarak antara pemancar dan penerima. Oleh sebab itu, infrastruktur sistem pemantauan akan didesain sesuai dengan jarak

optimum untuk mendapatkan nilai RSSI yang berkualitas baik [6].

2. METODE

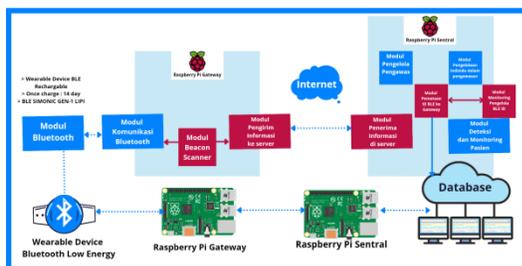
2.1 Perancangan

Dibuat sebuah sistem *monitoring* posisi pasien dalam ruangan seperti gambar 1. Sistem *monitoring* dalam ruangan tersebut bertujuan untuk *tracking* lokasi pasien covid-19 secara berkala. Sistem terdiri atas *raspberry Pi* sentral dan *raspberry Pi gateway* ruangan. Kedua *raspberry* tersebut memiliki fungsi yang berbeda, *raspberry Pi gateway* ruangan bertugas dalam proses *scanning* perangkat bluetooth rendah energi, sedangkan *raspberry Pi* sentral bertugas dalam mengelola data hasil *scanning gateway* tiap ruangan. Sistem secara keseluruhan meliputi proses *scanning* perangkat *bluetooth* rendah energi, proses pengiriman data hasil *scanning* ke *database* sentral dan proses validasi data yang diterima pada *database* sentral.



Gambar 1. Desain perancangan sistem *monitoring*

Desain perancangan sistem *monitoring* yang dibuat menggunakan topologi *star* seperti pada gambar 2 dimana segala informasi data terpusat pada *database raspberry Pi sentral*, setelah dikirimkan oleh *gateway raspberry Pi* tiap ruangan untuk kemudian dikelola dan dilakukan validasi data.



Gambar 2. Blok diagram keseluruhan

Blok diagram sistem *monitoring* diilustrasikan seperti gambar 2. Sistem tersebut memanfaatkan kekuatan sinyal dan keunikan alamat perangkat keras *bluetooth* rendah energi. Setiap perangkat *bluetooth* rendah energi terlebih dahulu didaftarkan ke dalam *database* sentral yang terdapat pada *virtual switch raspberry pi* sentral. Proses pendaftaran selanjutnya proses penempatan pasien, dimana kode unik perangkat *bluetooth* rendah energi akan didaftarkan ke *gateway* ruangan yang akan ditempati oleh pasien *covid-19*.

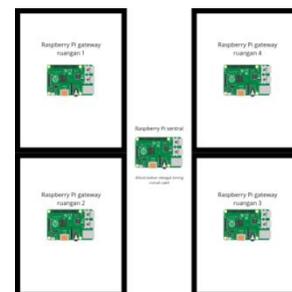
Dalam pelaksanaannya *gateway* ruangan akan melakukan pencarian terhadap perangkat *bluetooth* rendah energi terdekat. Proses identifikasi lokasi pasien didasarkan pada kekuatan sinyal hasil *scanning*. Kekuatan sinyal akan berkurang seiring dengan bertambahnya jarak antara pemancar dan penerima. Sehingga semakin besar kuat sinyal pada sebuah *gateway* ruangan maka dapat diidentifikasi bahwa pasien sedang berada pada ruangan tersebut begitu pun sebaliknya.

Proses validasi data akan dilaksanakan setelah data hasil *scanning* terkirim ke *database* sentral. Algoritma program akan bekerja melakukan validasi apakah perangkat *bluetooth* rendah energi yang terdeteksi sudah terdaftar atau belum. Jika perangkat *bluetooth* rendah energi sudah terdaftar pada *database*, maka program akan mengirim respon nya dan status pada *database* menjadi "allow". Sebaliknya jika perangkat *bluetooth* rendah energi belum terdaftar pada *database*, maka program akan mengirim respon nya sehingga status pada *database* memberi peringatan "forbidden".

2.2 Realisasi

2.2.1 Instalasi

Pada perencanaan desain dan arsitektur jaringan, perangkat *switch* divirtualisasikan menjadi *software* atau dengan kata lain disebut *ethernet software*. *Virtual switch* ini diposisikan menjadi pengganti fungsi *routing* menjadi *switching* dengan syarat dilakukan dalam satu *subnet* yang sama. Sehingga dengan satu *port raspberry Pi* sentral dapat diciptakan banyak *port virtual* untuk proses *switching* seperti yang terlihat pada gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Instalasi *raspberry Pi* sentral sebagai *virtual switch*.

Banyak nya port *virtual* yang ada pada *raspberry Pi* sentral membuat sistem monitoring menjadi terpusat dengan penerapan topologi star.



Gambar 4. Instalasi *raspberry Pi* gateway ruangan

Berbeda dengan *raspberry Pi* sentral, seperti yang terlihat pada gambar 4, *raspberry Pi gateway* tiap ruangan hanya melakukan *scanning* perangkat *bluetooth* rendah energi untuk kemudian melakukan pengiriman data ke *raspberry Pi* sentral.

2.2.2 Implementasi Program

Program pada gambar 5 berfungsi untuk *scanning* perangkat *bluetooth* rendah energi terdekat yang kemudian hasil *scanning* dikirim ke *port raspberry Pi* sentral untuk ditampilkan dalam *database*.

```
ScanUtility.hci_enable_le_scan(sock)
#Scans for iBeacons
try:
    while True:
        returnedList = ScanUtility.parse_events(sock, 10)
        for item in returnedList:
            item['ruangan']=1 #bisa dicustom aja
```

Gambar 5. Program *scanning*.

Program pada gambar 6 berfungsi untuk menerima dan melakukan validasi data hasil *scanning*. Validasi data yang diterima dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai pasien yang memasuki ruangan tersebut, karena sangat penting untuk mengetahui apakah pasien berada di ruangan seharusnya atau tidak

```
from flask import request, flask, jsonify
from sqlalchemy import request, input_data, cek_data_bilo_update_tahle_data, cek_ruom, cek_ruom_base_uid

app = flask(__name__)

@app.route('/ri/input_methods<POST>')
def data_input():
    json_data = request.json
    if json_data=None:
        result = {'message': 'process failed'}
        resp = jsonify(result)
        return resp, 400
    else:
        if 'type' not in json_data or 'uuid' not in json_data or 'major' not in json_data or 'minor' not in json_data or 'rssi' not in json_data or 'mac_address' not in json_data or 'ruangan' not in json_data:
            result = {'message': 'error request'}
            resp = jsonify(result)
            return resp, 401
```

Gambar 6. Program penerima dan validasi data

Kontak dan posisi pasien berada sangat mempengaruhi proses penyebaran virus. Sehingga algoritma program didesain untuk mengetahui apakah pasien *covid-19* tersebut sudah terdaftar pada *database gateway* ruangan atau belum.

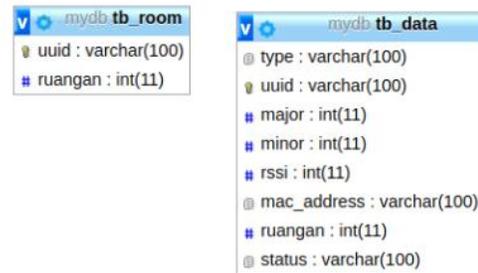
2.2.3 Implementasi Database

Database seperti pada gambar 7 dibuat menggunakan *database management* bahasa SQL dalam proses implementasinya serta menggunakan *PHPMyAdmin* untuk penghubung *mysql* dengan konektor.



Gambar 7. Struktur *database* sistem monitoring.

Database ini hanya terdapat pada *raspberry* sentral dan terdiri atas dua tabel. Tabel pertama adalah *tb_data* dan tabel kedua adalah *tb_room*. *Tb_data* memuat hasil *scanning* yang telah dilakukan validasi data secara keseluruhan. *Tb_data* menampilkan hasil *scanning* setelah dilakukan validasi data, sedangkan *tb_room* berperan dalam proses validasi data dimana pada *tb_room* terdapat data ruangan dan UUID perangkat BLE pasien yang menempati ruangan tersebut.



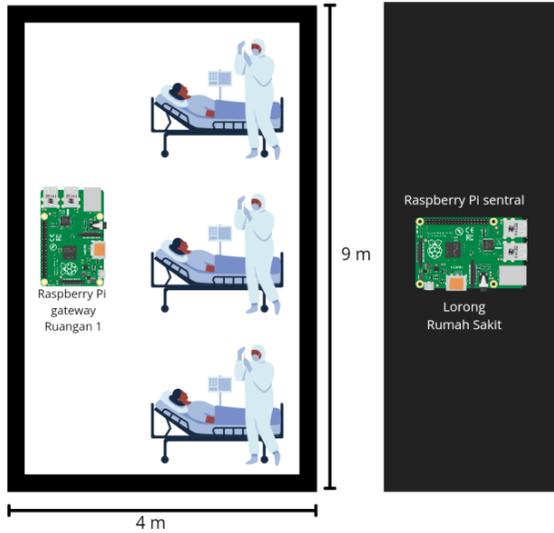
Gambar 8. Relasi *database*

Relasi *database* antara tabel *tb_data* dengan *tb_room* dikaitkan dengan algoritma program validasi data. Sehingga desain relasi *database* yang ditampilkan pada gambar 8 diatas tidak terlihat relasi karena sudah dibuat relasi pada *library* program *sqlib* sentral.

3. PENGUJIAN

3.1 Denah Lokasi Uji Coba

Penempatan *raspberry Pi* sentral diletakkan di lorong sebuah lokasi uji coba yang di reka semirip mungkin dengan rumah sakit. *Raspberry Pi gateway* ruangan diletakkan tepat di tengah ruang pengujian yang didesain sedemikian rupa sehingga mirip dengan lokasi ruang rawat pasien *covid-19* berdasarkan aturan standar jarak penempatan pasien. Seperti yang terlihat pada gambar 9 berikut :



Gambar 9. Denah lokasi uji coba

Ruang simulasi pengujian berukuran 9×4 m ini didesain untuk 3 pasien. Dengan ukuran bilik bagi setiap pasien adalah 1 m dan diberi jarak antar pasien 1,5 m mengacu pada standar nasional.

3.2 Parameter Pengujian

Pengujian dilakukan dengan parameter sebagai berikut :

3.2.1 Parameter Kelas Uji *Monitoring*

1. Akurasi ketepatan sistem dalam mendeteksi beberapa pasien dalam ruangan.
2. Akurasi ketepatan sistem dalam mendeteksi lokasi pasien.
3. Akurasi ketepatan sistem dalam mendeteksi pasien pindah ruangan
4. Akurasi ketepatan sistem dalam mendeteksi dan memberikan *alert* terhadap pasien yang memasuki ruangan yang tidak diperbolehkan.
5. Akurasi ketepatan sistem dalam mendeteksi pasien yang belum terdaftar pada sistem.

3.2.2 Parameter Kelas Uji *Insert*

1. Kemampuan sistem dalam menambahkan data UUID *wearable device* BLE pasien pada *database* sistem.
2. Kemampuan sistem dalam menambahkan data UUID *wearable device* BLE pasien dalam ruangan yang terdaftar pada sistem (ruangan disesuaikan dengan lokasi penempatan pasien).

3.2.3 Parameter Kelas Uji *Update*

1. Kemampuan sistem dalam melakukan *update* data hasil *scanning* secara berkala.
2. Kemampuan *database* sistem dalam melakukan *update* data pasien dan ruangan yang baru di masukkan.

3.2.4 Parameter Kelas Uji Pengukuran RSSI

Kemampuan terbaik sistem dalam mendeteksi lokasi pasien dengan variabel pengujian jarak yang bervariasi mulai dari 0 - 10 meter.

3.3 Hasil Pengujian

Pengujian terbagi menjadi dua yaitu, pengujian fungsional dan pengujian non fungsional. Pengujian fungsional dilakukan untuk menguji keberhasilan sistem dalam menjalankan fungsi utamanya sedangkan pengujian non fungsional dilakukan untuk memperoleh data pendukung untuk mengoptimalkan kinerja sistem. Berikut hasil pengujian fungsional:

Tabel 1. Hasil pengujian fungsional.

Kelas Uji	Parameter	Hasil
Monitoring	Sistem mendeteksi beberapa pasien dalam ruangan.	Terdeteksi.
	Sistem mendeteksi lokasi pasien.	Terdeteksi.
	Sistem mendeteksi pasien pindah ruangan	Terdeteksi.
	Sistem mendeteksi pasien yang memasuki ruangan yang tidak diperbolehkan.	Terdeteksi memberikan alert " <i>forbidden</i> ".
	Sistem mendeteksi pasien yang belum terdaftar pada sistem.	Terdeteksi memberikan alert " <i>forbidden device</i> ".
Insert	Penambahan data UUID pada <i>database</i> sistem.	Data berhasil ditambahkan.
	Penambahan data UUID ke dalam data ruangan.	Data berhasil ditambahkan.
Update	Sistem <i>update</i> data hasil <i>scanning</i> secara berkala.	Data berhasil memperbaharui.
	Sistem <i>update</i> data pasien dan ruangan yang baru di masukkan.	Data berhasil memperbaharui.

type	uuid	major	minor	rss	mac_address	ruangan	status
iBeacon	1e4a3cea-62cd-8b78-7e68-310161a27d	3273	43	-36	b4:52:a9:12:b6:8f	2	allow
iBeacon	47b00ea1-2f19-b467-6672-64ab3cc0a63	3273	56	-80	b4:52:a9:13:25:47	2	forbidden
iBeacon	ca63ab44-ae98-6bdd-a8f0-8d13b3a3e8ef	3273	57	-43	b4:52:a9:1a:a7:c2	2	forbidden

Gambar 10. Tampilan *database* sistem hasil pengujian

```
{
  "message": "Update success",
  "status": "forbidden"
}

[{"type": "iBeacon", "uuid": "a7608b68-007b-99f0-9019-2db454fe91e4", "major": 3273, "minor": 60, "rss": -37, "macAddress": "18:93:d7:4a:df:49", "ruangan": 2}
<Response [403]>
{
  "message": "Forbidden device"
}

[{"type": "iBeacon", "uuid": "1e4a3cea-62cd-8b78-7e68-3f10f38fa27d", "major": 3273, "minor": 43, "rss": -36, "macAddress": "b4:52:a9:12:b6:8f", "ruangan": 2}
<Response [200]>
{
  "message": "Update success",
  "status": "allow"
}
```

Gambar 11. Tampilan layar *monitoring*

Pada kelas uji *monitoring* sistem dapat dengan akurat dalam mendeteksi beberapa pasien dalam ruangan, lokasi pasien, pasien pindah ruangan, pasien memasuki area terlarang serta pasien dengan UUID tidak terdaftar pada *database*. Pada kelas uji *insert* dan *update* data, sistem berhasil melakukan *insert* dan *update* data hasil scanning.

Pengujian non fungsional pengukuran RSSI (*Received signal strength Indicator*) bertujuan untuk mengetahui jangkauan optimal dalam proses pengiriman data oleh sistem. Berikut hasil pengujian:

Tabel 2. Hasil pengujian non fungsional.

Jarak (m)	Status	Rerata RSSI
0	Terdeteksi	-34
1	Terdeteksi	-51
2	Terdeteksi	-59
3	Terdeteksi	-61
4	Terdeteksi	-66
5	Terdeteksi	-61
6	Terdeteksi	-67
7	Terdeteksi	-70
8	Terdeteksi	-70
9	Terdeteksi	-65
10	Terdeteksi	-65
12	Terdeteksi	-102
15	Terdeteksi	-99

Berdasarkan tabel hasil pengujian tersebut terlihat bahwa hasil yang diperoleh mendapatkan nilai rata-rata RSSI yang semakin kecil dengan bertambahnya jarak. Mulai dari jarak 10m lebih nilai RSSI semakin bervariasi

menjadi >100 dan semakin dekat dengan *raspberry Pi gateway* ruangan nilai RSSI menjadi semakin mendekati 0. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kendati jangkauan modul BLE HM-10 mampu mencakup sampai jarak 60 meter, tetapi jarak optimum sistem efektif dalam mendeteksi lokasi pasien adalah 10 m. Semakin jarak mendekati 0 m antara pasien dengan *gateway* maka semakin besar nilai RSSI yang berarti kualitas sinyal semakin bagus. Begitu pula sebaliknya jika jarak antara pasien dengan *gateway* melebihi 10 m maka kualitas sinyal semakin buruk.

Berdasarkan hasil pengujian tersebut maka desain sistem *monitoring* harus menempatkan setiap *gateway* dalam kawasan 0-10 m sebelum menempatkan *gateway* selanjutnya. Sehingga secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa jarak optimum sistem dalam mendeteksi lokasi pasien adalah 10 m.

4. KESIMPULAN

Desain infrastruktur sistem monitoring dibuat dengan memperhatikan jarak optimum sistem dalam mendeteksi secara akurat dan efektif yaitu 10 m. *Raspberry Pi* divirtualisasikan menjadi *switch* dan bekerja dengan baik terlihat dari hasil pengujian fungsional yang menunjukkan kemampuan sistem bekerja dengan baik pada kelas uji *monitoring*, *insert* dan *update* data. Penggunaan algoritma penentuan posisi didasarkan pada besar kuat sinyal hasil *scanning raspberry Pi gateway* ruangan berhasil dibuktikan. Validasi data informasi hasil *scanning* berhasil diterapkan pada sistem lewat tercapainya parameter kelas uji *monitoring*, *insert* dan *update*.

Berdasarkan hasil pengujian non fungsional rata-rata kuat sinyal (RSSI) dengan variasi jarak 0 - 10 m didapatkan rata-rata nilai yang berbanding terbalik dengan jarak. Jarak lebih dari 10 m mengakibatkan nilai RSSI tidak stabil. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jarak optimum sistem untuk *monitoring* posisi adalah 10 m.

Saran pengembangan berdasarkan hasil penelitian, akan lebih baik lagi jika ada virtualisasi dalam bentuk radar *mapping* dan solusi untuk peningkatan jangkauan optimum gelang BLE sehingga mampu mencakup lebih dari 10 meter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) selaku lembaga yang mensponsori kegiatan penelitian.
2. Penyelenggara IRWNS 2021 yaitu Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Polban.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wijonarko, R.A., Pramukantoro. E.S., Bahktiar. F.A.2019."Implementasi Mekanisme Pengiriman Data Kesehatan Berbasis Protokol *Bluetooth Low Energy* antara *Smartwatch* dengan *IoT Middleware*". Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer 3(6) : 5450-5459 . Available : <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- [2] Nuaimi, K. dan Kamel. H. 2015. "A survey of indoor positioning systems and algorithms". *Research Article : International Conference on Innovations in Information Technology*. Available :<https://www.researchgate.net/publication/22424>
- [3] Kurnia A dan Dzata F. 2018. " Mendeteksi Objek dengan Algoritma *K-Nearest Neighbors* Menggunakan Perangkat *Bluetooth Low Energy* ". DSpace Universitas Islam Indonesia. Available :<https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/11821>
- [4] Bahri R, Doni S.P dan Taufiqotul B. 2020. " Implementasi bluetooth low energy dan metode trilaterasi untuk pencarian rute indoor". Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi - Volume 18, Nomor 2, Juli 2020: 57 – 67.
- [5] Willy D, Andi K dan Abhimata A. 2016. " Peningkatan Akurasi Estimasi Jarak RSSI dengan Model Log Normal Menggunakan Metode Kalman Filter Pada Bluetooth Low Energy ". Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta. Available : jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek.
- [6] Fanda L.S dan Mudrik A. 2021. " *Optimization BLE Power Beacon for Indoor Locations Static Smart Device with Gaussian Filter*". Jurnal Telekomunikasi dan Komputer. vol.11, no.1, April 2021, 23-36. Available : <http://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/Incomtech>