

Realisasi Penjadwalan untuk WBAN Dinamika Menggunakan Algoritma *Gait Cycle Detection*

1st Sergio Jose Valente Da Cruz

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

sergiovalente@student.telkomuniversit
y.ac.id

2nd Ida Wahidah Hamzah

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

wahidah@telkomuniversity.ac.id

3rd Vinsensius Sigit Widhi Prabowo

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

vinsensiusigitwp@telkomuniversity.ac
.id

Abstrak— *Wireless body area network* (WBAN) atau jaringan nirkabel pada area tubuh terbentuk dari beberapa sensor yang dikenakan atau ditanamkan pada area tubuh sehingga terbentuk beberapa koneksi WBAN. [1]. Penjadwalan yang diaplikasikan pada percobaan ini berdasarkan prioritas RSSI. WBAN yang dirancang pada penelitian ini menggunakan algoritma *gait cycle detection* untuk mendeteksi *Period* (T_p) serta Fasa pada kondisi objek bergerak yang diharapkan menjadi solusi dalam penjadwalan simpel menggunakan keluaran dari T_p dari percobaan pertama sebagai *delay* (t) terbaru. Hasil akhir dari penelitian ini membandingkan percobaan *line of sight* dan *non line of sight* serta percobaan kedua dengan skema percobaan pada saat berjalan dengan membatasi masukan sampel X, berjalan tanpa membatasi masukan sampel X, anggota badan dalam kondisi berdiri dan alat tidak digunakan. Masukan untuk percobaan kedua berdasarkan parameter *output* yang didapatkan dari percobaan pertama, seperti T_p sebagai *delay*(t) baru, RSSI sebagai prioritas sampel pada saat pengiriman, batas sampel X. dan menampilkan percobaan ketika sensor node dalam kondisi bergerak, diam serta berdasarkan prioritas yang ditentukan dari kekuatan sinyal RSSI disetiap sensor node. Pada percobaan LOS dan NLOS didapatkan bahwa redaman terhadap percobaan NLOS dan jarak antara sensor node dan sink node berpengaruh pada hasil T_p dan Fasa jika dibandingkan dengan percobaan LOS. Serta dengan sensor MPU6050 juga dapat mengetahui kondisi dari penggunaannya berdasarkan sampel x yang didapat.

Kata Kunci— WBAN, algoritma *gait cycle detection*, MQTT, sensor MPU6050

I. PENDAHULUAN

Wireless body area network (WBAN) atau jaringan nirkabel di area tubuh merupakan teknologi baru yang menjanjikan memungkinkan layanan Kesehatan bisa di mana-mana. [2] Banyak sensor ditanamkan atau dikenakan dapat memberikan nilai-nilai tertentu yang mengindikasikan faktor kesehatan. Pada penelitian Xin Huang, Yueqian Wu, Feng Ke, Kunqian Liu dan Yuehua Ding dengan judul “*An Energy Efficient and Reliable Scheduling Strategy for Dynamic WBANs With Channel Periodicity Exploitation*”, peneliti menggunakan algoritma *gait cycle detection* sebagai algoritma untuk menentukan *Period* (T_p) dan Fasa yang digunakan sebagai parameter input untuk melakukan penjadwalan. [1]

Algoritma *Gait Cycle Detection* merupakan metode yang digunakan peneliti untuk mendapatkan nilai *Period* (T_p)

dan Fasa dari sensor MPU6050 sehingga dapat mengklasifikasikan pergerakan dari sensor tergolong periodik atau aperiodik. Sehingga dapat dikembangkan lagi untuk menentukan penjadwalan menggunakan *Channel Periodicity Based scheduling* (CPBS). Pada umumnya penggunaan sensor tidak menggunakan metode penjadwalan sehingga resiko paket hilang menjadi tinggi serta daya yang digunakan lebih tinggi dimana bisa didapat setelah menyelesaikan Algoritma *Gait Cycle Detection* dan dilanjutkan dengan penjadwalan menggunakan metode CPBS.

Permasalahan yang ada seperti bagaimana sensor *accelerometer* MPU6050 mendeteksi kondisi penggunaannya, bagaimana keluaran algoritma *gait cycle detection* dapat digunakan untuk penjadwalan, bagaimana sampel sensor MPU6050 dapat diolah sehingga mendapatkan T_p dan fasa, bagaimana perbedaan antara hasil sampel sensor MPU6050 pada saat berjalan dan tidak bergerak terhadap T_p dan Fasa dan bagaimana perbedaan sampel yang didapat dari *Line of Sight* (LOS) dan *non line of Sight* (NLOS).

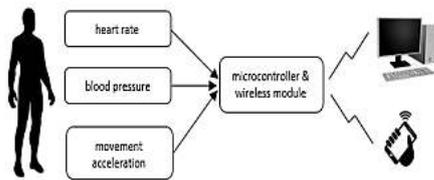
Seiring berkembangnya teknologi, kondisi manusia dapat dideteksi dengan adanya sensor yang digunakan atau dikenakan pada badan. Sehingga kondisi dari manusia dapat dideteksi berdasarkan sampel *accelerometer* yang didapatkan. Serta membandingkan bagaimana LOS dan NLOS.

II. KAJIAN TEORI

A. Wireless Body Area Networks

Wireless body area networks (WBAN) merupakan bagian dari *Wireless Sensor Network* (WSN), tetapi WBAN biasanya terdapat pada tubuh manusia. WBAN sendiri diusulkan berdasarkan persyaratan perawatan medis secara jarak jauh, dimana sensor ditanamkan atau dikenakan pada tubuh sehingga dapat memantau keadaan fisiologis seperti detak jantung, denyut nadi, suhu tubuh, dan tekanan darah.[2] Istilah dari WBAN diciptakan tahun 2001 oleh Van Dam. Pada dasarnya sensor node yang berada pada tubuh manusia digunakan untuk mengukur sinyal bio seperti detak jantung, tekanan darah, sinyal otak, dan bio sensor lainnya. Arsitektur jaringan pada wbان terdiri dari 4 bagian yaitu Bagian WBAN, *Central Control Unit* (CCU), Komunikasi pada WBAN dan *Control Center*. Pada Bagian WBAN meliputi beberapa jumlah node sensor yang digunakan dan dapat mengevaluasi terus menerus berdasarkan sensor yang ada sehingga dapat

digunakan pada system pemantauan pasien. Pada CCU semua sensor memberikan output ke sensor node. Pada komunikasi WBAN yaitu menerima informasi dari CCU dan bertindak sebagai *gateway* untuk mentransfer informasi ke tujuan. Pada *control center* bertanggung jawab untuk menyimpan informasi pengguna yang dapat digunakan untuk pemantauan.



GAMBAR 1
ARSITEKTUR WBAN SEDERHANA [4]

B. Algoritma Gait Cycle Detection

Gait Cycle Detection atau deteksi siklus gaya berjalan adalah pola siklus Gerakan yang terjadi pada saat berjalan atau berlari. Algoritma yang digunakan untuk mendeteksi pola siklus adalah jurnal dari Xin Huang, Yueqian Wu, Feng Ke, Kunqian Liu dan Yuehua Ding[jurnal]. Sehingga dapat menghitung periodisitas dan fase. Berikut algoritma *gait cycle detection* [1]:

1. Menghaluskan sinyal akselerasi: setiap node sensor mengambil sinyal akselerasi pada slot waktu di *superframe*. Setiap sampel A_i yang dihaluskan dengan mengambil rata-rata dari 3 sampel:

$$A_i = (A_{i-2} + A_{i-1} + A_i) / 3.$$
2. Menilai periodisitas gerakan: untuk menghitung periodisitas gerakan, menggunakan *average magnitude difference function (AMDF)* untuk mendeteksi titik pergerekan dan ekstrak periode berdasarkan sinyal akselerasi. Berikut persamaan *AMDF*:

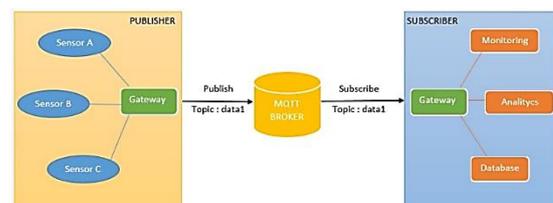
$$AMDF_{\tau} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K |A_i - A_{i-\tau}|,$$

Keterangan:
 K = Jumlah slot waktu dalam *superframe*
 $\tau = \tau_{min}, \tau_{min} + 1, \dots, \tau_{max}$ adalah nilai *delay*
 $\tau_{min} = 500ms$ dan $\tau_{max} = 2s$
3. Turunan period T_p : periode dari *superframe* dapat diturunkan dengan menggunakan minimum dari *AMDF*. Dengan menggunakan lembah akselerasi untuk menghitung fasa yang ada di step 4-7.
4. Deteksi kandidat lembah: mendapatkan sampel sinyal akselerasi A_i . 3 sampel yang berdekatan (A_{i-2}, A_i, A_{i+1}) dengan kondisi jika A_i lebih kecil dari A_{i-1} dan A_{i+1} maka i dianggap sebagai kandidat lembah.
5. Validasi interval waktu: pergerakan yang tidak teratur dapat menyebabkan lembah yang tidak teratur. Oleh karena itu waktu interval antara lembah yang berurutan harus di validasi terlebih dahulu. Jika interval waktu lembah jatuh diantara 80—120% dari period T_p . Jika benar maka kita lanjut ke step 6, jika tidak kandidat lembah ini dianggap tidak valid, maka kita lanjut ke sampel selanjutnya, dan Kembali ke step 4.

6. Validasi ambang amplitude: akselerasi menunjukkan periodik yang berfluktuasi. Oleh karena itu mengambil dua titik tengah yang berdekatan dan valid sebagai puncak terdekat. Amplitudo lembah harus kurang dari 25% dari amplitudo yang terbentuk dari puncak terdekat dan lembah valid. Jika ini benar maka kandidat lembah dianggap valid. Jika tidak maka dianggap tidak valid. Jika *superframe* belum selesai maka cari sinyal berikutnya dan lanjut ke step 4. Jika tidak lanjut ke step 7.
7. Menghitung fase (θ): waktu dari lembah terakhir dalam *superframe* dianggap sebagai fase.

C. Message Queuing Telemetry Transport

Protokol adalah peraturan atau prosedur untuk mengirim sebuah data pada perangkat elektronik. *Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)* adalah protokol yang berjalan di atas *Transmission Control Protocol (TCP) / Internet Protocol (IP)* dan mempunyai paket data yang relative kecil yang dirancang khusus untuk *machine to machine* yang tidak memiliki alamat khusus seperti Arduino, raspberry pi atau device lain. Sistem kerja dari MQTT merupakan Publish dan Subscribe data, oada penerapannya device akan terhubung pada sebuah Broker dan mempunyai suatu Topic tertentu. [6]



GAMBAR 2
PENGIRIMAN PROTOKOL MQTT [6]

III. METODE

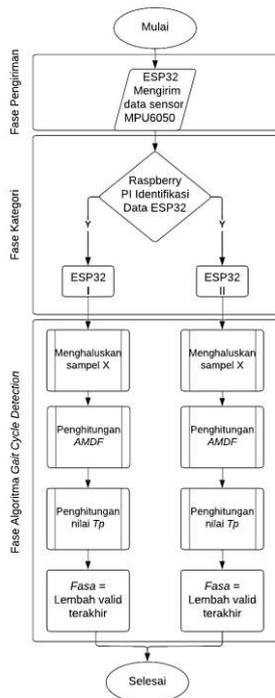
Bab III membahas model perancangan system yang digunakan dengan skema percobaan yang diambil berbeda beda. Pada Tugas Akhir ini, semua *hardware* berada dalam satu jaringan WiFi yang sama. Terdapat 2 metode pengambilan sampel data yang pertama dengan cara menyimpan sampel data ke SD Card dan sampel data menggunakan protokol *Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)* yang proses di Raspberry PI dan Sensor node yang digunakan adalah ESP32 Battery sebagai Sink node.

A. Perangkat Sistem

Sebelum melakukan perancangan system, penulis perlu mendefinisikan terlebih dahulu mengenai perangkat dari system yang diuji. Perangkat diklasifikasi menjadi dua yaitu *hardware* dan *software*. Pada hardware seperti 2omputer, NodeMCU ESP32 Baterai, Sensor *Accelerometer* MPU6050, Raspberry Pi Model 4 dan Baterai Lithium 18650 dan perangkat lunak seperti Thonny IDE, Arduino IDE dan VNC.

B. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir bertujuan untuk mempermudah pembacaan proses penelitian. Berikut merupakan gambar diagram alur pada penelitian ini



GAMBAR 3 BLOK DIAGRAM SISITEM

Pada gambar 3 dibagi menjadi 3 fase yaitu fase pengiriman, fase kategori dan fase algoritma gait cycle detection. Fase pertama adalah fase pengiriman awal dengan mendapatkan data akselerasi dari sensor MPU6050 yang pada penelitian ini hanya akan menggunakan X axis sebagai acuan dari nilai sensor MPU6050. 2 Sensor MPU6050 dan 2 ESP32 Baterai dipegang pada tangan kanan, dan tangan kiri. Pengambilan data dari sensor node akan diambil secara bersamaan akan tetapi tidak mengatur data sampel mana yang akan sampai duluan di sink node. Pengiriman data sensor dilakukan dengan protokol MQTT. Agar pengiriman relatif aman maka ESP32 hanya akan mengirim data sensor ke broker yang memiliki username dan password MQTT yang sama.

Fase kategori menerima data sensor yang telah dikirim dari esp32 WiFi dengan masing-masing nama publisher yang berbeda-beda sehingga mempermudah subscriber, disini ialah Raspberry Pi memilah data sesuai dengan nama string yang telah dibawa disaat pengiriman yaitu esp1 atau esp2.

Pada fase ini terjadi 7 proses penting dari Algoritma, yaitu Menghaluskan sinyal akselerasi, Menilai periodisitas gerakan, Turunan period, Deteksi kandidat lembah, Validasi interval waktu, Validasi ambang amplitud dan Menghitung fase (θ).

C. Skenario Percobaan

Pada penelitian ini ada 4 skema percobaan yang dilakukan yaitu Skema percobaan treadmill, skema percobaan Delay (t) baru dan skema percobaan SD Card.

Pada percobaan treadmill ini dilakukan pada satu ruangan dengan sink sehingga dapat dikatakan percobaan treadmill memiliki redaman kecil atau *Line of sight*. Pada percobaan treadmill juga terdapat dua skema percobaan yaitu skema percobaan menggunakan treadmill dengan kecepatan 1 km/jam, 3 km/jam, 5 km/jam, 7 km/jam dan 9 km/jam dengan jumlah data yang sama 5000. Dan skema kedua yaitu dengan jumlah data yang berbeda mulai dari 2000 data, 4000 data, 6000 data, 8000 data dan 1000 data dengan kecepatan berjalan orang tua [5].

Pada percobaan delay pengiriman (t) berada pada satu ruangan yang sama sehingga redaman yang ada kecil atau dapat disebut *Line of Sight*. Pada percobaan ini juga terdapat beberapa parameter yang perlu dipertimbangkan. Seperti jumlah node yang digunakan berjumlah 2 node sensor dan 1 node sink. Percobaan yang dilakukan dimana node sensor mengirimkan sample data akselerasi. Masing-masing node sensor terdiri dari 1 esp32 serta sensor MPU6050 dan node sink menggunakan Raspberry PI Model 4 yang dikirimkan melalui MQTT dengan pengiriman data 60ms.

Pada percobaan ini menggunakan data dari SD Card yang telah dilakukan dengan kondisi berjalan selama 5 menit atau 300 detik. Berikut parameter yang digunakan pada percobaan SD Card.

Pada percobaan NLOS dengan delay (t) yang sama yaitu 60 ms dengan jumlah data yang sama 5000 dilakukan dengan jarak 5 meter sampai 6.5 meter antara sink node dan sensor node serta sink node berada pada ruangan tertutup dengan redaman yang ada.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab IV ini memaparkan hasil percobaan beserta dengan analisis dan penjelasan dari perencanaan yang ada pada Bab III. Pada bab III telah disebut menggunakan 2 ESP32 Baterai sebagai Sensor node dengan 2 sensor MPU6050 dan Sink node yaitu Raspberry Pi 4 yang dihubungkan dalam satu jaringan Wi-Fi yang sama dengan pengiriman sample data MPU6050 yaitu nilai X dari Sensor node ke Sink node menggunakan protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT). Berikut hasil dari skenario percobaan yang dilakukan:

1. Skenario Treadmill

Pada scenario 1 dengan jumlah data yang yang berbeda dan kecepatan yang sama yaitu 4.3 km/jam. Berikut hasil keluaran dari algoritma *gait Cycle Detection*

TABEL 1 HASIL SKENARIO 1 NODE 1

| Jumlah Data | T_p sampel | Fasa sampel |
|-------------|--------------|-------------|
| 2000 | 5 | 1985 |
| 4000 | 3 | 3840 |
| 6000 | 2 | 5927 |
| 8000 | - | - |
| 10000 | - | - |

TABEL 2 HASIL SKENARIO 1 NODE 2

| Jumlah Data | T_p sampel | Fasa sampel |
|-------------|--------------|-------------|
| 2000 | 7 | 1982 |
| 4000 | 7 | 3983 |

| | | |
|-------|---|---|
| 6000 | - | - |
| 8000 | - | - |
| 10000 | - | - |

TABEL 3
HASIL QOS SKENARIO 1 NODE 1

| Jumlah Data | Throughput | Packet Loss | Delay paket (t') | Durasi simulasi Algoritma |
|-------------|-------------|-------------|------------------|---------------------------|
| 2000 | 115 kbits/s | 0 % | 50.794 ms | 5.839 Menit |
| 4000 | 113 kbits/s | 0 % | 52.069 ms | 14.055 Menit |
| 6000 | 114 kbits/s | 0% | 51.460 ms | 22.764 Menit |
| 8000 | 117 kbits/s | 0 % | 50.098 ms | 30.323 Menit |
| 10000 | 210 kbits/s | 0 % | 28.020 ms | 52.372 Menit |

TABEL 4
HASIL QOS SKENARIO 1 NODE 2

| Jumlah Data | Throughput | Packet Loss | Delay paket (t') | Durasi simulasi Algoritma |
|-------------|-------------|-------------|------------------|---------------------------|
| 2000 | 118 kbits/s | 0 % | 49.128 ms | 5.871 Menit |
| 4000 | 115 kbits/s | 0 % | 50.878 ms | 14.373 menit |
| 6000 | 116 kbits/s | 0 % | 50.486 ms | 22.420 Menit |
| 8000 | 118 kbits/s | 0 % | 49.322 ms | 30.391 Menit |
| 10000 | 213 kbits/s | 0 % | 27.566 ms | 39.536 Menit |

Dari percobaan pertama pada sensor node 1 dan sensor node 2 dengan kondisi jumlah data yang berbeda-beda dan kecepatan 4.3 km/jam dapat disimpulkan bahwa tidak ditemukannya paket yang hilang dikarenakan pada Wi-Fi 802.11n. dengan maksimum 54 Mbps sampai 600 Mbps menjadi batas throughput yang signifikan sedangkan pada percobaan sensor node 1 dan sensor node 2 didapatkan throughput tertinggi pada data sampel 10000 dengan 213 kbits/s atau 0.213 Mbps sehingga tidak ditemukannya paket yang hilang. Durasi dari algoritma semakin lama berbanding lurus dengan jumlah data yang bertambah pada sensor node 1 dan sensor node 2 dikarenakan algoritma *gait cycle* akan melakukan proses perhitungan T_p dan Fasa dengan menghitung sampel per sampel dan menjumlahkan sampel tersebut sehingga waktu yang dibutuhkan untuk memproses algoritma *gait cycle* semakin lama.

Pada skenario 1 dengan kecepatan yang berbeda dan jumlah data yang sama yaitu 5000 sampel data. Berikut hasil keluaran dari algoritma *gait Cycle Detection*

TABEL 5
HASIL SKENARIO 1 NODE 1

| Kecepatan | T_p sampel | Fasa sampel |
|-----------|--------------|-------------|
| 1 km/jam | 5 | 4966 |
| 3 km/jam | 8 | 4966 |
| 5 km/jam | 5 | 4930 |
| 7 km/jam | - | - |
| 9 km/jam | - | - |

TABEL 6
HASIL SKENARIO 1 NODE 2

| Kecepatan | T_p sampel | Fasa sampel |
|-----------|--------------|-------------|
| 1 km/jam | 0 | - |
| 3 km/jam | 3 | 4884 |
| 5 km/jam | 25 | 4791 |
| 7 km/jam | - | - |
| 9 km/jam | - | - |

TABEL 7
HASIL QOS SKENARIO 1 NODE 1

| Kecepatan | Throughput | Packet Loss | Delay paket (t') | Durasi simulasi Algoritma |
|-----------|-------------|-------------|------------------|---------------------------|
| 1 km/jam | 98 kbits/s | 0 % | 62.058 ms | 19.331 Menit |
| 3 km/jam | 99 kbits/s | 0 % | 59.865 ms | 19.071 Menit |
| 5 km/jam | 147 kbits/s | 0 % | 38.826 ms | 18.854 Menit |
| 7 km/jam | 126 kbits/s | 0 % | 41.621 ms | 18.605 Menit |
| 9 km/jam | 177 kbits/s | 0 % | 36.238 ms | 18.605 Menit |

TABEL 8
HASIL QOS SKENARIO 1 NODE 2

| Kecepatan | Throughput | Packet Loss | Delay paket (t') | Durasi simulasi Algoritma |
|-----------|-------------|-------------|------------------|---------------------------|
| 1 km/jam | 100 kbits/s | 0 % | 57.563 ms | 18.957 Menit |
| 3 km/jam | 102 kbits/s | 0 % | 57.534 ms | 18.638 menit |
| 5 km/jam | 146 kbits/s | 0 % | 40.024 ms | 18.663 Menit |
| 7 km/jam | 129 kbits/s | 0 % | 42.260 ms | 18.512 Menit |
| 9 km/jam | 170 kbits/s | 0 % | 38.450 ms | 18.512 menit |

Dari percobaan pertama pada sensor node 1 dan sensor node 2 dengan kecepatan yang berbeda-beda akan tetapi dengan jumlah sampel data yang sama yaitu 5000 dapat disimpulkan bahwa tidak ditemukannya paket yang hilang dikarenakan pada Wi-Fi 802.11n. dengan maksimum 54 Mbps sampai 600 Mbps menjadi batas throughput yang signifikan sedangkan pada percobaan sensor node 1 dan sensor node 2 didapatkan throughput tertinggi kecepatan 9 km/jam dengan 177 kbits/s atau 0.177 Mbps sehingga tidak ditemukannya paket yang hilang. Durasi yang dibutuhkan untuk menjalankan algoritma *gait cycle* relatif sama dikarenakan jumlah data yang digunakan pada percobaan sensor node 1 dan node 2 yaitu 5000 sampel.

2. Skenario update delay

Pada percobaan ini akan dilakukan dengan kondisi berbeda-beda serta parameter yang berbeda. Pada percobaan pertama akan dilakukan dengan kondisi yang berjalan seperti biasa. Setelah mendapatkan keluaran dari percobaan pertama maka pada percobaan delay (t) pengiriman ini akan menggunakan parameter dari percobaan pertama.

TABEL 9
HASIL SKENARIO 2 PERCOBAA 1

| Parameter | Percobaan 1 | |
|--------------|---------------------|-------------------------|
| Node | 1 | 2 |
| T_p sampel | 3 | 4 |
| Fasa sampel | 4718 | 4950 |
| Durasi | 24.28 Menit | 24.36 Menit |
| Delay (t) | 0.06 Detik | 0.06 Detik |
| x | -11.45 sampai -6.63 | -12.1966 sampai -6.2133 |

Pada percobaan I didapatkan T_p pada sensor node 1 yaitu indeks 3 sedangkan pada sensor node 2 mendapatkan T_p dengan indeks 4. T_p dari percobaan 1 dapat disimpulkan berada pada indeks yang berdekatan dikarenakan $delay$ (t) yang relatif rendah dan jarak antara Sensor node dan Sink node berada pada 0.50 – 2.20 Meter sehingga hasil dari sampel X lebih rapat dalam membentuk pergerakan periodik. Serta kondisi baterai sangat berpengaruh dalam proses pengiriman sampel X ke Sink

TABEL 10.A
HASIL SKENARIO 2 PERCOBAAN 2

| Parameter | Delay (t), RSSI dan batas X (2.1) | | Delay (t), RSSI (2.2) | |
|--------------|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Node | 1 | 2 | 1 | 2 |
| T_p sampel | 13 | 5 | 24 | 8 |
| Fasa sampel | 4932 | 4883 | 4706 | 4966 |
| Durasi | 23.52 Menit | 23.50 Menit | 24.45 Menit | 24.41 Menit |
| Delay (t) | 0.18 Detik | 0.24 Detik | 0.18 Detik | 0.24 Detik |

TABEL 10.B
HASIL SKENARIO 2 PERCOBAAN 2

| Parameter | Diam berdiri Delay (t), RSSI batas X (2.3) | | Sensor Node tidak digunakan (2.4) | |
|--------------|--|-------------|-----------------------------------|-------------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Node | 1 | 2 | 1 | 2 |
| T_p sampel | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Fasa sampel | - | - | - | - |
| Durasi | 26.43 Menit | 26.39 Menit | 23.10 Menit | 23.27 Menit |
| Delay (t) | 0.18 Detik | 0.24 Detik | 0.18 Detik | 0.24 Detik |

Pada percobaan 2.1 didapatkan T_p pada sensor node 1 berada pada indeks 13 dan 5 pada sensor node 2. Faktor yang berpengaruh terhadap T_p dikarenakan delay (t) baru yang menyebabkan kerapatan sample X yang tidak rapat serta jarak antara sensor node dan sink node berpengaruh terhadap kekuatan sinyal yang menyebabkan RSSI melemah.

Pada percobaan 2.2 relatif sama pada percobaan 2.1 dikarenakan $delay$ (t) baru yang digunakan serta jarak antar sensor node dan sink node. Sehingga T_p yang didapatkan pada percobaan 2.2 yaitu 24 pada sensor node 1 dan 8 yang didapatkan dari sensor node 2. Sehingga berpengaruh dalam keluaran fasa untuk percobaan 2.2.

Pada percobaan 2.3 didapatkan keluaran T_p 0 untuk kedua sensor node dikarenakan kondisi dari anggota badan meskipun pada kondisi berdiri akan tetapi tidak bergerak sehingga menghasilkan T_p 0 dan fasa dari percobaan 2.3 pun tidak ada. Serta durasi yang relatif lebih lama dibandingkan dengan percobaan lainnya dikarenakan daya baterai yang digunakan pada percobaan 2.3 sebelumnya sudah digunakan untuk melakukan percobaan sebelumnya sehingga menjadi perbedaan bahwa konsumsi daya berpengaruh dalam pengiriman paket data ke sink node.

Pada percobaan 2.4 didapatkan keluaran T_p 0 untuk kedua sensor node dikarenakan sensor node yang aktif mengirim data akan tetapi tidak dalam keadaan bergerak sehingga menghasilkan keluaran T_p 0 dan fasa tidak ada

3. Skenario SD Card

Pada percobaan menggunakan SD Card sebagai penyimpanan sampel MPU6050, sampel data yang didapat ialah 20130 sampel dengan durasi pengambilan 5 menit. Didapatkan T_p pada indeks 30 dan fasa berada pada indeks 19985. Tujuan dari percobaan SD Card ialah untuk menguji apakah algoritma gait cycle detection dapat berjalan pada kondisi sampel data yang banyak.

TABEL 11
HASIL SCENARIO 3

| Sampel | T_p sampel | Fasa sampel | Durasi Pengambilan Sampel |
|--------|--------------|-------------|---------------------------|
| 20130 | 30 | 19985 | 5 Menit |

4. Skenario NLOS

Pada percobaan dilakukan dengan kondisi jumlah data 5000 dengan kondisi NLOS yang dimana sink node berada didalam ruangan tertutup dan sensor node berada pada diluar ruangan dengan kondisi berjalan dengan jarak antar sink node dan sensor node 5.89 meter sampai 6 meter

TABEL 11
HASIL SKENARIO 4

| Sensor Node | Rata-rata RSSI (dBm) | Delay paket (t') | Throughput | Durasi simulasi Algoritma |
|-------------|----------------------|------------------|------------|---------------------------|
| 1 | -76.0066 | 96.597 ms | 65 kbits/s | 18.4070 Menit |
| 2 | -75.5186 | 86.577 ms | 72 kbits/s | 18.7510 Menit |

Ditemukan RSSI yang relative drop antara -75 sampai -76 dBm baik pada sensor node 1 dan 2 dan pada sensor node 1 ditemukan T_p pada indeks 1 akan tetapi tidak memiliki fasa sedangkan pada sensor node 2 ditemukan T_p pada indeks 11 dan fasa pada indeks 4872. Dikarenakan jarak antar sink node dan sensor node berpengaruh sehingga pada sensor node 1 tidak ditemukan fasa dan sensor node 2 lebih dekat pada sink node pada saat kondisi berjalan. Sedangkan jarak batas dari sensor node tidak dapat mengirimkan data ke sink node berada pada jarak 13.73 Meter.

Dari percobaan treadmill dengan jumlah kecepatan yang berbeda-beda dan jumlah data 5000 sampel dengan kondisi *Line of Sight*, delay (t') yang dihasilkan dari percobaan tersebut berada pada 27.566 ms sampai 62.058 ms dan jika melihat percobaan pada *non-Line of Sight* delay (t') yang didapatkan ialah 86.577 ms sampai 96.597 ms.

V. KESIMPULAN

Pada percobaan dengan varian data dapat disimpulkan disimpulkan bahwa semakin banyak sampel data maka tidak ditemukannya period (T_p) dan fasa dengan menggunakan *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT). Serta Pada percobaan dengan varian kecepatan dapat disimpulkan bahwa kecepatan antara 7 sampai 9 tidak ditemukan T_p dan fasa dengan menggunakan mqtt. Sehingga Algoritma akan berjalan ketika berada pada kondisi kecepatan 3 sampai 5 km/jam dengan jumlah data 2000 sampai 6000 sampel data. Jarak antara sensor node dan sink node sangat berpengaruh dalam kerapatan sample X, sehingga keluaran T_p dan Fasa relatif bervariasi dalam penempatan indeks. Kondisi baterai pun berpengaruh dalam kerapatan sampel X serta durasi pengiriman sampel relative lebih lama dibandingkan kondisi baterai dalam kondisi penuh. Pada kondisi berdiri ataupun sensor node tidak digunakan T_p yang didapatkan 0 karena masukan dari sampel X untuk sensor node 1 dan sensor node 2 tidak membentuk amplitude yang bervariasi sehingga keluaran T_p 0 dan Fasa dianggap tidak ada, karena T_p adalah salah satu parameter input untuk menentukan fasa pada percobaan. Serta jarak antar sink node dan sensor node berpengaruh serta redaman berpengaruh terhadap T_p dan fasa oleh karena itu RSSI terkadang drop sehingga agar mendapatkan hasil yang baik maka jarak antara sink node dan sensor node harus dekat. Sehingga redaman yang didapat dari percobaan NLOS berpengaruh terhadap delay paket (t'). Dan setelah mendapatkan keluaran T_p dan fasa dari algoritma *gait cycle detection* diharapkan dapat dilanjutkan untuk skema penjadwalan.

REFERENSI

- [1] Xin Huang, Yueqian Wu, Feng Ke, Kunqian Liu, and Yuehua Ding. (2020, Mar). "An Energy Efficient and Reliable Scheduling Strategy for Dynamic WBANs With Channel Periodicity Exploitation". *IEEE Sens. Journal*, vol. 20, no.5, [Sep, 2021]
- [2] Haipeng Peng, Ye Tian, Jurgen Kurths, Lixiang Li, Yixian Yang, and Daoshun Wang. (2017, Jun). "Secure an Energy-Efficient Data Transmission System Based on Chaotic Compressive Sensing in Body-to-Body Networks", *IEEE Trans. Biomed Circuits Syst.*, vol. 11, no. 3, Jun. 2017. M. Young, *The Technical Writer's Handbook*. Mill Valley, CA: University Science, 1989. [Oct, 2021]
- [3] GEEKSFORGEEKS "WIRELESS BODY AREA NETWORK", <https://www.geeksforgEEKS.org/wireless-body-area-network/>, 08 Oct, 2021 [Sep 09 2022]
- [4] Pradini Puspitaningayu, Arif Widodo, Eppy Yundra, "Wireless Body Area Networks dan Pengaruhnya dalam Perkembangan Teknologi m-Health", *Jurnal INAJEEE*. Volume 01 Nomor 01 Tahun 2018, 0 – 37 [Jan, 2022]
- [5] Galang Ihza Al Hazar, 2020. "KLASIFIKASI USIA BERDASARKAN KECEPATAN BERJALAN MANUSIA BERBASIS VIDEO PROCESSING". Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia [June, 2022]
- [6] 2018 Robotics & Embedded System Laboratory "Mengenal MQTT Protokol untuk IOT" http://reslab.sk.fti.unand.ac.id/index.php?option=com_k2&view=item&id=229:mengenal-mqtt-protokol-untuk-iot&Itemid=303, 23 Oct, 2018 [Jul 2022]