

# IMPLEMENTASI WIRELESS SENSOR NETWORK (WSN) GUNA MENGETAHUI KOORDINAT PASUKAN DALAM PENUGASAN DAERAH RAWAN DI PERBATASAN

**Alius Sumardi<sup>1</sup>, Suko Wiyanto<sup>2</sup>, Agung Sridaryono<sup>3</sup>**  
**Jurusan Teknik Elektronika Sistem Senjata, Poltekad Kodiklat Angkatan Darat**  
**Poltekad Kodiklatad Ksatrian Pusdik Arhanud PO BOX 52 Malang**  
**Email: Aliussumardi2115@gmail.com<sup>1</sup>**  
**Sukowiyanto@gmail.com<sup>2</sup>**  
**Aguksridaryono@gmail.com<sup>3</sup>**

## **ABSTRAK**

Implementasi wireless sensor network (wsn) adalah jaringan yang menghubungkan perangkat-perangkat seperti sensor *node*, *router* dan *sink node*. Perangkat ini merupakan jaringan yang menggunakan tanpa kabel tanpa memerlukan jaringan infrastruktur seperti access point. GPS merupakan suatu alat navigasi yang berfungsi untuk mendeteksi posisi dan lokasi secara akurat, berdasarkan garis lintang dan bujur. Komunikasi antar alat menggunakan protokol WSN dengan topologi *star* dimana data akan terkirim ke setiap *node* yang saling terkoneksi sehingga setiap *node* dalam jaringan memiliki informasi berupa koordinat yang akurat dari *node* yang lainnya. Kemudian koordinat tersebut akan tampil pada layar OLED tanpa menggunakan suara karena menggunakan sistem GUI (*graphical user interfaces*).

Kata kunci: nRF24L01, *modul kompas*, *modul gps*, *wireless sensor network*.

## **ABSTRACT**

Wireless Network Implementation is a network that connects devices such as sensor nodes, routers and sink nodes. This device is a wireless network without requiring a network infrastructure such as an access point. GPS is a navigation tool that functions to detect position and location accurately, based on latitude and longitude. Communication between devices uses the WSN protocol with a star topology where data will be sent to each connected node so that each node in the network has information in the form of accurate coordinates of the other nodes. Then the coordinates will appear on the OLED screen without using sound because it uses a GUI (*graphical user interfaces*) system.

Keywords: nRF24L01, *compass module*, *gps module*, *wireless sensor network*.

## 1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi perkembangan alusista pada saat ini semakin maju dan berkembang. Dihadapkan dengan tugas dan fungsi operasional TNI AD yang sering melaksanakan tugas diperbatasan, untuk mendapatkan sinyal sangat sulit sehingga diperlukan untuk tujuan komunikasi. Salah satu fungsi koordinat dalam peta adalah untuk mengetahui posisi atau lokasi dari target, tidak hanya itu saja koordinat juga sangat penting untuk mengetahui pasukan guna mensukseskan sebuah operasi, koordinat juga sangat dibutuhkan dalam latihan, khususnya latihan di satuan-satuan tempur ataupun Banpur baik itu tingkat regu, peleton, ataupun kompi.

Posisi pasukan sangatlah penting dalam sebuah operasi, sehingga membutuhkan suatu *device* atau alat yang mampu menggantikan fungsi dari peta tanpa membutuhkan internet. Salah satu sistem komunikasi yang tidak memerlukan internet dan memiliki kecepatan yang cepat yaitu menggunakan *protocol wireless sensor network* (WSN). WSN merupakan sekumpulan node yang saling bekerja sama antara node satu dengan yang lainya dan infrastruktur jaringan yang ada pada WSN dapat berkomunikasi.

Dari sistem WSN tersebut maka diciptakan suatu alat atau teknologi yang mampu mengetahui koordinat pasukan yang dapat mendukung terlaksananya kegiatan sehingga memudahkan dan menunjang prajurit TNI AD dalam melaksanakan latihan ataupun tugas operasi di medan sebenarnya. Pembuatan dan penelitian tugas akhir ini akan membantu personel untuk melaksanakan latihan ataupun tugas operasi yang sebenarnya menggunakan suatu alat yang canggih, dikarnakan pada saat melaksanakan penugasan dapat membantu dan mengurangi jatuhnya korban personil dalam melaksanakan tugas

Salah satu upaya menanggulangi hal tersebut adalah mengetahui koordinat kawan pada saat melaksanakan tugas operasi, kemungkinan tindakan penerobosan atau infiltrasi pihak musuh dapat dicegah. Ide dari penelitian ini bertujuan untuk mengetahui koordinat kawan dengan cepat dan tidak bersuara karna menggunakan *OLED* sebagai tampilan untuk koordinat tersebut dan dilengkapi oleh GPS sebagai sensor lokasi dimana alat tersebut dapat memberikan informasi berupa *latitude* yang dapat diketahui, WSN sebagai pertukaran data dengan menggunakan setiap data pada node-node yang akan tertransfer dengan baik dan menyeluruh sehingga setiap alat yang dimiliki informasi berupa koordinat yang akurat dari alat yang lainnya.

Berdasarkan fungsi yang dijelaskan diatas maka penulis merancang penelitian dengan judul *IMPLEMENTASI WIRELESS SENSOR NETWORK* (WSN) GUNA MENGETAHUI KOORDINAT PASUKAN DALAM PENUGASAN DAERAH RAWAN DI PERBATASAN. Penelitian ini diharapkan dapat mengatasi permasalahan yang dihadapi.

## 2. DASAR TEORI

2.1 *WSN (Wireless sensor network)* merupakan sekumpulan *node-node* yang saling bekerja sama dan bersifat *dynamic* dapat digunakan maupun diaplikasikan dengan menggunakan infrastruktur jaringan dari wsn komunikasi jaringan anatra satu *node* dengan *node* yang lainya. WSN banyak juga digunakan untuk pengiriman data untuk berkomunikasi dengan *node* yang lainya.

### 2.2. Modul nRF24L01

NRF24L01 adalah komunikasi jarak jauh dengan menggunakan pita gelombang frekuensi radio radio 2.4-2.5 GHz ISM (Industrial Scientific and Medical, dengan pilihan opsi data rate 250 Kbps, 1 Mbps, dan 2 Mbps. Arus yang diperlukan tidak kuat, cukup 9.0mA pada daya keluaran - 12.3mA dan 6dBm dalam mode RX. Power Down Built-in dan mode standby membuat daya tahan penghematan.

### 2.3 Modul kompas HMC5883L

Kompas merupakan suatu alat navigasi yang mempunyai jarum penunjuk menyelaraskan dengan medan magnet bumi untuk mencapai tujuan koordinat yang telah di tentukan secara akurat. Kompas menunjukkan panah atau rujukan arah tertentu, sehingga sangat membantu dalam bidang navigasi. Terdapat dua jenis kompas yang sering dijumpai, yaitu kompas analog dan digital. Kompas digital menggunakan *microcontroller* dan proses digitalisasi dalam mendapatkan arah mata angin, sedangkan kompas analog masih menggunakan jarum untuk menunjukkan arah. Ada beberapa modul kompas yang sering digunakan dipasaran, salah satunya modul HMCL5882L. HMC5883L menggunakan tiga unsur magnetoresistif.

### 2.4 Modul OLED

OLED (*Organic Light-Emitting Diode*) adalah *Light-Emitting Diode (LED)* dimana lapisan emissive electroluminescent adalah bahan lapisan semikonduktor yang diletakan diantara senyawa organik diantara dua elektroda. Dua arus elektrik

yang memancarkan cahaya bila dilalui arus. Pada umumnya elektroda tersebut tembus pandang. Sekumpulan dasar OLED terdiri dari bahan organik yang diletakkan di antara katoda dan anoda, dan indium tin *oxide* terbuat dari (ITO) yang tembus pandang.

## 2.5 Baterai Li-ion

Baterai *Li-ion* bisa digunakan pada berbagai alat seperti mobile phone, laptop, mobil listrik dan camera. Perkembangan baterai yang semakin pesat saat ini adalah baterai *li-ion*. Li-ion baterai pertama kali di keluarkan pada tahun 1991 oleh Sony. Saat ini baterai Li-ion mempunyai 2 kali lebih banyak berat ataupun energi dan 15 kali lebih murah dibandingkan pada saat pertama kali keluarkan. Kemudian dari segi perkembangan teknologi, Li-ion baterai sudah hampir mencapai batas akhirnya. Dari pengembanagn terdahulu D n R pada baterai Li-ion hanya akan mampu menambah MINIMAL 25% lebih banyak energy/berat.

## 2.6 Modul GPS Neo 6M

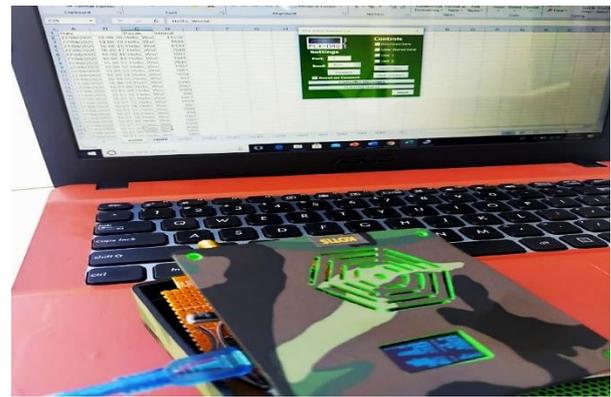
Modul GPS Neo 6M merupakan modul GPS yang dapat berkerja dengan mikrokontroller Arduino Uno dan Arduino Mega. GPS Neo 6m ini mempunyai kelebihan sebagai otak penentu titik koordinat ataupun lokasi. GPS NEO 6 M yaitu GPS *receiver* menggunakan 40 *channel*. GPS Neo 6m ini memerlukan protokol NMEA yang merupakan protokol yang dikeluarkan oleh resiver GPS. keluaran data dari GPS Neo 6m ini adalah ASCII code yang berisi informasi data posisi ataupun lokasi bujur (*longitude*), lintang (*latitude*) ketinggian (*altitude*), waktu standart UTC (UTC time), dan kecepatan (*speed over ground*).

## 3. HASIL DAN ANALISA

### 3.1 Pengujian Modul NRF24I01.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui jarak maksimum pengiriman data yang mampu ditransmisikan oleh Modul NRF24I01.

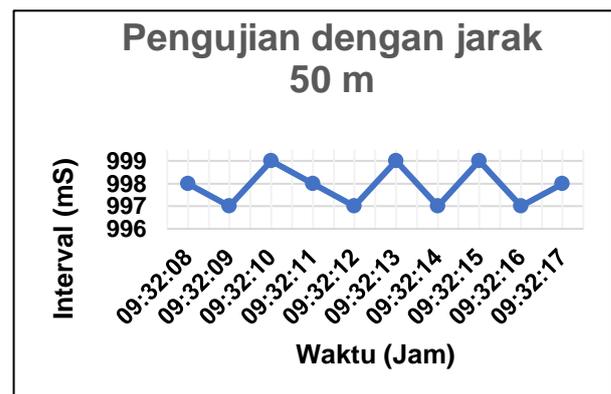
Pengujian Modul NRF ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu : jarak, penghalang dan *anthena direction*. Untuk pengujian modul NRF dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1. Pengujian Modul NRF24I01.

Pengujian dilakukan dengan cara mengirimkan ping sebanyak 100 paket yang berisi *char* "hello\_world" (10 *char*). Dimana setiap pengiriman data diberi interval waktu selama  $\pm 1000$  mS. Kemudian dari 100 data tersebut diambil 10 sampel percobaan guna menganalisis untuk mengetahui karakteristik modul NRF24I01.

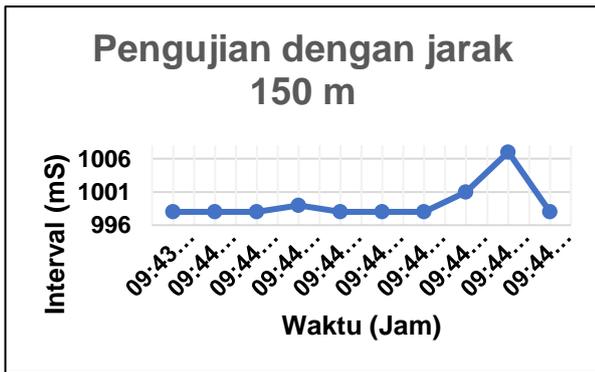
### 3.2 Pengujian Jangkauan Sinyal NRF24I01



Grafik 3.1. Pengujian Dengan jarak 50m

Dari Grafik 1 dapat diketahui untuk pengujian pertama data masuk pada jam 09:32:08 dengan pesan *Hello\_wrold* yang diterima oleh *receiver* menunjukkan interval waktu pengiriman sebesar 910mS, untuk data selanjutnya dapat dilihat didalam gambar 24 bahwa interval hanya memiliki selisih kurang dari 5mS, kemudian untuk nilai rata-rata interval waktu dari jarak 50 meter bila dihitung sebesar 989,1 mS dengan besar *Packet* 10 *char* data. Terlihat juga grafik naik turun hal ini karena jika dilihat interval pada pengiriman data berbeda-beda, sebaai contoh pada pengujian pertama menghasilkan interval waktu sebesar 998mS namun pada percobaan kedua menghasilkan interval sebesar 997mS, jika dilihat selisih antara kedua pengiriman ini hanya 1mS saja, namun jika digrafikkan akan terlihat naik turun.

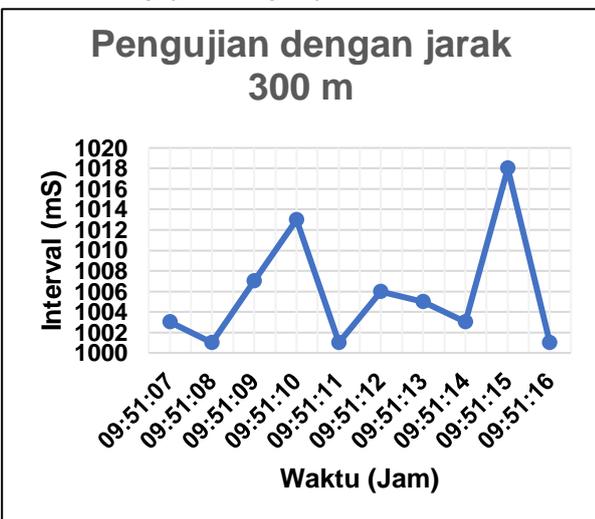
### 3.3 Pengujian dengan jarak 150 m



Grafik 3.2. Pengujian Dengan jarak 150m

Dari Grafik 3.2 dapat diketahui untuk pengujian *Hello\_world* yang diterima oleh *receiver* menunjukkan interval waktu pengiriman sebesar 998mS, untuk data selanjutnya dapat dilihat didalam grafik bahwa interval hanya memiliki selisih kurang dari 5mS, kemudian untuk nilai rata-rata interval waktu dari jarak 150 meter sebesar 999,3 mS dengan besar *Packet 10 char* data. Pada grafik juga terlihat bahwa interval pengiriman dari jam 09:43:59 hingga 09:44:08 memiliki nilai interval yang relatif datar, yaitu berkisar antara 998mS. Namun pada pengujian jam 09:44:09 dan 09:44:10 terjadi kenaikan interval yang dapat dilihat pada grafik 3 dimana interval berada dipuncak dengan nilai 1007mS.

### 3.4 Pengujian dengan jarak 300 m

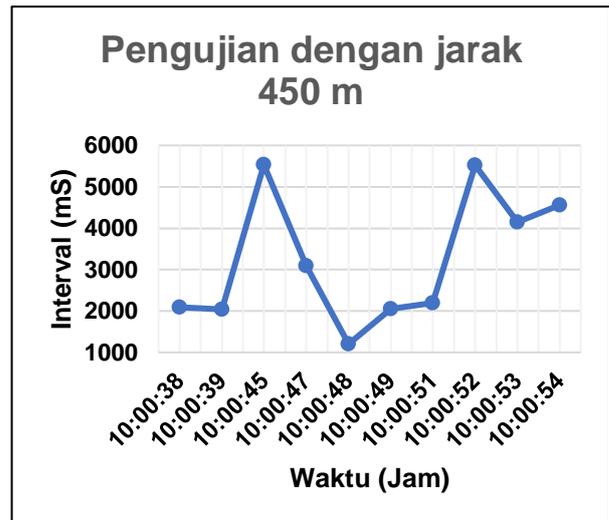


Grafik 3.3. Pengujian Dengan jarak 300m

Dari Grafik 6 dapat diketahui untuk pengujian pertama data masuk pada jam 09:51:07 dengan pesan *Hello\_world* yang diterima oleh *receiver* menunjukkan interval waktu pengiriman sebesar 1003mS, untuk data selanjutnya dapat dilihat didalam Grafik 6 bahwa interval hanya memiliki selisih kurang dari 10mS, kemudian untuk nilai rata-rata interval waktu dari jarak 300 meter sebesar

1005,3 mS dengan besar *Packet 10 char* data. Pada grafik 6 juga dapat dianalisa bahwa interval terkecil berada pada nilai 1001mS sedangkan interval tertinggi berada pada nilai 1018mS dengan renatng tersebut jika data di grafikkan akan menjadikan bentuk grafik yang fluktuatif seperti yang terlihat pada grafik 6 namun jika dihitung secara manual selisih interval antar tiap pengujian tidak lebih dari 10mS nilai tersebut sangat kecil jika dibandingkan dengan satuan detik.

### 3.5 Pengujian dengan jarak 450 m

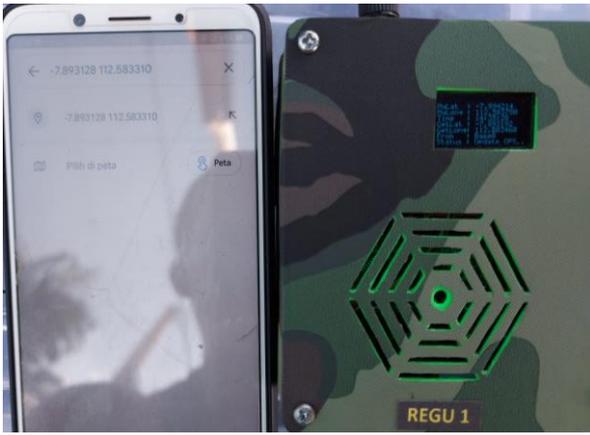


Grafik 3.4. Pengujian Dengan jarak 450m

Dari Grafik 9 dapat diketahui untuk nilai rata-rata interval waktu dari jarak 450 meter jika dihitung sebesar 14769,2 mS dengan besar *Packet 10 char* data. Pada jarak ini sinyal NRF24I01 sudah sangat buruk, terlihat pada jarak ini interval pengiriman diatas 1000mS untuk percobaan satu hingga sepuluh, pada percobaan 450 meter dapat disimpulkan bahwa jarak maksimal dari modul NRF24I01 pada pengujian ini mencapai 450 meter. Pada pengujian ini jika dilihat pada grafik nilai interval pengiriman sangat besar yaitu diatas 2000mS dan nilai interval tertinggi berada pada diatas 5000mS. Setelah didapatkan nilai rata-rata dari ke 9 tabel pengujian jarak jangkauan sinyal NRF24I01, dapat digambarkan seperti grafik 10.

### 3.6 Hasil Pengujian Koordinat GPS.

Pengujian akurasi GPS dipengaruhi oleh jumlah satelit yang masuk dalam jangkauan antena kompas, semakin banyak jumlah satelit yang terdeteksi dan kekuatan sinyal yang memadai maka semakin cepat pula mendapatkan koordinat yang diinginkan. Untuk pengujian GPS dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Pengujian Koordinat GPS.

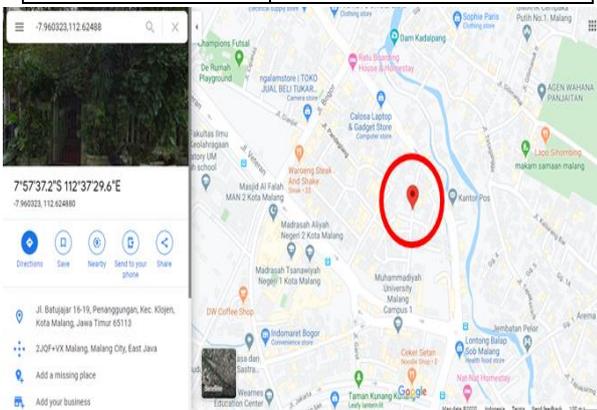
Data pengujian GPS masih dalam bentuk format NMEA (*Nation Marine Electronic Asosiation*) yang merupakan data yang sesuai dengan format standar yang mendukung modul GPS Neo 6m. Pengujian dilakukan dengan cara memprogram modul GPS agar mendapatkan sinyal satelit yang berisi data yang sesuai format NMEA. Setelah didapatkan data koordinat kemudian dibandingkan dengan *satelig Google (Google Maps)*.

### 3.7 Pengujian Keakuratan GPS.

Pengujian ini dilakukan dengan Modul GPS Neo 6m yang terkoneksi dengan arduino sebagai mikrokontroler utama dengan memproses data. Data yang masuk masih dalam format NMEA, dengan menggunakan *library* arduino data tersebut diolah sehingga mendapatkan koordinat *latitude* dan *longitude*. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.1. Pengujian keakuratan GPS.

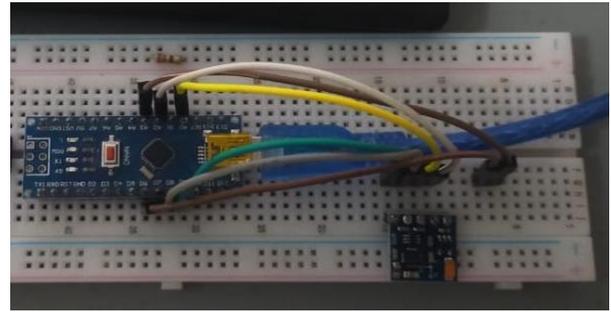
<b>Latitude</b>	-7,960323
<b>Longitude</b>	112,62488



### 3.8 Hasil Pengujian Modul Kompas.

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan seberapa akurat pengukuran menggunakan modul kompas. Tingkat akurasi dipengaruhi oleh

kuat medan magnet bumi, yang mana pengujiannya ditunjukkan pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Pengujian Modul Kompas.

Medan magnet bumi sangat berpengaruh terhadap pengujian tingkat akurasi modul kompas ini. Selain itu yang mempengaruhi akurasi pembacaan kompas yaitu kualitas modul yang berbeda-beda. Konversi rumus koordinat juga mempengaruhi nilai dari kompas. Kalibrasi kompas dilakukan dengan memvalidasi hasil dari pembacaan modul terhadap kompas yang sebenarnya.

### 3.9 Pengujian Keakuratan Modul Kompas.

Pengujian akurasi kompas ini menggunakan bahan sebagai berikut modul Kompas GY-271 HMC5883L, Arduino Nano sebagai mikrokontroler utama. Untuk menghubungkan antara modul kompas dengan Arduino digunakan komunikasi I2C, data yang masuk kedalam arduino masih berupa koordinat kartesian X,Y diubah menjadi satuan derajat menggunakan formula atau program arduino yang nantinya hasil pembacaan tersebut dikomparasi dengan kompas asli. Hasil dari pengujian Modul Kompas dapat dilihat pada dibawah ini.

Tabel 3.2. Pengujian akurasi modul kompas.

Kompas Regu 1				
Arah	Modul	Kompas	Error	%Error
N (Utara)	359,13	360	0,87	0,24%
W (Barat)	275,18	270	5,18	1,92%
S (Selatan)	181,15	180	1,15	0,64%
E (Timur)	96,164	90	6,164	6,85%
<b>Rata-Rata</b>				<b>2,41%</b>

Pada tabel diatas merupakan pengujian kompas pada *node 1*, dapat dilihat bahwa selisih *error* yang dihasilkan untuk arah N adalah sebesar 0,87 derajat saja, dengan *persentase error* sebesar 0,24%. Sedangkan untuk arah W menghasilkan nilai pembacaan sebesar 275,18 dengan selisih *error* pembacaan sebesar 5,18 derajat, dengan *persentase error* sebesar 1,92%. Pada percobaan arah S untuk pembacaan sensor menghasilkan nilai sebesar 181,15 dengan selisih error 1,15 dan

*persentase error* sebesar 0,64%. Data pada percobaan arah E menghasilkan nilai pembacaan sebesar 96,164 hal ini sangat jauh dibandingkan dengan nilai pembacaan kompas asli yang hanya sebesar 90 derajat saja untuk arah E. dengan demikian arah E dengan pembacaan sensor menghasilkan selisih *error* sebesar 6,164 dengan persentase sebesar 6,85%.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan dan pengujian Rancang Bangun WSN guna mengetahui koordinat pasukan dalam penugasan daerah rawan di perbatasan dapat disimpulkan yaitu:

1. Perancangan dan pembuatan sistem ini menggunakan WSN dengan topologi *Mesh*, serta menggunakan beberapa komponen seperti, Atmega328p, Modul Kompas HMCL5883L, Modul Kompas Neo 6m, Modul OLED 0.96', Modul NRF24I01, dan Baterai *Li-ion*. Komponen tersebut dirangkai sedemikian rupa untuk dapat memproses data lokasi serta arah, yang nantinya data tersebut dikirimkan kepada *Node-node* yang ada disekitarnya.

2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada pengujian jarak jangkauan sinyal NRF yang dilakukan dengan 100 data pengujian dengan sampel 10 data dari masing-masing pengujian didapatkan bahwa rata-rata interval pada jarak 50-400 meter menunjukkan rata-rata sebesar 1000,025ms sedangkan untuk interval terlama berada pada jarak 450 m dengan rata-rata sebesar 14769 mS.

3. Hasil dari pengujian alat dilakukan dengan dua jenis pengujian yaitu tanpa penghalang dan dengan penghalang. Pada pengujian tanpa penghalang didapatkan rata-rata interval ketiga *Node* yaitu 19266.94 mS untuk *Node Base*, 5896.531 mS untuk *Node 0*, 16245.68 mS untuk *Node 1*. Pada pengujian dengan penghalang didapatkan nilai interval rata-rata ketiga *Node* 24493.74 mS untuk *Node Base*, 7092.106 mS untuk *Node 0*, 7434.015 mS untuk *Node 1*.

##### 4.2 Saran

Setelah melalui pengamatan yang dilakukan pada alat ini serta dilakukan beberapa pengujian, maka saran-saran penulis untuk meningkatkan kegunaan alat ini yaitu :

1. Untuk Modul *Wireless* hendaknya menggunakan teknologi *LoRa* sehingga mampu didapatkan jarak yang lebih jauh.
2. Untuk WSN diharapkan menggunakan protokol pewaktuan sehingga data dapat dikirimkan secara merata pada semua *Node* yang terhubung dalam satu jaringan.