

Perancangan Kontroler *Pointing* Antena Yagi pada Frekuensi Radio Berbasis Mikrokontroler

Ronald Alexander Yosefhan^{1*}, Susilo Wibowo¹

¹ Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya, Raya Kalirungkut, Surabaya-60293

* corresponding author: ronaldalexandery@gmail.com

Abstrak—Pada sistem komunikasi nirkabel yang menggunakan antena, arah antena pusat memegang peranan penting. Hal ini dikarenakan penyimpangan arah antena mempengaruhi kinerja komunikasi. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah proses pointing untuk mendapatkan arah antena yang lebih baik. Pada Tugas Akhir ini penulis merancang kontroler pointing antena untuk memudahkan proses pointing dan menguji ketepatan pointing dengan parameter yang dapat diukur. Perancangan tersebut diimplementasikan di gedung Fakultas Teknik Universitas Surabaya. Perancangan tersebut mampu melakukan pointing ke arah target pointing berdasarkan nilai masukkan koordinat geografis dan nilai tekanan udara yang dikonversi menjadi nilai azimut dan elevasi. Perancangan alat pointing ini terdiri dari empat komponen utama, yakni modul komunikasi, desain antena, motor servo, dan mikrokontroler. Fokus Tugas Akhir ini adalah merancang alat pointing berdasarkan keempat komponen utama serta menguji ketepatan alat pointing berdasarkan parameter gerak kontroler dan sinyal daya terima. Pengerjaan dibagi menjadi dua belas tahap: konsep desain alat pointing keseluruhan, perancangan modul komunikasi, perancangan motor servo, desain rangkaian mikrokontroler, konsep komunikasi modul komunikasi, konsep desain antena Yagi, penggabungan antena Yagi dengan alat pointing, kalibrasi motor servo setelah diberi beban alat pointing, desain user interface, perancangan target pointing, perhitungan waktu pemakaian maksimum baterai, dan desain akhir alat pointing dan target pointing. Pengujian meliputi uji antena, uji gerak kontroler, uji sinyal daya terima, uji user interface, dan uji transceiver. Hasil menunjukkan parameter antena yang didapatkan berupa SWR 1.33, kuat sinyal ± 12 dB, dan *beamwidth* $\pm 62^\circ$. Kontroler azimut memiliki *error rate* gerak 1° . Nilai sinyal daya terbaik didapatkan -88 dB pada *spreading factor* 7 dan *bandwidth* 500 kHz. Uji data sensor menggunakan modul sensor BMP280 pada Tugas Akhir ini memiliki *error rate* sebesar $\pm 2^\circ\text{C}$.

Kata kunci: alat pointing, RSSI, gerak kontroler, antena yagi, servo

Abstract—Wireless communication systems that use antennas, the direction of the central antenna plays an important role. This is because antenna deviations affect the communication performance. Therefore, we need a pointing process to get a better antenna direction. In this Final Project, the author designed the antenna pointing controller to facilitate the pointing process and test the accuracy of pointing with parameters that can be measured. The design was implemented at Faculty of Engineering building, Surabaya university. The design is able to do pointing in the direction of target pointing based on geographic coordinate input values and air pressure values that are converted to azimuth and elevation values. The design of this pointing tool consists of four main components, namely the communication module, antenna design, servo motor, and microcontroller. The focus of this Final Project is to design a pointing tool based on the four main components and test the accuracy of the pointing tool based on the controller motion parameters and the received power signal. Workmanship is divided into twelve stages: overall pointing tool design concept, communication module design, servo motor design, microcontroller circuit design, communication module communication concept, Yagi antenna design concept, merging of Yagi antenna with pointing tool, servo motor calibration after pointing load, user interface design, target pointing design, calculation of maximum battery usage time, and final design of pointing and target pointing tools. The tests include antenna test, controller motion test, received signal test, user interface test, and transceiver test. The results showed that the antenna parameters obtained were SWR 1.33, signal strength ± 12 dB, and *beamwidth* $\pm 62^\circ$. The azimuth controller has a motion error rate of 1° . The best power signal values obtained -88 dB at *spreading factor* 7 and *bandwidth* of 500 kHz. Sensor data test using BMP280 sensor module in this Final Project has an error rate of $\pm 2^\circ\text{C}$.

Keywords: pointing device, RSSI, motion controller, yagi antenna, servo

PENDAHULUAN

Pada sistem komunikasi nirkabel yang menggunakan antena, arah antena pusat memegang peranan penting. Hal ini dikarenakan penyimpangan arah antena mempengaruhi kinerja komunikasi, meskipun penyimpangan yang terjadi pada arah antena relatif kecil. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah proses pointing untuk mendapatkan arah antena yang lebih baik[1].

METODE

Perancangan kontroler pointing antena Yagi pada frekuensi radio berbasis mikrokontroler terdiri dari beberapa komponen, yakni alat *pointing*, target *pointing*, peletakan

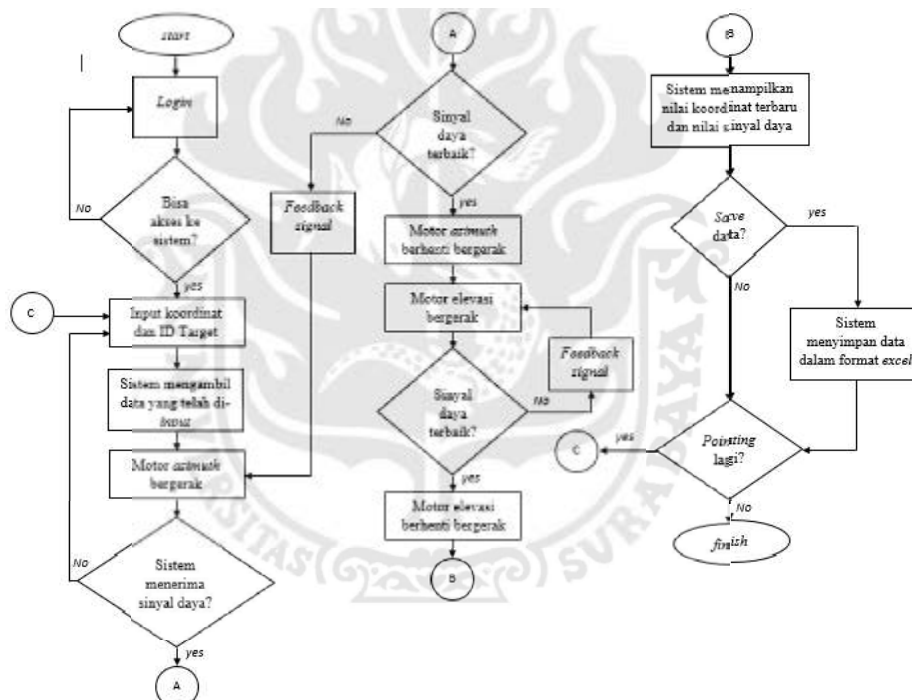
alat, dan GUI. *Hardware* pada Tugas Akhir ini meliputi Arduino Uno [3] sebagai *unit control*, servo MG958 [2] sebagai kontroler pada alat *pointing*, LoRa seri SX1278 [4] sebagai media komunikasi nirkabel, dan antena Yagi sebagai media pengirim dan penerima sinyal alat *pointing*, serta modul *sensor* BMP280 [5] sebagai contoh data *transceiver*. Secara *software*, dalam perancangan kontroler alat *pointing* menggunakan Arduino IDE, *Google Earth*, Visual Basic versi 6, dan 4NEC2.

Konsep sistem besar atau keseluruhan pada Tugas Akhir ini terdiri dari dua bagian, yakni alat *pointing* dan target *pointing* yang diletakkan di area Universitas Surabaya, Tenggiling. Peletakan tersebut dapat diperhatikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi alat *pointing* dan target *pointing*.

Melalui penentuan lokasi pada Gambar 1, mampu didapatkan nilai koordinat masing-masing alat menggunakan *software google earth*. Nilai koordinat ini yang digunakan dalam algoritma kerja alat *pointing* untuk mengarah pada target *pointing*. Algoritma tersebut dapat dipahami melalui *flowchart* pada Gambar 2.



Gambar 2. *Flowchart* kerja alat *pointing*.

Nilai *latitude* dan *longitude* yang diperoleh perlu diolah oleh *unit control* untuk mendapatkan nilai azimuth dan elevasi agar bisa mengarah ke target *pointing*. Persamaan yang dipergunakan oleh *unit control* tersebut dapat diperhatikan sebagai berikut.

- Perhitungan Sudut Azimut Alat *Pointing* ke Target *Pointing* [6]

$$Azimut = MOD(ATAN2 ((COS(\varphi_1) * SIN(\varphi_2)) - (SIN(\varphi_1) * COS(\varphi_2) * COS(\lambda_2 - \lambda_1)), SIN(\lambda_2 - \lambda_1) * COS(\varphi_2)), 2 * PI).....(1)$$

Keterangan,

φ : *Latitude* (Radian)

λ : *Longitude* (Radian)

- Perhitungan Sudut Elevasi Alat *Pointing* ke Target *Pointing*

$$Rumus\ Elevasi = \text{atau } (T / d).....(2)$$

Keterangan,

T : Selisih ketinggian antara target *pointing* dengan alat *pointing* (m)

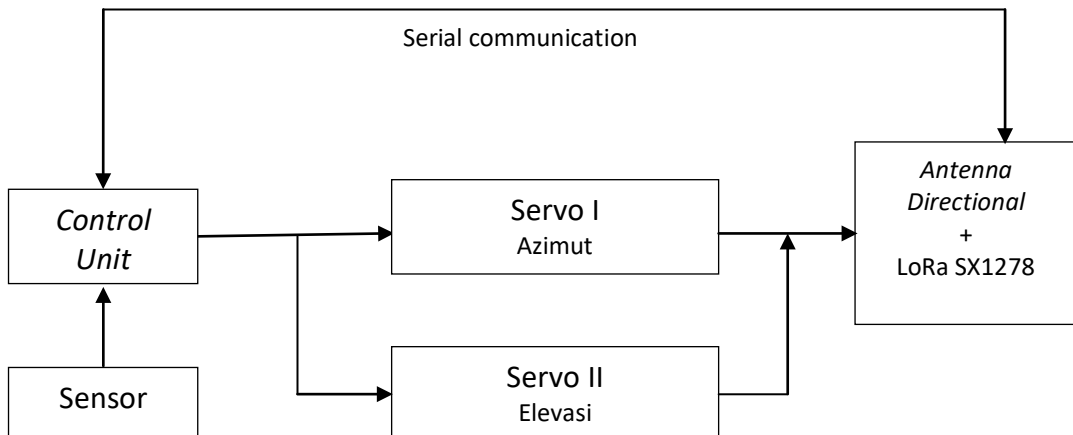
d : Jarak antara target *pointing* dengan alat *pointing* (m)

Melalui persamaan (1) dan (2) dapat dihasilkan kode program melalui software Arduino seperti pada Gambar 3.

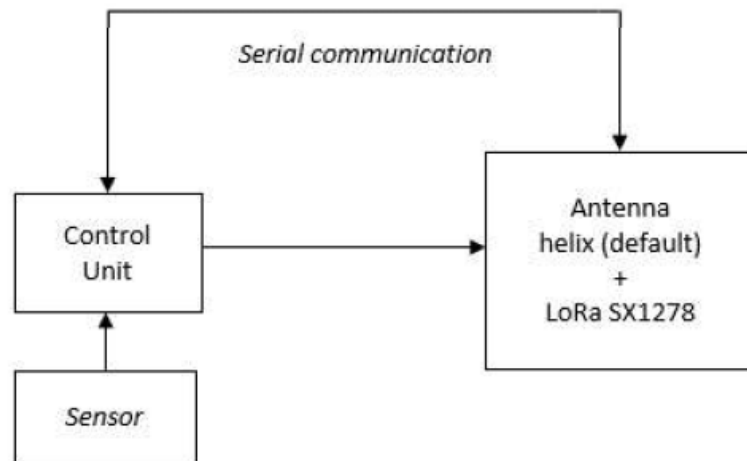
```
double x = cos(latR2)*sin(lonR2-lonR1); //calculate x
double y = cos(latR1)*sin(latR2)-sin(latR1)*cos(latR2)*cos(lonR2-lonR1); //calculate y
float Azimut Radian = atan2(x, y);
float Elevasi_Radian = atan(h/(d*1000));
```

Gambar 3. Kode program arduino azimut dan elevasi.

Langkah berikutnya adalah menentukan desain alat *pointing* (Gambar 4), target *pointing* (Gambar 5), dan GUI alat *pointing* (Gambar 6). Desain alat *pointing* dan target *pointing* dipergunakan diagram kontrol sebagai berikut. Pada Tugas Akhir ini dapat diperhatikan melalui Diagram control sebagai berikut.

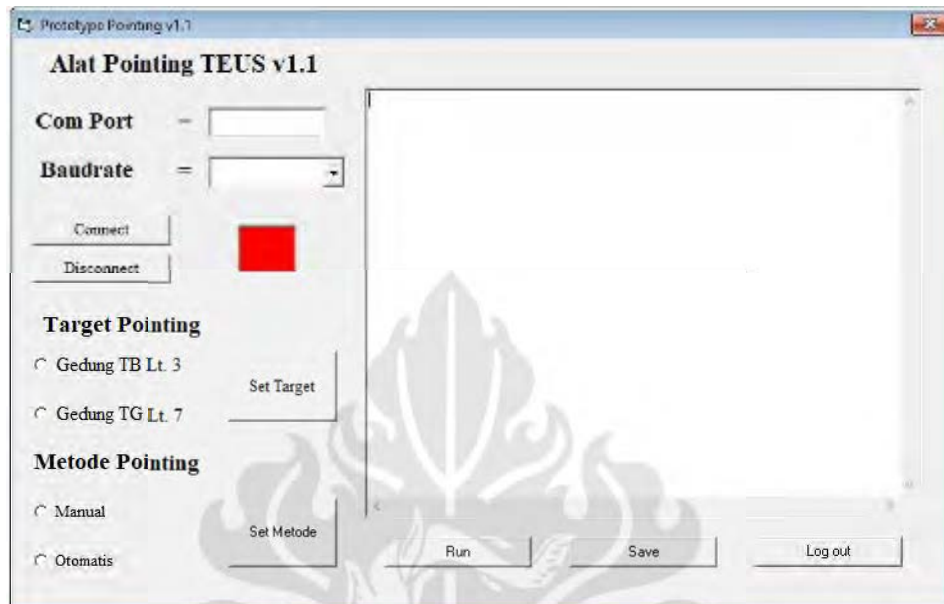


Gambar 4. Diagram kontrol alat *pointing*.



Gambar 5. Hasil jadi alat *pointing*.

Langkah selanjutnya adalah mendesain GUI alat *pointing*, GUI ini berfungsi untuk mengoperasikan alat *pointing*. Desain GUI dibuat menggunakan software Visual Basic versi 6, Gambar 6 merupakan hasil jadi GUI alat *pointing*.



Gambar 6. GUI alat *pointing*.

Pada GUI alat *pointing* terdapat dua buah target *pointing*, yakni Gedung TB Lt. 3 dan Gedung TG Lt. 7. Desain GUI ini memberikan fitur dimana pengguna dapat memilih salah satu target untuk dilakukan *pointing*. Selain target *pointing*, terdapat fitur metode *pointing*. Fitur ini memungkinkan alat *pointing* dapat beroperasi menggunakan metode manual atau metode manual lebih presisi. Metode manual adalah metode dimana alat *pointing* mengarah ke target *pointing* berdasarkan nilai azimuth dan elevasi yang dikirimkan oleh *unit control*, sedangkan metode manual lebih presisi adalah metode yang memungkinkan alat *pointing* melakukan *scanning* sinyal dengan perubahan sudut azimuth sebesar 10° (perubahan setiap 5° , kontroler bergerak ke kanan dan ke kiri) dan elevasi sebesar 3° (perubahan setiap 1° , kontroler bergerak ke atas dan ke bawah).

HASIL DAN BAHASAN

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat *pointing* mampu mendapatkan sinyal daya terima dan kontroler dapat bergerak sesuai algoritma pemrograman. Pengujian gerak kontroler (azimut dan elevasi) dilakukan dengan membandingkan nilai azimut dan elevasi yang didapatkan melalui *software* Arduino dengan perhitungan manual dan perhitungan secara *online*.

- Perhitungan Sudut Azimut Alat *Pointing* ke Target *Pointing* I [6]

$$\text{Azimut} = \text{MOD}(\text{ATAN2}((\text{COS}(\varphi_1) * \text{SIN}(\varphi_2)) - (\text{SIN}(\varphi_1) * \text{COS}(\varphi_2) * \text{COS}(\lambda_2 - \lambda_1)), \text{SIN}(\lambda_2 - \lambda_1) * \text{COS}(\varphi_2)), 2 * \text{PI}) \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Azimut} = \text{MOD}(\text{ATAN2}((\text{COS}(0.127777) * \text{SIN}(0.127735)) - (\text{SIN}(0.127777) * \text{COS}(0.127735) * \text{COS}(1.96718 - 1.96718)), \text{SIN}(1.96718 - 1.96718) * \text{COS}(0.127735)), 2 * \text{PI})$$

$$\text{Azimut} = (-0.048115/80) * \text{PI}[3.14] = 177.243225^\circ$$

Keterangan,	Alat <i>Pointing</i>	: Gedung Perpustakaan Ubaya Lt.5
	Target <i>Pointing</i>	: Gedung TG Lt.7
	φ	: <i>Latitude</i> (Radian)
	λ	: <i>Longitude</i> (Radian)

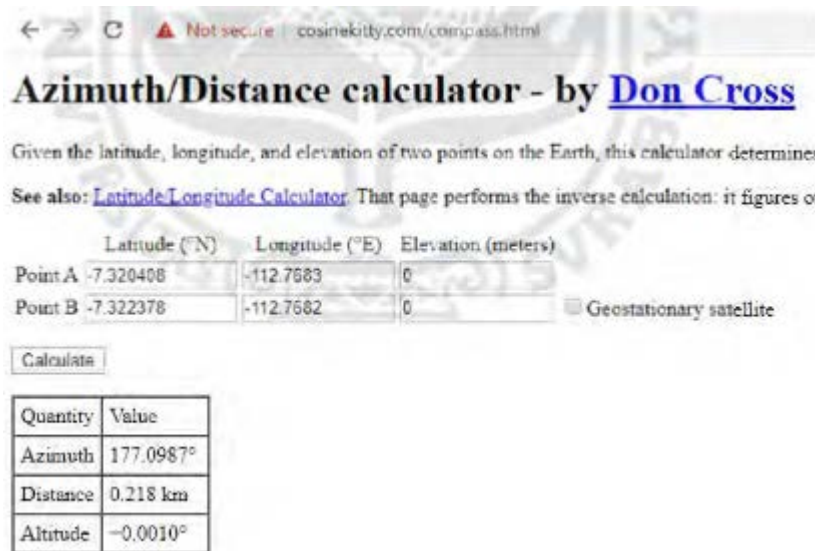
- Perhitungan Aplikasi (Software)

```
LoRa Initializing OK!
Input Start Latitude:
Input Start Longitude:
Input Start Height:
GPS Starting Location: 7.320407, 112.768300, 16.28

Input Destination Latitude:
Input Destination Longitude:
Input Destination height:
GPS Destination Location: 7.322378, 112.768200, 12.39

Distance (KM): 0.219270
Azimut Degrees: 177.243225°
```

Gambar 7. Perhitungan aplikasi sudut azimut alat *pointing* ke target *pointing*.



Gambar 8. Perhitungan online sudut azimut alat pointing ke target pointing.

Melalui tiga perbandingan ini (perhitungan manual, perhitungan aplikasi, dan perhitungan online) tidak terdapat perbedaan yang signifikan, dapat disimpulkan bahwa desain aplikasi alat pointing Tugas Akhir penulis telah dapat merepresentasikan nilai sudut azimut antara alat pointing dengan target pointing (Gedung TG Lt. 7) sesuai dengan perhitungan sesungguhnya.

- Perhitungan Sudut Elevasi Alat Pointing ke Target Pointing [6]

$$\text{Ketinggian (T)} = T_2 - T_1 = 23.8 - 16.26 \dots \dots \dots (5)$$

$$\text{Ketinggian (T)} = 7.54 \text{ meter}$$

$$\text{Sudut Elevasi} = \text{atan} (T/d_1)$$

$$\text{Sudut Elevasi} = \text{atan} (7.54/219.27)$$

$$\text{Sudut Elevasi} = \mathbf{1.9878^\circ}$$

- Perhitungan Aplikasi (software)

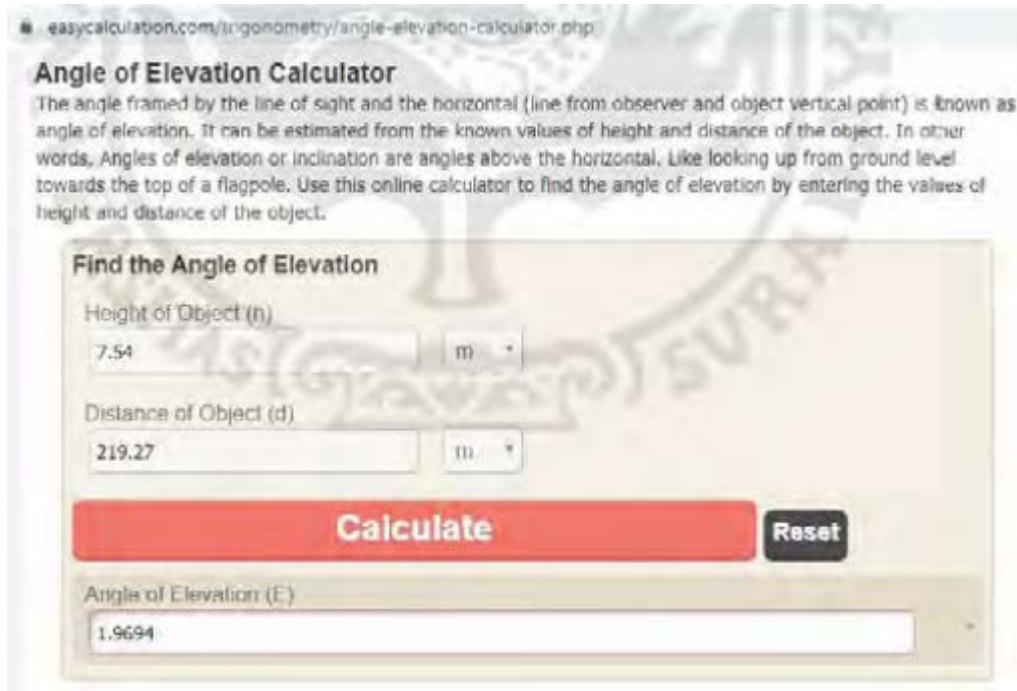
```

LoRa Initializing OK!
Input Start Latitude:
Input Start Longitude:
Input Start Height:
GPS Starting Location: 7.320407, 112.768300, 16.28

Input Destination Latitude:
Input Destination Longitude:
Input Destination height:
GPS Destination Location: 7.322378, 112.768200, 23.88

Distance (KM): 0.219270
Azimut Degrees: 177.243225°
Elevation: 1.985105°
    
```

Gambar 9. Perhitungan aplikasi sudut elevasi alat pointing ke target pointing.



Gambar 10. Perhitungan online sudut elevasi alat pointing ke target pointing.

Melalui tiga perbandingan ini (perhitungan manual, perhitungan aplikasi, dan perhitungan online) tidak terdapat perbedaan yang signifikan, dapat disimpulkan bahwa desain aplikasi alat pointing Tugas Akhir penulis telah dapat merepresentasikan nilai sudut elevasi antara alat pointing dengan target pointing (Gedung TG Lt. 7) sesuai dengan perhitungan sesungguhnya.

Pengujian berikutnya adalah pengujian sinyal daya terima yang diterima oleh alat pointing berdasarkan metode manual dan metode manual lebih presisi.

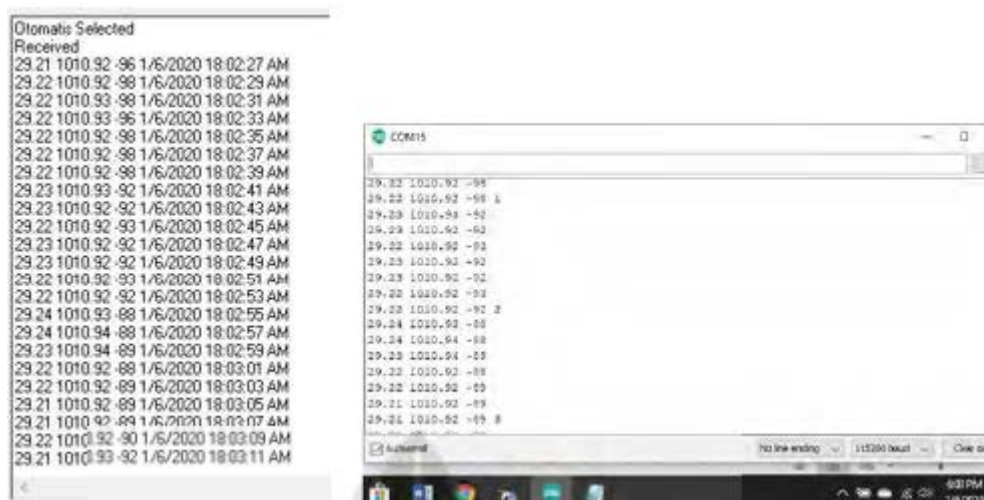
- Monitoring RSSI terhadap Gedung TG Lt. 7 dengan Metode Manual



Gambar 11. Hasil monitoring metode manual dengantarget pointing gedung TG Lt. 7.

Melalui pengujian ini dapat manual dengan target mampu beroperasi dengan baik dalam menerima sinyal daya terima ataupun menerima data sensor dari target pointing dengan nilai RSSI paling kuat sebesar -88 dB.

- **Monitoring RSSI terhadap Gedung TG Lt. 7 dengan Metode manual lebih presisi**



Gambar 12. Hasil monitoring metode manual lebih presisi dengan target *pointing* gedung TG Lt. 7.

Melalui pengujian ini dapat disimpulkan bahwa alat *pointing* metode manual lebih presisi dengan target *pointing* berada di Gedung TG Lt. 7 mampu beroperasi dengan baik dalam menerima sinyal daya terima ataupun menerima data *sensor* dari target *pointing*.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa alat *pointing* beroperasi sesuai dengan algoritma. Alat *pointing* mampu mendapatkan nilai RSSI terbaik saat metode manual lebih presisi, yakni memilih nilai RSSI dengan kuat sinyal yang besar.

Berdasarkan pengujian metode manual dan manual lebih presisi, pada Tugas Akhir ini tidak didapati perbedaan nilai RSSI yang signifikan antara metode manual dengan metode manual lebih presisi. Hal ini dikarenakan jarak pengujian yang tidak terlalu jauh sebagai nilai RSSI yang didapatkan antara metode manual dan metode manual lebih presisi tidak jauh beda.

PUSTAKA ACUAN

1. MPB, E. Wahyudi and F. Aristiyanto, "Rancang Bangun Alat Pointing Antena VSAT berbasis Mikrokontroler," p. 1, 2016.
2. "Motor Servo," 29 Oktober 2019. [Online]. Available: <http://elektronikadasar.web.id/motor-servo/>. [Accessed 28 Januari 2019].
3. "Pengertian dan Kelebihan Mikrokontroler," 30 Juni 2012. [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id/pengertian-dan-kelebihanmikrokontroler/>. [Accessed 6 Januari 2020].
4. "SX1276/77/78/79 - 137 MHz to 1020 MHz Low Power Long Range Transceiver," Maret 2015. [Online]. Available: https://components101.com/sites/default/files/component_data_sheet/SX1278%20Lora%20Datasheet.pdf. [Accessed 6 Januari 2020].
5. "BMP280," 19 Desember 2019. [Online]. Available: cdnshop.adafruit.com/datasheets/BST-BMP280-DS001-11. [Accessed 22 Juni 2019].
6. F. Inuno, "Rancang Bangun Sistem Sutotracking dengan ANtena Yagi-Uda Stacking untuk Stasiun Penerima Radiosonde," p. 9, 2019.