

Rancang Bangun Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan Sensor DHT 22 Berbasis Web Server Dengan Media Transmisi LoRa di Shelter Navigasi DVOR

Wendi Siallagan¹, Tonny Suhendra², Anton Hekso Yunianto³

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

^{1,2}Jl. Politeknik Senggarang, Tanjungpinang 29100

*Corresponding Author: 2001013003@student.umrah.ac.id

Abstract— DVOR (Doppler VHF Omnidirectional Range) equipment is very sensitive to room temperature. If the temperature is not between 18 °C to 24 °C then the DVOR Navigation device can be extinguished. The purpose of this study was to design a DVOR Navigation shelter temperature and humidity monitor using LoRa (Long Range) delivery and displayed in a web server. The study used a DHT 22 as temperature sensor, RTC DS 3231 to retrieve time data, a Micro SD Card module used to store data, LoRa as a data transmission medium, and ESP32 as a microcontroller. The study successfully designed and developed a temperature monitoring instrument using the DHT 22 sensor. The device is capable of measuring temperature and being sent according to delivery time as well as storing data to the SD Card via LoRa and displayed in the form of a web server. The results of observations showed that data transmission must be no obstacle or LOS (Line of Sight) in order to get good data.

Keywords— Monitoring, DHT22, LoRa, Web Server.

Intisari— Pada peralatan Navigasi DVOR (Doppler VHF Omnidirectional Range) sangat sensitif dengan suhu ruangan. Apabila suhu tidak sebesar antara 18°C sampai 24°C maka alat Navigasi DVOR bisa padam. Tujuan dari penelitian ini yaitu merancang alat monitor suhu dan kelembaban ruang shelter Navigasi DVOR menggunakan pengiriman LoRa (Long Range) dan ditampilkan dalam web server. Penelitian ini menggunakan sensor suhu DHT 22, RTC DS 3231 untuk mengambil data waktu, modul Micro SD Card yang digunakan untuk menyimpan data, LoRa sebagai media transmisi pengiriman data, serta ESP32 sebagai mikrokontroler. Penelitian berhasil merancang dan mengembangkan instrumen monitoring suhu menggunakan sensor DHT 22. Perangkat mampu mengukur suhu dan dikirim sesuai waktu pengiriman serta menyimpan data ke SD Card melalui LoRa dan ditampilkan dalam bentuk web server. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pengiriman data harus tidak ada halangan atau LOS (Line of Sight) agar mendapatkan data yang baik.

Kata kunci— monitoring, DHT 22, LoRa, web server.

I. PENDAHULUAN

Suksesnya pelayanan keselamatan penerbangan tidak terlepas dari kehandalan peralatan sebagai fasilitas penunjang keselamatan penerbangan yaitu DVOR (Doppler VHF Omnidirectional Range) [1]. DVOR dipasang ruang shelter sebagai pemeliharaan pencegahan. Ruang shelter bertujuan untuk memelihara peralatan dari gangguan luar seperti hama, hewan liar, serta suhu ekstrem. Suhu dalam ruangan shelter

harus terjaga dibatas 18°C sampai dengan 24°C [2]. Peralatan navigasi DVOR yang terletak di daerah bukit dengan jarak sekitar 6,4 km atau sekitar 15 menit perjalanan dari bandar udara, dimana sistem untuk monitor suhu shelter yang efektif belum tersedia, sehingga teknisi harus ke lokasi untuk melakukan pemantauan suhu shelter setiap 8 jam sekali [3]. Suhu dan kelembaban shelter diluar batas standar dapat mengakibatkan DVOR menjadi padam otomatis. Hal ini dapat mengancam keselamatan penerbangan jika DVOR menjadi

padam [4]. Maka dari itu perlu adanya sistem monitoring terhadap suhu dan kelembapan *shelter* DVOR yang nantinya dapat dipantau melalui web server pada ruang teknisi dengan tujuannya memudahkan teknisi mengetahui kondisi *shelter* DVOR [5]. Penelitian ini merancang sistem monitoring suhu dan kelembapan dengan menampilkan nilai suhu dan kelembapan yang ada di ruang *shelter* DVOR ke web server yang berada di ruang teknisi. Terdapat dua perangkat yaitu *transmitter* di ruang *shelter* DVOR dan *reciever* di ruang teknisi. Pada perangkat *transmitter*, terdapat sensor DHT 22 sebagai pembaca suhu ruang *shelter* DVOR dan untuk media memprosesnya menggunakan mikrokontroller ESP 32 Dev Kit V1 serta untuk media pengirimannya menggunakan LoRa RFM 95 W. Perangkat *reciever*, terdapat mikrokontroller ESP 32 Dev Kit V1 sebagai media memproses data dan modul LoRa RFM 95 W sebagai media penerima. Data suhu dan kelembapan yang diterima diteruskan ke ESP 32 dan diolah dengan mengkoneksikan internet melalui WiFi serta diproses menuju ke web server untuk mendapatkan nilai pembacaan suhu dan kelembapan serta indikator alarm yang ada di ruang *shelter* DVOR [6].

II. Metode Penelitian

A. ESP 32

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang menggunakan mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6 *dual-core* atau *single-core* dengan *clock rate* hingga 240 MHz. ESP32 memiliki kemampuan Wi-Fi dan *Bluetooth* yang sudah terintegrasi dengan *built-in antenna switches*, RF balun, *low-noise receive amplifier*, *filter*, penguat daya, dan manajemen daya. (Espressif Systems Inc., 2015). ESP32 V1 ialah *board* yang dikembangkan oleh Wemos, dengan memori *flash* sebesar 4 MB. Esp32 V1 mempunyai komponen utama seperti ESP32-D0WDQ6, W25Q32FVSS, UMH3N, CH340C, ME6211, TP4054 dan *Led on board* (Elektrologi, 2020). Jumlah pin ESP 32 V1 sebanyak 30 pin tegangan dan GPIO diantaranya, 15 pin ADC (*Analog to Digital Converter*), 3 UART int, 3 SPI int, 2 I2C int, 16

pin PWM (*Pulse Width Modulation*), dan 2 pin DAC (*Digital to Analog Converter*). Modul ESP32 dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. ESP32

B. Modul RTC

Modul RTC (*Real Time Clock*) merupakan modul yang berfungsi untuk memberikan informasi perwaktuan digital yang akurat. Informasi yang dikirimkan seperti tahun, bulan, tanggal, jam, menit dan detik. Pada penelitian ini menggunakan RTC DS3231. Sistem komunikasi modul RTC menggunakan I2C. RTC DS3231 memiliki 6 pin yaitu pin VCC, SDA, SCL, 32K, SQW dan GND (Maxim Integrated, 2015). Spesifikasi dari modul ini dapat dilihat pada tabel 2 dan untuk modul RTC dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. RTC

C. Modul Micro SD

Modul *Micro SD* menggunakan komunikasi SPI untuk melakukan transfer data. Komunikasi SPI merupakan jalur komunikasi data serial *synchronous* yang menggunakan beberapa 4 pin utama yaitu pin MOSI, MISO, SCK, dan SS. Pin MOSI (*Master Output Slave Input*) sebagai *output* dari *master*, MISO (*Master Input Slave Output*) sebagai inputan dari *master*, SCK (*Serial Clock*) sebagai sinkronasi, SS (*Slave Select*) bertugas memilih *slave* yang akan digunakan untuk

berkomunikasi. Tegangan operasi pada *Micro SD* sebesar 3.3v (Robotdyn, no date). Salah satu modul *Micro SD* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Modul *Micro SD*

D. Sensor DHT-22

DHT-22 atau AM2302 adalah sensor suhu dan kelembaban, sensor ini memiliki keluaran berupa sinyal digital dengan konversi dan perhitungan dilakukan oleh MCU 8-bit terpadu. Sensor ini memiliki kalibrasi akurat dengan kompensasi suhu ruang penyesuaian dengan nilai koefisien tersimpan dalam memori OTP terpadu. Sensor DHT 22 memiliki rentang pengukuran suhu dan kelembaban yang luas, DHT 22 mampu mentransmisikan sinyal keluaran melewati kabel hingga 20 meter sehingga sesuai untuk ditempatkan di mana saja, tapi jika kabel yang panjang di atas 2 meter harus ditambahkan *buffer capacitor* $0,33\mu\text{F}$ antara pin#1 (VCC) dengan pin#4 (GND). Pin 1 berperan sebagai VCC, Pin 2 berperan sebagai Data, Pin 3 berperan sebagai NC dan Pin 4 berperan sebagai GND. Pada penelitian ini pin yang digunakan adalah VCC, Data dan GND. Berikut adalah gambar sensor suhu DHT 22 pada gambar 4.



Gambar 4. Sensor Suhu DHT 22

E. Modul LoRa

LoRa yakni sistem sinyal modulasi yang unik yang dikembangkan oleh Semtech.

Modulasi yang diciptakan ini mengaplikasikan modulasi FM. Pada pemrosesan menciptakan poin frekuensi yang stabil. LoRa memiliki bermacam - macam frekuensi sesuai wilayah penempatannya (Rizky, 2019). LoRa menyediakan komunikasi spektrum penyebaran jarak jauh dan kekebalan interferensi yang tinggi serta meminimalkan konsumsi daya. LoRa dapat mencapai sensitivitas lebih dari -148 dBm. Perangkat ini juga mendukung mode FSK (*Frequency Shift Keying*) kinerja tinggi (Hoperf, 2003). Frekuensi yang digunakan di Asia yaitu 433 MHz. Nilai frekuensi yang digunakan di Eropa yaitu 868 MHz. Sedangkan frekuensi yang digunakan di Amerika Utara yaitu 915 MHz. Keunggulan teknologi LoRa ialah daya pengiriman data yang rendah (Kamal Qrimly, 2017).

LoRa RFM 95 bekerja pada frekuensi 433, 868 dan 915 MHz sesuai regulasi ISM band untuk LPWAN. Modul ini merupakan breakout board dari HopeRF RFM95/96/97/98W. *Ultra Long Range Low Power LoRa Transceiver*. Produk ini cocok untuk telekomunikasi jarak jauh dan rendah energi hingga jarak 15 kilometer LOS (*Line of Sight*). *Form factor* sudah menggunakan 2.54 milimeter *pitch* sehingga mudah digunakan (Diana, Nazir dan Rufiyanto, 2017). Modul RFM 95W dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Modul LoRa

F. Antena LoRa

Antena yang dipakai untuk proses komunikasi LoRa adalah antena *router* WiFi Port SMA Telemetri 868/915Mhz. Antena ini didesain untuk frekuensi 868Mhz dan frekuensi 915 Mhz yang berguna untuk perangkat IOT (*Internet of Things*). Antena ini memiliki VSWR *input impedance* sebesar 50 ohm, *max power* 50 W, *gain* 5 dBi, dan polarisasi secara vertikal. Berikut adalah gambar antena LoRa pada gambar 6.



Gambar 6. Antena LoRa

G. Adaptor

Adaptor yang digunakan pada perangkat ini adalah adaptor 5V/2A. Tegangan *ouput* yang dikeluarkan sebesar 5 VDC dan arus sebesar 2A. Adaptor ini berfungsi sebagai penyuplai tegangan ke mikrokontroler yaitu ESP 32. Tegangan yang dibutuhkan untuk menyalakan ESP32 adalah 5V – 12VDC dan arus yang digunakan 2A untuk mempercepat proses kinerja ESP32 dalam proses bahkan pembacaan antar pin. Berikut gambar adaptor yang digunakan pada penelitian ini (Gambar 7).



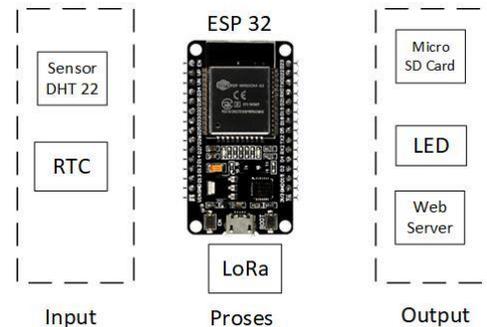
Gambar 7. Adaptor

III. Hasil dan Pembahasan

A. Perancangan Sistem

Perancangan perangkat menggunakan beberapa komponen yaitu sensor suhu DHT 22,

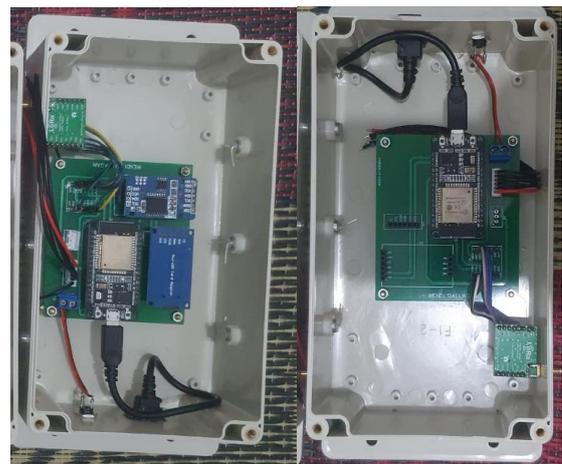
ESP32, Modul RTC DS3231, Modul Micro SD Card, LED, Modul LoRa RFM95W dan Antena LoRa. Perancangan sistem dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Perancangan Sistem

B. Integrasi Komponen

Integrasi komponen merupakan proses penggabungan antara komponen elektronik, PCB, dan *casing*. Hasil proses integrasi komponen memiliki dua bagian yaitu bagian (a) *transmitter* dan (b) *reciever* (Gambar 9).



Gambar 9. (a)Transmitter dan (b)Receiver

C. Pengujian lapangan

Uji lapangan dilaksanakan pada tanggal 27-29 Juni 2022 di Radar Lama AirNav Tanjungpinang, Kec. Tanjungpinang Timur, Kepulauan Riau dengan meletakkan *reciever* pada ketinggian 18meter dari permukaan air laut ditambah tiang radar setinggi 15 meter, dengan total ketinggian 33 meter dari permukaan tanah (Gambar 10.a). Pada *transmitter* diletakkan pada lokasi Shelter DVOR di Jalan Radar, Kec. Tanjungpinang Timur, Kepulauan Riau dengan ketinggian 33 meter dari permukaan air laut dan ditambah 3

meter tiang peletakkan antena dengan total ketinggian 36 meter dari permukaan air laut (gambar 10.b)



Gambar 10. (a)Lokasi Reciever (b)Lokasi Transmitter

D. Analisis Data

1. Analisis Data Alat Secara Keseluruhan

Data dari pengujian alat secara keseluruhan bahwa web server menampilkan indikator alarm sesuai dengan parameter pembacaan suhu yang ada pada perangkat *reciever* di *shelter* DVOR. Dapat dilihat pada gambar 11 bahwa LED yang ada di pembacaan *reciever* di DVOR sama dengan pembacaan hasil akhir di web server.



Gambar 11. Tampilan Web Server Sinkron

2. Analisis Akurasi DHT 22

Data dari pengujian DHT 22 bahwa pembacaan suhu sesuai dengan suhu *real* tetapi untuk kelembaban tidak sesuai dengan kelembaban *real*. Maka dilakukan kalibrasi untuk memperoleh nilai suhu dan kelembaban yang *real*. Pada gambar 12 terlihat perbandingan suhu tanpa kalibrasi dengan tidak kalibrasi juga perbandingan kelembaban tanpa kalibrasi dengan tidak kalibrasi.

	Tanpa kalibrasi	Dengan kalibrasi
14:04:47.819 ->	Humidity: 60.20	kelembaban: 66.00
14:04:48.819 ->	Humidity: 59.90	kelembaban: 65.67
14:04:49.825 ->	Humidity: 59.90	kelembaban: 65.67
14:04:50.825 ->	Humidity: 60.20	kelembaban: 66.00
14:04:51.847 ->	Humidity: 60.20	kelembaban: 66.00
14:04:52.870 ->	Humidity: 60.10	kelembaban: 65.99
14:04:53.890 ->	Humidity: 60.10	kelembaban: 65.99
14:04:54.856 ->	Humidity: 60.10	kelembaban: 65.99
14:04:55.876 ->	Humidity: 59.90	kelembaban: 65.67
14:04:56.860 ->	Humidity: 59.90	kelembaban: 65.67
14:04:57.868 ->	Humidity: 60.10	kelembaban: 65.99
14:04:58.870 ->	Humidity: 60.10	kelembaban: 65.99
14:04:59.853 ->	Humidity: 60.30	kelembaban: 66.11
14:05:00.864 ->	Humidity: 60.30	kelembaban: 66.11
14:05:01.875 ->	Humidity: 60.10	kelembaban: 65.99
14:05:02.889 ->	Humidity: 60.10	kelembaban: 65.99
14:05:03.894 ->	Humidity: 60.20	kelembaban: 66.00
14:05:04.890 ->	Humidity: 60.20	kelembaban: 66.00
14:05:05.885 ->	Humidity: 60.10	kelembaban: 65.99
14:05:06.896 ->	Humidity: 60.10	kelembaban: 65.99
14:05:07.893 ->	Humidity: 60.30	kelembaban: 66.11
14:05:08.909 ->	Humidity: 60.30	kelembaban: 66.11
14:05:09.915 ->	Humidity: 60.30	kelembaban: 66.11

Gambar 12. Perbandingan Kalibrasi DHT 22

3. Analisis Pengiriman Data LoRa

Data dari pengujian LoRa RFM95W bahwa pengiriman LoRa banyak faktor yang mempengaruhi salah satunya adalah keadaan cuaca. Pada pengujian dilakukan 3 hari berturut dengan keadaan kondisi cuaca berbeda. Hal ini sangat mempengaruhi kekuatan sinyal dan sensitifitas penerimaan sinyal LoRa. Pada *reciever* sinyal dipengaruhi oleh RSSI. Pada pengujian RSSI yang didapat bernilai < -110dBm. Hal ini sudah di ambang batas sinyal kurang bagus, tidak kemungkinan akan ada terjadinya waktu *delay* khususnya pada saat cuaca buruk. Berikut adalah gambar hasil pengujian RSSI terhadap kekuatan penerimaan sinyal LoRa (Gambar 13).

Time	Event	Packet	RSSI
04:50:37.399 ->	Received packet	'hello 11110' with	RSSI -116
04:50:57.630 ->	Received packet	'hello 11119' with	RSSI -116
04:50:57.913 ->	Received packet	'hello 11120' with	RSSI -116
04:50:58.146 ->	Received packet	'hello 11121' with	RSSI -116
04:50:58.397 ->	Received packet	'hello 11122' with	RSSI -116
04:50:58.630 ->	Received packet	'hello 11123' with	RSSI -116
04:50:58.874 ->	Received packet	'hello 11124' with	RSSI -116
04:50:59.112 ->	Received packet	'hello 11125' with	RSSI -117
04:50:59.352 ->	Received packet	'hello 11126' with	RSSI -116
04:50:59.602 ->	Received packet	'hello 11127' with	RSSI -116
04:50:59.835 ->	Received packet	'hello 11121' with	RSSI -116
04:51:00.046 ->	Received packet	'hello 11129' with	RSSI -116
04:51:00.315 ->	Received packet	'hello 11130' with	RSSI -116
04:51:00.529 ->	Received packet	'hello 11131' with	RSSI -117
04:51:00.764 ->	Received packet	'hello 11132' with	RSSI -116
04:51:01.038 ->	Received packet	'hello 11133' with	RSSI -116
04:51:01.277 ->	Received packet	'hello 11134' with	RSSI -116
04:51:01.517 ->	Received packet	'hello 11135' with	RSSI -116
04:51:01.763 ->	Received packet	'hello 11136' with	RSSI -116
04:51:01.982 ->	Received packet	'hello 11137' with	RSSI -117
04:51:02.242 ->	Received packet	'hello 11138' with	RSSI -116
04:51:02.496 ->	Received packet	'hello 11139' with	RSSI -116
04:51:02.711 ->	Received packet	'hello 11140' with	RSSI -116
04:51:02.957 ->	Received packet	'hello 11141' with	RSSI -116
04:51:03.180 ->	Received packet	'hello 11142' with	RSSI -116
04:51:03.445 ->	Received packet	'hello 11143' with	RSSI -117
04:51:03.677 ->	Received packet	'hello 11144' with	RSSI -116
04:51:03.896 ->	Received packet	'hello 11145' with	RSSI -116
04:51:04.178 ->	Received packet	'hello 11146' with	RSSI -117
04:51:04.659 ->	Received packet	'hello 11148' with	RSSI -116

Gambar 13. Pengetesan RSSI LoRa

Pada uji lapangan 27 Juni 2022, kondisi cerah saat malam hari. LoRa bekerja dengan baik dengan waktu *delay* selisih 2 detik terlihat pada gambar 14.



Gambar 14. Uji Lapangan LoRa Kondisi Cerah

Pada uji lapangan 28 Juni 2022, kondisi berawan saat dini hari. LoRa bekerja kurang maksimal dengan waktu *delay* lebih banyak dari pada kondisi cerah tetapi data yang dikirim masih stabil terlihat pada gambar 15.



Gambar 15. Uji Lapangan LoRa Kondisi Berawan

Pada uji lapangan 29 Juni 2022, kondisi hujan saat siang hari. LoRa bekerja kurang maksimal dengan waktu *delay* hampir sama dengan berawan tetapi data yang dikirim tidak stabil terlihat pada gambar 16.



Gambar 16. Uji Lapangan LoRa Kondisi Hujan

4. Analisis Freznel Zone & Link Budget

Perhitungan *freznel zone* dilakukan untuk pentransmisi energi gelombang mikro, dimana bentuk daerah *freznel* ini berupa ellipsoid jari-jari daerah *freznel* pada titik sembarang antara dua titik pemancar dan titik

penerima. Maka dilakukan perhitungan rumus *freznel zone* sebagai berikut (1).

Diketahui :

Jarak antar antenna (d) = 2.824 m atau 2.8 Km

Tinggi antenna (t) = 36 m

Frekuensi antenna = 915 MHz atau 0.915 GHz

Ditanya : *freznel zone* (r)

$$r(\text{meter}) = \sqrt{\frac{d(\text{km})}{4 \times f(\text{GHz})}}$$

$$r(\text{meter}) = \sqrt{\frac{2.8(\text{km})}{4 \times 0,915(\text{GHz})}}$$

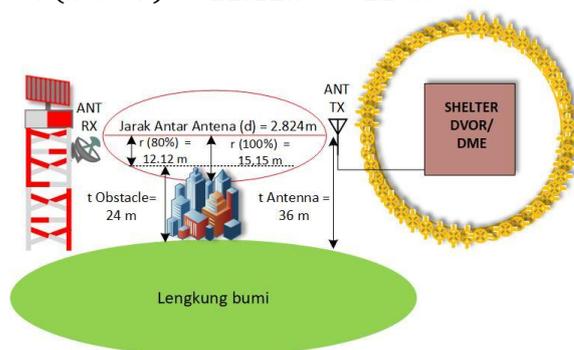
$$r(\text{meter}) = 15.15\text{m}$$

Freznel Zone saat 100% (secara *Line of Sight*) sebesar 15.15 m. Tetapi terdapat *obstacle* seperti gedung dan pohon yang menghambat proses transmisi maka hasilnya tidak akan bagus. Terlihat dataran *obstacle* tertinggi 19 m tetapi terdapat gedung setinggi 5 meter maka total tinggi *obstacle* 24 meter atau 20 %.

$$r(\text{meter}) = r \times (100\% - 20\%)$$

$$r(\text{meter}) = 15.15(80\%)$$

$$r(\text{meter}) = 12.12\text{m} \approx 12\text{m}$$



Gambar 17. Hasil Perhitungan *Freznel Zone*

Perhitungan *Link Budget* dilakukan untuk memperoleh nilai kualitas sinyal dengan memperhitungkan pelemahan sinyal terhadap jarak, daya pancar, dan sensitivitas. Untuk mencari nilai *sensitivity* dapat dilihat pada persamaan berikut (2).

$$S = -174 + 10 \log_{10} BW + NF + SNR$$

Tabel 1. LoRa Spreading Factors

SF (Spreading Factor)	Chips / symbol	SNR Limit	Time on Air (ms)	Bit Rate (bps)
7	128	-7.5	56	5470
8	256	-10	103	3125
9	512	-12.5	205	1758
10	1024	-15	371	977
11	2048	-17.5	741	537
12	4096	-20	1483	293

Sumber : rfwireless-world.com

Diketahui : BW (Bandwidth) = 125 kHz
 NF (Noise Figure) = 6 dB
 SF (Spreading Factor) = 12
 SNR = -20 dB (didapat dari tabel mengikuti nilai SF)

Ditanya : Sensitivity (S)
 $S = -174 + 10 \log_{10} BW + NF + SNR$
 $S = -174 + 10 \log_{10} 125 + 6 + (-20)$
 $S = -137.03 \approx 137 \text{ dBm}$

Diketahui : Sensitivity = -137 dBm
 Transmit Power = 17 dBm
 Ditanya : Recieved Power (Prx), persamaan (3).
 $Prx(\text{dBm}) = Ptx(\text{dBm}) + S(\text{dBm})$
 $Prx(\text{dBm}) = 17 + (-137)$
 $Prx(\text{dBm}) = -120 \text{ dBm}$

Diketahui : Frekuensi LoRa (f) = 915Mhz = 0.915 GHz
 C = Kec. Cahaya : $3 \times 10^8 \text{ m/s}$
 Jarak Tx dengan Rx (d) = 2.824 m

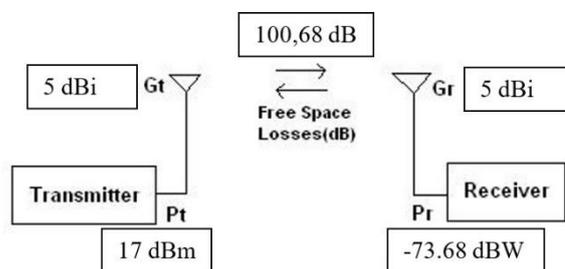
Ditanya : free space pathloss (L), persamaan (4).
 $(L) = -20 \log(\lambda) + -20 \log(d) + 21.98$
 $(L) = -20 \log\left(\frac{C}{f}\right) + -20 \log(d) + 21.98$
 $(L) = -20 \log\left(\frac{3 \times 10^8}{0.915}\right) + -20 \log(2824) + 21.98$

free space pathloss (L) = 100.68 dB

Diketahui : Ptx :17 dBW
 L : 100.68 dB
 Gain Antenna Tx = 5 dB
 Gain Antenna Rx = 5 dB

Ditanya : Recieved Power (PRx), persamaan (5)
 $(Prx) = Ptx - L + Gtx + Grx$
 $(Prx) = 17 - 100.68 + 5 + 5$
 Recieved Power (Prx) = -73.68 dBW

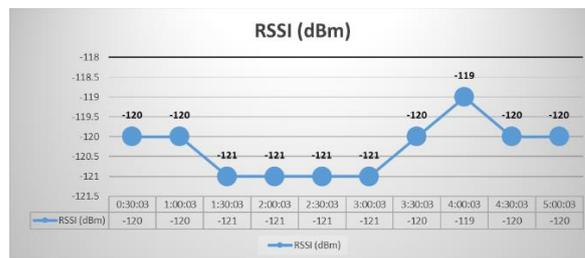
Maka dapat disimpulkan, bahwa dari link budget LoRa transmit power sebesar 17 dBm yang terpancar sejauh 2.824 m dari DVOR menuju Radar. Akan tetapi, yang diterima di LoRa reciever power setelah lewatin pathloss sebesar -73.68 dBW. Hasil perhitungan dari link budget dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18. Hasil Perhitungan Link Budget

5. Analisis RSSI, SNR, Dan PDR

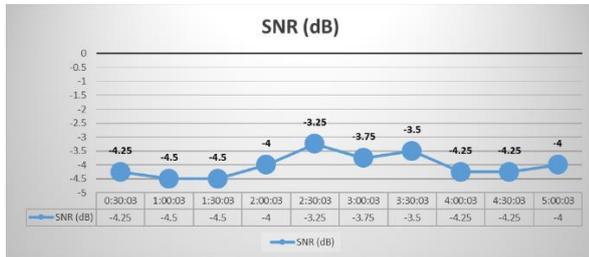
Data RSSI dari pengujian LoRa RFM95W bahwa RSSI LoRa banyak faktor yang mempengaruhi salah satunya adalah obstacle. Pada pengujian dilakukan selama beberapa jam pada perangkat reciever. Berikut adalah gambar hasil pengujian RSSI terhadap kekuatan penerimaan sinyal LoRa selama beberapa jam (Gambar 19).



Gambar 19. Analisis RSSI

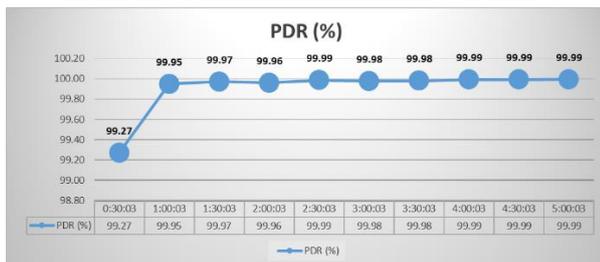
SNR adalah membandingkan data sinyal dengan derau. Data SNR dari pengujian LoRa RFM95W bahwa SNR LoRa banyak faktor yang mempengaruhi salah satunya adalah pathloss. Pada pengujian dilakukan selama beberapa jam pada perangkat reciever. Berikut adalah gambar hasil pengujian SNR terhadap

kekuatan penerimaan sinyal LoRa selama beberapa jam (Gambar 20).



Gambar 20. Analisis SNR

PDR adalah untuk membandingkan data yang diterima dengan data yang dikirim. Data PDR dari pengujian LoRa RFM95W bahwa PDR LoRa banyak faktor yang mempengaruhi salah satunya adalah daya penerima. Pada pengujian dilakukan selama beberapa jam pada perangkat *reciever*. Berikut adalah gambar hasil pengujian PDR terhadap kekuatan penerimaan sinyal LoRa selama beberapa jam (Gambar 21).



Gambar 21. Analisis PDR

IV. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengujian monitoring suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT 22 berbasis web server dengan media transmisi LoRa di Shelter Navigasi DVOR telah selesai dilakukan pengujian.

Hasil pengukuran suhu menggunakan DHT 22 menunjukkan akurasi yang cukup baik tetapi untuk kelembaban haruslah dikalibrasi dengan metode pendekatan nilai. Hasil pengujian alat secara keseluruhan menunjukkan bahwa web server sinkron dengan pembacaan sensor DHT 22 di Shelter DVOR.

Hasil dari pengiriman data LoRa kurang bagus dikarenakan faktor cuaca dan obstacle seperti pohon dan bangunan. Ketika cuaca

cerah pengiriman bagus dengan waktu *delay* 2 detik, ketika cuaca berawan pengiriman mulai kurang bagus dengan waktu *delay* 5 detik tetapi pengiriman data masih konstan dan ketika cuaca hujan pengiriman kurang bagus dengan waktu *delay* lebih 5 detik serta pengiriman data tidak konstan.

Hasil dari perhitungan *fresnel zone* dan *link budget* menghasilkan nilai *recieved power* yang kurang bagus diakibatkan nilai *pathloss* yang besar dikarenakan jarak yang jauh sebesar 2,8 Km.

Hasil dari nilai RSSI sangat kecil <-100dBm yang artinya pengiriman buruk, nilai SNR sangatlah buruk yang artinya memungkinkan data yang sampai tidak sempurna dan nilai PDR lumayan baik yang artinya paket yang diantar hanya memiliki peluang kecil untuk tidak sampai ke *receiver*.

V. Referensi

- [1] Adnantha, Y. A., & Kusuma, W. A. (2018). Implementasi Wireless Sensor Network Untuk Otomatisasi Suhu Ruang Dan Kelembaban Tanah Pada Greenhouse Berbasis Web Server. *Jurnal Online Informatika*, 3(1), 14. <https://doi.org/10.15575/join.v3i1.169>
- [2] Ashari, F. R., Marpaung, J., W, F. T. P., Imansyah, F., & Y, R. R. (2020). RANCANG BANGUN ALAT MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN TANAH.
- [3] Cahyono, T. (2017). *PENYEHATAN UDARA*. ANDI.
- [4] Haq, A. D., Santoso, I., & Macrina, Z. A. A. (2012). Estimasi Signal To Noise Ratio (SNR) Menggunakan Metode Korelasi. *Transient*, 1(4), 1–8.
- [5] Islam, H. I., Nabilah, N., Atsaurry, S. S., Saputra, D. H., Pradipta, G. M., Kurniawan, A., Syafutra, H., Irmansyah, I., & Irzaman, I. (2016). *Sistem Kendali Suhu Dan Pemantauan Kelembaban Udara Ruangan Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor Dht22 Dan Passive Infrared (Pir)*. V(Lcd),

- SNF2016-CIP-119-SNF2016-CIP-124.
<https://doi.org/10.21009/0305020123>
- [6] Kurnia Utama, Y. A. (2016). Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini. *E-NARODROID*, 2(2). <https://doi.org/10.31090/narodroid.v2i2.210>
- [7] Puspasari, F., Satya, T. P., Oktiawati, U. Y., Fahrurrozi, I., & Prisyanti, H. (2020). Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 16(1), 40. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v1i1.5776>
- [8] Putra, T. S. J., & Widiyari, I. R. (2018). Analisis Kualitas Signal Wireless Berdasarkan Received Signal Strength Indicator (RSSI) pada Universitas Kristen Satya Wacana. *Teknologi Informasi*, 672014132.
- [9] Ramza, P. H. (n.d.). Antena dan Propagasi Gelombang_high Res.Sindu, G. (2015). *Ropagasi elombang adio*. 86–119. https://repository.unikom.ac.id/32993/1/ANTENA_PROPAGASI.pdf
- [10] Supramana, Prisma, I. G. L. P. E. (2016). Implementasi Load Balancing Pada Web Server Dengan Menggunakan Apache. *Jurnal Manajemen Informatika*, 5(2), 117–125. <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/jurnal-manajemen-informatika/article/view/16413/14911>
- [11] Topan, P. A. (2021). RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING SUHU DAN KELEMBABAN PADA MULTI RUANGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI WIRELESS SENSOR Temperature and Humadity Monitoring System in Multi Room Using Wireless Sensor Network Technology. 8(2), 131–136.
- [12] Ulinuha, M. A. (2017). Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Ruang Server ITN Malang Berbasis web. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 1(1), 732–738.
- [13] Widiyanto, E. D. (2020). Menggunakan Arduino Dan Lora Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel. 1, 6–14.