

Sistem Kendali dan Pemantauan Peralatan Navigasi Penerbangan Non Directional Beacon Tipe ND200S Menggunakan Nodemcu ESP8266 Berbasis Internet of Thing

Uswatun Hasanah¹, Muh Wildan², Tohazen³

^{1,2}Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

³Politeknik Negeri Jakarta

uswatunhash@gmail.com, muh.wildan@ppicurug.ac.id, toha.zen@elektro.pnj.ac.id

Abstrak

Salah satu jenis alat navigasi penerbangan yaitu *Non Directional Beacon* (NDB). NDB beroperasi pada frekuensi rendah 175 KHz – 535 KHz yang berfungsi untuk memberikan informasi *heading* dan *azimuth* pesawat terhadap *ground station NDB* yang berada baik di dalam maupun di luar lingkungan bandara. NDB merk Nautel ND200S, baik pada konsol maupun *monitoring* masih bersifat analog dan manual, sehingga butuh akses langsung ke lokasi untuk melakukan *monitoring parameter*. Selain itu tidak terdapat *alarm* yang bersifat *remote* apabila terjadi gangguan pada peralatan. Dengan menerapkan karakteristik industri 4.0 berbasis industrial *Internet of Things (IoT)*, maka dirancang sistem kendali dan pemantauan dengan mengadopsi sistem tersebut menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Tujuannya adalah agar ketika terjadi *alarm* pada NDB dapat diketahui dari jarak jauh dari sistem *remote* dan secara otomatis akan melakukan *adjusting* sendiri dengan parameter yang seharusnya. Metode yang digunakan yaitu dengan mengumpulkan data tegangan, melakukan pemrograman pada mikrokontroler kemudian uji coba langsung ke peralatan NDB Nautel ND200S. Dengan demikian, rancangan *remote control* ini akan memberikan *monitoring* dan *control* yang bersifat kontinu terhadap *adjusting parameter* NDB ND200S.

Kata Kunci : Sistem Kendali dan Pemantauan, Arduino IDE, NodeMCU ESP8266, *Internet of Things (IoT)*

Abstract

One of flight navigation equipment is Non Directional Beacon (NDB). NDB operates at a low frequency from 175 KHz – 535 KHz which serves to provide aircraft heading and azimuth information against NDB ground station which located both inside and outside the airport environment. The NDB Nautel ND200S, both on the console and monitoring is still analog and manual, so it requires direct access to the location for monitoring parameters. In addition, there is no remote alarm in the event of a disturbance in the equipment. By applying the characteristics of industry 4.0 based on the industrial Internet of Things (IoT), a control and monitoring system was designed by adopting the system using the NodeMCU ESP8266 microcontroller. The purpose is when an alarm occurs on the NDB, it can be detected remotely from the remote system and will automatically adjust itself with the appropriate parameters. The method used is to collect voltage data, program the microcontroller and then test it directly on the NDB Nautel ND200S equipment. Thus, this remote control design will provide continuous monitoring and control of adjusting parameters for the NDB ND200S.

Keywords: Remote Control Monitoring System, Arduino IDE, NodeMCU ESP8266, *Internet of Things (IoT)*

PENDAHULUAN

Non Directional Beacon (NDB) ND200S adalah salah satu fasilitas alat bantu navigasi penerbangan yang dipasang di dalam maupun di luar lingkungan bandara sesuai dengan fungsinya [1]. NDB merupakan sebuah pemancar gelombang radio yang bekerja pada frekuensi rendah 175 KHz – 535 KHz. Oleh karena penggunaan frekuensi yang rendah, dimensi antenna NDB dapat mencapai puluhan meter. Diantara

perangkat NDB dan antenna nya, terdapat perangkat *Antenna Tuning Unit* (ATU) yang berfungsi untuk menyelaraskan nilai impedansi apabila terjadi kondisi *mismatch* antara keduanya. Perangkat ATU ini sangatlah penting, berdasarkan alasan operasional, keselamatan, dan efektifitas sangatlah tidak mungkin untuk melakukan *matching* secara fisik langsung pada antenna. Prinsip kerja ATU yaitu menyelaraskan nilai impedansi *transmission line* (Z_0) dengan impedansi *load* (Z_L) antara pemancar NDB dengan antenna nya terjadi ketidakcocokan (*mismatch*). Apabila saluran transmisi dengan beban tidak sesuai (*missmatch*), dimana impedansi saluran tidak sama dengan impedansi beban dan gelombang dibangkitkan dari sumber secara kontinyu, maka dalam saluran transmisi selain ada tegangan datang V^+ juga terjadi tegangan pantul V^- [2]. Oleh karena itu fasa gelombang datang akan terganggu oleh adanya gelombang pantul yang menginterferensi. Semakin tinggi nilai VSWR artinya sebuah pemancar tidak dapat maksimal memancar.

Dengan adanya rancangan system kendali dan pemantauan terhadap peralatan NDB ND200S ini, maka ketika terdapat *alarm* atau anomaly pada parameter VSWR dapat termonitor dan di *adjust* secara otomatis oleh system kendali nya tanpa harus dikunjungi ke *shelter* dimana NDB ND200S diinstal.

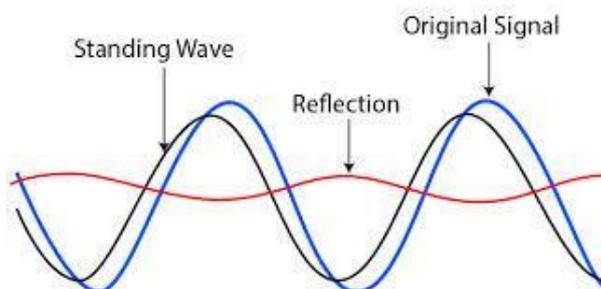
Antenna Tuning Unit (ATU)



Gambar 1. Antenna Tuning Unit (ATU)

ATU merupakan sebuah rangkaian LC yang terbuat dari lilitan kawat tembaga atau disebut *loading coil* yang selanjutnya menghasilkan nilai induktansi yang bersifat tetap. Di dalam lilitan tersebut terdapat komponen C yang selanjutnya disebut sebagai *inner loading coil*. *Inner loading coil* berfungsi untuk mengubah medan magnet pada *loading coil* sehingga nilai induktansi pada ATU akan berubah secara variatif. Cara kerja ATU sebagai sebuah *tuner* adalah dengan mengubah nilai induktansi pada ATU melalui perputaran *inner loading coil* di dalam *loading coil*. Perubahan nilai induktansi tersebut dapat mempengaruhi nilai *reflected power* dan tentunya akan mempengaruhi nilai VSWR juga. Pada NDB ND200S apabila terjadi kondisi *mismatch* harus melakukan *tuning* secara manual pada *inner loading coil* maupun *coil tapping*. Selain itu, *interface monitoring* yang tersedia pada peralatan NDB ND200S belum ada *monitoring parameter* VSWR baik *analog* maupun *digital*. Sehingga diperlukan adanya alat ukur VSWR *meter* pada frekuensi LF untuk mengetahui nilai VSWR nya.

Voltage Wave Standing Ratio (VSWR)



Gambar 2. Voltage Wave Standing Ratio (VSWR)

Prinsip dasar VSWR yang merupakan rasio perbandingan antara gelombang datang (*forward*) dan gelombang pantul (*reflected*) dimana kedua gelombang tersebut membentuk gelombang berdiri. VSWR dapat dijadikan sebagai indikasi *matching* antara sebuah pemancar dengan *antenna* nya. VSWR dapat dituliskan melalui turunan perhitungan sebagai berikut :

$$VSWR = \frac{V_{max}}{V_{min}} \dots\dots\dots (1)$$

$$VSWR = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma} \dots\dots\dots (2)$$

$$VSWR = \frac{1 + \frac{V_r}{V_f}}{1 - \frac{V_r}{V_f}} \dots\dots\dots (3)$$

$$VSWR = \frac{V_f + V_r}{V_f - V_r} \dots\dots\dots (4)$$

V_f : Tegangan *forward*

V_r : Tegangan *reflected*

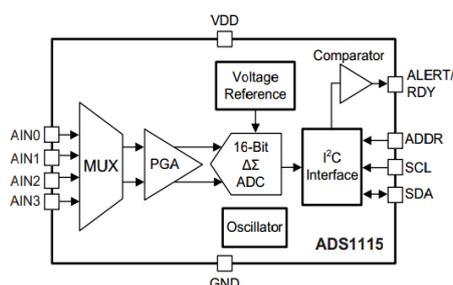
Γ : Koefisien pantul

Sehingga untuk mendapatkan nilai VSWR hanya dibutuhkan dua variabel yaitu tegangan *forward* dan tegangan *reflected* antara NDB dengan *antenna* nya. Kedua tegangan tersebut yang masih berbentuk gelombang analog kemudian diubah menjadi digital menggunakan modul *analog to digital converter* ADS1115.

Rancangan kontrol berbasis mikrokontroler seperti ini sebelumnya pernah dibuat oleh Milind, et al [3] yang membuat sebuah *tunner* otomatis untuk frekuensi HF. Namun pada rancangan tersebut belum terdapat *monitoring parameter* VSWR. Selain itu, Samsugi, et al [4] merancang sebuah *remote control* berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan 2 modul secara terpisah yaitu Arduino UNO sebagai mikrokontroler dan ESP8266 sebagai *chip* akses IoT nya. Hal itu dapat menyebabkan ketidakstabilan dalam proses *transfer data*. Pada rancangan ini menggabungkan ide dari kedua jurnal tersebut yaitu membuat sebuah kontrol *tunner* otomatis menggunakan mikrokontroler yang berbasis *Internet of Things*. Pembuatan rancangan ini menggunakan beberapa referensi sebagai berikut :

Analog to Digital Converter ADS1115

ADS1115 adalah sebuah modul yang berfungsi untuk melakukan fungsi konversi dari sinyal analog ke digital. Modul ADS1115 terdiri dari 4 input sinyal analog. Modul ADC converter external ADS1115 menyediakan presisi 16-bit pada 860 sampel / second over I2C [5]. Cara kerja ADS1115 yaitu input analog yang telah diterima kemudian memasuki rangkaian multiplexer yang akan memilih data sebelum diteruskan ke blok PGA (*Programmable Gain Amplifier*). Pada blok PGA sinyal tersebut akan dikuatkan kemudian dikirim ke rangkaian ADC untuk dikonversi. Setelah dikonversi, data akan dikirim melalui komunikasi serial I2C yaitu pin SCL dan SDA.



Gambar 3. Blok Rangkaian ADS1115

NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah sebuah *platform* IoT yang bersifat *open source*. Terdiri dari perangkat keras berupa *system on chip* ESP8266 dari ESP8266 buatan *Espressif System*, juga *firmware* yang digunakan yang menggunakan bahasa pemrograman *scripting* Lua [6].



Gambar 4. Microcontroller NodeMCU ESP8266

Driver ULN2003

ULN2003 *stepper motor driver* PCB adalah *interface* penggerak langsung antara mikrokontroler dan *motor stepper* dengan daya input 5 VDC sampai 12 VDC [7]. Modul ini menyediakan 4 input untuk koneksi ke mikrokontroler, catu daya koneksi untuk tegangan *motor stepper*, dan jumper ON / OFF, header *motor stepper* terhubung langsung dan 4 LED untuk menunjukkan status langkah.



Gambar 5. Driver ULN2003

Stepper Motor BY28J



Gambar 6. Stepper Motor BY28J

Motor stepper adalah perangkat elektromekanikal yang mengubah pulsa listrik menjadi gerakan mekanis [8]. Poros pada *motor stepper* akan berputar sesuai dengan perintah dari pulsa listrik yang dikirimkan. Urutan pulsa tersebut berkaitan langsung dengan arah putaran poros *motor*. Sedangkan, kecepatan putaran *motor* berkaitan dengan frekuensi pulsa input dan panjang putaran berkaitan dengan jumlah pulsa yang diterapkan.

Arduino IDE



Gambar 7. Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software* yang disediakan di situs <http://arduino.cc/en/main/software> yang dapat digunakan pada *platform Windows, Mac OS X, dan Linux*. Arduino IDE, dapat membuat *sketch*, memeriksa *sketch*, dan mengunggah *sketch* yang sudah terkompilasi ke papan Arduino. *Sketch* yang ditulis dalam editor teks disimpan dengan ekstensi *filename .ino*. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman java. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *wiring* yang membuat operasi *input* dan *output* menjadi lebih mudah. Secara garis besar, pemrograman pada Arduino IDE terdiri dari 3 *section* yaitu *header*, *setup*, dan *loop*.

Blynk App



Gambar 8. Blynk App

Blynk merupakan platform sistem operasi Android sebagai kendali pada modul Arduino, Raspberry Pi, ESP8266 dan perangkat sejenis lainnya melalui internet [9]. Aplikasi *Blynk* memiliki 3 komponen utama, yaitu aplikasi, *server*, dan *libraries*. *Blynk server* berfungsi untuk menangani semua komunikasi

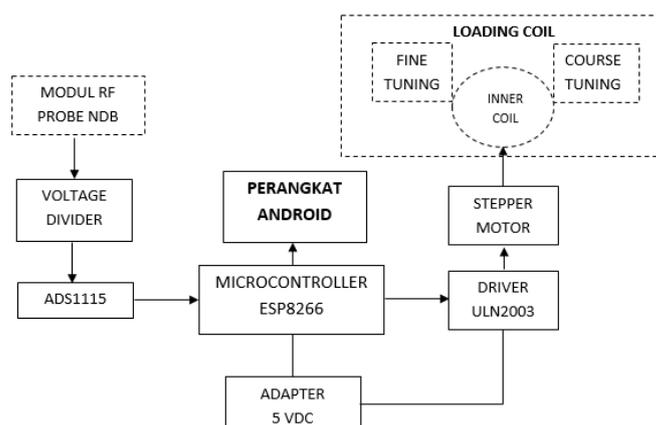
diantara *smartphone* dan *hardware*. Aplikasi *blynk* memiliki beberapa *widget* yang dapat digunakan dan disesuaikan dengan desain yang diinginkan. *Blynk* menjadi *platform* untuk melakukan fungsi *remote*, kontrol, *notification*, dll sesuai dengan program yang sebelumnya telah dibuat pada Arduino IDE. *Blynk* tidak terikat dengan *board controller* apapun, sehingga dapat digunakan secara *mobile*.

METODE

Penggunaan komponen *hardware* penyusun diatas ditetapkan setelah dilakukan pengukuran tegangan operasi maupun *standby* pada NDB ND200S. Penelitian ini mengadopsi, mengkombinasi, dan memperbarui daripada penelitian terdahulu yang masih dapat dikembangkan dan kemudian diaplikasikan pada peralatan navigasi penerbangan.

Blok Diagram

Rancangan RCMS akan menampilkan informasi *parameter VSWR* ke perangkat android pengguna yang dapat diakses dimana saja dan kapan saja. Serta fungsi *control* yang bersifat otomatis pada pergerakan motor *inner loading coil* sebagai *tunner* sesuai dengan perubahan nilai *VSWR*. Berikut blok diagram dari keseluruhan sistem rancangan :



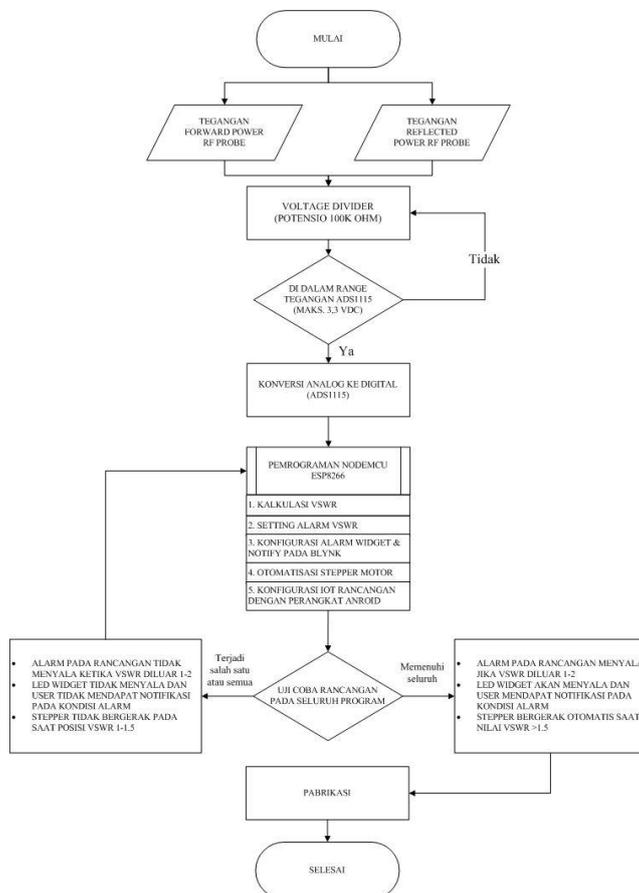
Gambar 9. Blok Diagram Rancangan

Tabel 1. Fungsi Komponen

No.	Komponen	Fungsi
1.	NodeMCU ESP8266	Mikrokontroller dan <i>interface</i> WiFi untuk fungsi IoT
2.	ADS1115	Mengkonversi <i>signal analog</i> ke <i>digital</i>
4.	<i>Voltage Divider</i>	Membagi tegangan agar sesuai dengan tegangan <i>input</i> ADS1115
5.	<i>Driver ULN2003</i>	<i>Interface</i> kendali mikrokontroller dengan <i>stepper</i>
6.	<i>Stepper Motor</i>	Penggerak otomatis <i>inner loading coil</i> sebagai <i>tunner</i>
7.	Perangkat Android	Perangkat <i>IoT</i> rancangan
8.	<i>Inner Loading Coil</i>	Bagian tersambung secara mekanikal dengan <i>stepper motor</i> sebagai fungsi <i>tunning</i>

Flowchart

Flowchart merupakan algoritma sistem kerja dari rancangan secara keseluruhan. *Flowchart* juga menjadi acuan dalam proses pembuatan perintah sesuai dengan program kerja. Berikut merupakan *flowchart* rancangan :



Gambar 10. Flowchart Rancangan

Uji Coba

Proses uji coba dilakukan untuk mengetahui apakah rancangan sesuai dengan konsep yang telah ditentukan dan program yang telah di *load* pada mikrokontroller. Berikut merupakan kriteria pengujian pada rancangan ini :

1. Alarm VSWR RCMS

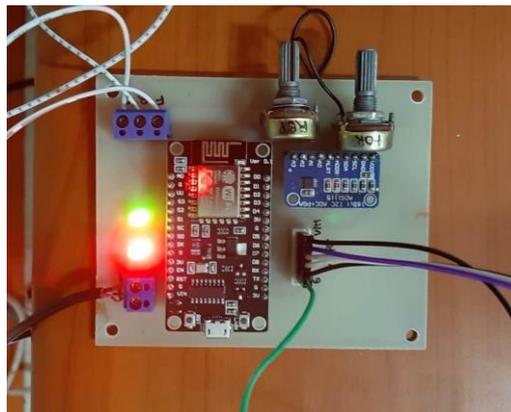
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah indikator *alarm* akan menyala sesuai dengan program yang telah dibuat. Pada rancangan diprogram LED akan menyala apabila *parameter* VSWR bernilai <1 dan >2 . Dari hasil uji coba tersebut, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Uji Coba Alarm VSWR RCMS

Parameter VSWR	Status LED
1 – 2	Mati
< 1	Menyala
>2	Menyala



Gambar 11. Status Perangkat Normal



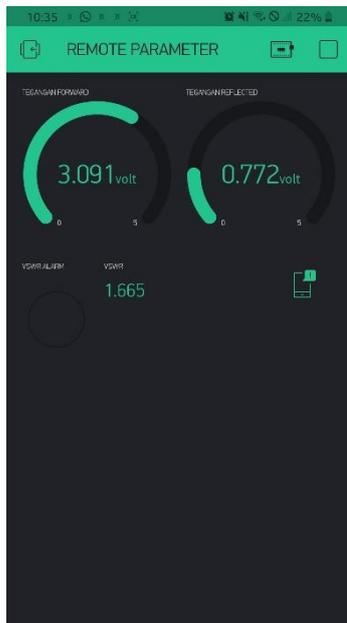
Gambar 12. Status Perangkat Alarm

2. *Alarm* dan notifikasi pada perangkat android

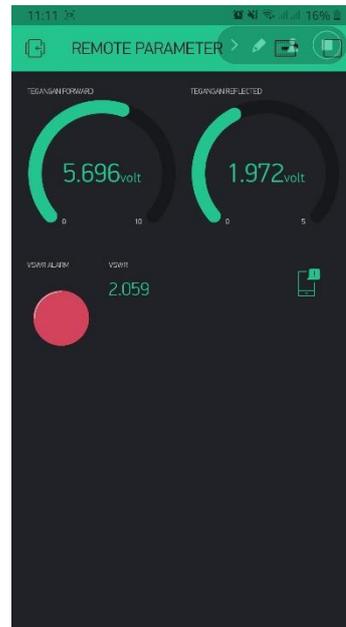
Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa *user* akan menerima notifikasi maupun peringatan secara visual melalui LED *widget* pada perangkat android apabila terjadi ketidaksesuaian *parameter* VSWR yang terbaca pada rancangan. Hal ini bertujuan agar *user* dapat mengetahui kondisi peralatan secara *mobile* dan *realtime*. Hasil uji coba sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Uji Coba Alarm dan Notifikasi Perangkat Android

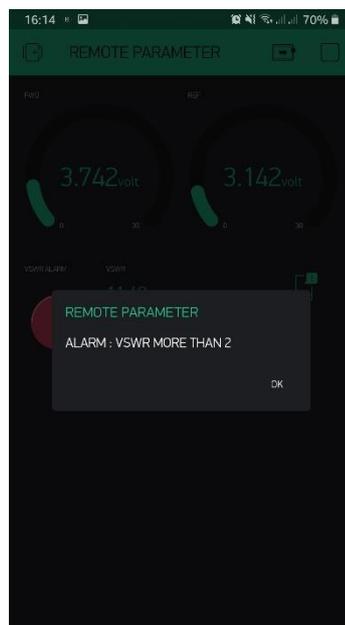
<i>Parameter</i> VSWR	LED <i>Widget</i>	Notifikasi
VSWR 1 – 2	Mati	Tidak
VSWR <1	Menyala	Ya
VSWR >2	Menyala	Ya



Gambar 13. Status Remote Normal



Gambar 14. Status Remote Alarm



Gambar 15. Notifikasi Pada Perangkat Android

3. Otomatisasi Stepper Motor

Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa *stepper* akan menggerakkan *inner loading coil* hingga nilai *reflected* berubah yang menyebabkan *VSWR* juga berubah. Pada program ini, *stepper* akan menggerakkan *inner loading coil* sebagai *tunner* apabila nilai *parameter VSWR* > 1.5 . Jika *parameter VSWR* bernilai 1 – 1.5, *motor stepper* akan berhenti dan mempertahankan posisi. Dari hasil uji coba, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Uji Coba Otomatisasi Stepper

Parameter VSWR	Kondisi Stepper Motor
VSWR 1 – 1.5	Berhenti
VSWR >1.5	Menggerakkan <i>Inner Loading Coil</i>

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil ujicoba, rancangan RCMS pada peralatan NDB Nautel ND200S dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan program yang telah dibuat.

1. Interpretasi hasil uji coba *alarm parameter VSWR* rancangan
 Pada program telah dirancang batas limit untuk nilai VSWR yang dapat dikategorikan normal dan alarm. Yaitu nilai normal berada pada rentang 1 – 2. Sedangkan nilai yang dikategorikan alarm yaitu <1 dan >2. Jika terjadi ketidaksesuaian *parameter* sesuai dengan *alarm limit* yang telah ditetapkan, secara otomatis LED pada rancangan akan menyala. Jika *parameter* masih dalam batas toleransi, maka tidak muncul *alarm*.
2. Interpretasi hasil uji coba *alarm parameter VSWR blynk*
 Pada program telah dirancang batas limit untuk nilai VSWR yang dapat dikategorikan normal dan alarm. Yaitu nilai normal berada pada rentang 1 – 2. Sedangkan nilai yang dikategorikan alarm yaitu <1 dan >2. Jika *parameter VSWR* diluar *limit* yang telah ditentukan, secara otomatis *user* akan menerima notifikasi dari aplikasi *blynk* dan LED *widget* pada GUI juga akan menyala. Sedangkan apabila kedua *parameter* tersebut masih di dalam toleransi, *user* tidak akan menerima notifikasi apapun. Hal ini berguna sebagai *awareness* kepada *user*.
3. Interpretasi hasil uji coba otomatisasi *stepper motor*
Inner loading coil yang ada di dalam ATU berfungsi untuk menyelaraskan secara kontinu nilai C yang akan berpengaruh pada nilai VSWR yang terbentuk. Pada mikrokontroller telah di program, untuk nilai VSWR 1 – 1.5 *stepper motor* tidak akan bergerak untuk menyesuaikan nilai C yang timbul dari perubahan medan magnet oleh *inner loading coil* di dalam ATU. Namun pada nilai VSWR diatas 1.5, *stepper motor* akan di program untuk menggerakkan *inner loading coil* yang akan melakukan *adjusting* nilai C sehingga nilai VSWR berubah dan kembali ke batas normal/

PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian, rancangan RCMS dapat bekerja dengan baik sesuai dengan konsep awal yang ditentukan juga dengan program yang dijalankan pada NodeMCU ESP8266 melalui Arduino IDE. Fungsi *remote* perangkat RCMS ini dibatasi hanya dapat melakukan *remote parameter VSWR*. Kemudian fungsi *control* yang bersifat otomatis dijalankan pada *stepper motor* yang menggerakkan *inner loading coil* pada ATU sehingga dapat berfungsi sebagai *tunner*. Berikut merupakan resume dari ukuran capaian hasil dan akurasi yang telah ditetapkan sesuai dengan program :

Tabel 5. Ukuran Capaian Hasil dan Akurasi

Nilai VSWR	<i>Alarm LED</i>	<i>Alarm Notifikasi</i>	Pergerakan <i>Inner Loading Coil</i>
< 1	V	V	V
1.0	X	X	X
1.1	X	X	X
1.2	X	X	X
1.3	X	X	X
1.4	X	X	X

1.5	X	X	X
1.6	X	X	V
1.7	X	X	V
1.8	X	X	V
1.9	X	X	V
2.0	X	X	V
>2	V	V	V

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Republik Indonesia, “Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara”, dalam *SKEP/113/VI/2002*, Jakarta:2002, p.8.
- [2] Pebri Yanti Hutahaean, “Rancangan Monitoring NDB Nautel ND200 Menggunakan Teknologi Informasi Berbasis Web”, Tangerang : Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia, 2012, p.11
- [3] N.M. Milind, S.B. Sunil, and Y.S. Murlidhar, “AUTOMATIC HF ANTENNA TUNNER,” *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol:05 issue:03, Mar. 2018.
- [4] S. Samsugi, Ardiansyah, and D. Kastutara, “INTERNET OF THINGS (IOT): Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Arduino Dan Modul Wifi Esp8266,” *Pros. Semin. Nas. ReTII*, vol. 1.0, no. 22, p. 100, 2018.
- [5] Henry, “Arduino ADS1115 Module Getting Started Tutorial.” Available : [http://henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/arduino-voltage-measurements/arduino-ads1115-module-getting-started-tutorial/.](http://henrysbench.capnfatz.com/henrys-bench/arduino-voltage-measurements/arduino-ads1115-module-getting-started-tutorial/)
- [6] Handsontec, “Handson Technology User Manual V 1.2, Hanson Technology”. Available: http://www.handsontec.com/pdf_learn/esp8266-V10.pdf.
- [7] S. M. Connection and M. Connection, “4 Phase ULN2003 Stepper Motor Driver PCB,” pp. 4–6.
- [8] Abdul Kadir, “Buku Pintar Pemrograman Arduino”, Yogyakarta : MediaKom. 2015.
- [9] Handi, H. Fitriyah, and G.E. Setyawan, ”Sistem Pemantauan Menggunakan Blynk dan Pengendalian Penyiraman Tanaman Jamur Dengan Metode Fuzzy”. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*.3(4),3258. 2019. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/download/4907/2308/>

Biodata Penulis

Uswatun Hasanah, lahir di Bekasi, 18 Maret 1998. Sarjana Teknik Terapan di Program Studi Teknik Navigasi Udara, Jurusan Teknik Penerbangan, Politeknik Penerbangan Indonesia 2020.

Muh Wildan, lahir di Purworejo, 30 Mei 1977. Menyelesaikan Sarjana (S1) pada Jurusan Teknik Elektro di Universitas Borneo Tarakan tahun 2007 dan Pascasarjana (S2) Magister Teknik pada jurusan Teknik Elektro di Universitas Indonesia tahun 2014. Sejak tahun 2019 menjadi dosen tetap di jurusan Teknik Navigasi Udara – Politeknik Penerbangan Indonesia Curug.

Tohazen, lahir di Jakarta, 18 Maret 1976. Menyelesaikan Sarjana (S1) di Universitas Pancasila dan kemudian melanjutkan Pendidikan Pascasarjana (S2) di Politeknik Negeri Jakarta. Sejak tahun 2008 menjadi dosen tetap Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta dan menjadi dosen Program Studi Teknik Navigasi Udara Politeknik Penerbangan Indonesia sejak tahun 2019.