

# PERANCANGAN SISTEM UNTUK PENGUKURAN PARAMETER ANTENA OTOMATIS, REALTIME BERBASIS MIKROKONTROLLER

Kirbi Timur Nomas<sup>1)</sup>, Bambang Setia Nugroho<sup>2)</sup>, Budi Syihabuddin<sup>3)</sup>

<sup>1, 2, 3)</sup> Teknik Telekomunikasi Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi Terusan Buah Batu, Bandung 40257 Indonesia

email : kirbitimur@gmail.com<sup>1)</sup>, bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id<sup>2)</sup>, budisyihab@telkomuniversity.ac.id<sup>3)</sup>

## ABSTRACT

*This paper describes the process of designing system for measuring antenna parameters automatically and realtime based on microcontroller. In the process of building the system, API(application programming interface) of radio frequency (RF) detector device was used for customization the system. RF Detector is used to detect frequency and measure power data (dBm) of that frequency and GUI (graphical user interface) is used as success indicators, power data received from RF detector before the data can be more processed for the measurement antenna parameters. Power data received by PC (personal computer) will be displayed by GUI. Data flow from microcontroller to PC and function that is used in API program also with the schematic will also be described in this paper.*

## Key words

*Radio Frequency (RF) Detector, Automatically, Realtime*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar belakang

Sistem pengukuran antenna merupakan sistem yang penting dalam mengukur kinerja suatu antenna. Parameter kinerja suatu antenna seperti *gain*, direktivitas, VSWR, polarisasi, pola radiasi dan lain-lain. Sistem pengukuran yang valid perlu dilakukan untuk memverifikasi parameter kinerja antenna. Sistem pengukuran antenna memegang peran penting karena faktor ketidaktepatan serta proses sampling data hasil pengukuran yang manual terhadap antenna referensi dapat mengakibatkan pengukuran kinerja parameter antenna tidak optimal.

Pada penelitian ini dirancang sistem yang terdiri atas GUI untuk pengukuran parameter antenna secara otomatis, *realtime* yang dikendalikan menggunakan

mikrokontroler *arduino* dengan memasukkan dari *graphical user interface* (GUI) yang ada di *personal computer* (PC). Hasil pengukuran parameter antenna akan diolah GUI sehingga akan berbentuk pola radiasi arah azimuth dan elevasi serta polarisasi dalam grafik polar. Pada penelitian ini, targetnya GUI hanya untuk indikator keberhasilan penerimaan data daya dari RF detektor secara otomatis serta indikator keberhasilan serial komunikasi untuk bisa menggerakkan motor *stepper* dan mampu menyimpan hasil data daya terima pada saat itu (*realtime*) secara otomatis untuk diolah lebih lanjut.

Penelitian sebelumnya [3] telah dilakukan dan direalisasikan pengukuran antenna otomatis berbasis *microcontroller AVR Atmega8535* dengan tingkat presisi 2.7<sup>0</sup>. Pada sistem pengukuran tersebut posisi antenna yang diukur masih belum sesuai dengan syarat pengukuran antenna. Dan juga, Sistem tersebut memerlukan waktu pengukuran yang lama karena untuk satu kali pengukuran membutuhkan 25 kali putaran.

Kontribusi penelitian ini dirancang GUI untuk mengontrol pengukuran parameter antenna yang terintegrasi antara mikrokontroler dan RF detektor. Untuk mendapatkan arah antenna yang diuji (*antena under test*) yang tepat, maka dilakukan proses pengarahannya (*AUT*) sesuai dengan metode teknik *antenna positioner system* yang valid [4] dengan bantuan mikrokontroler. Untuk mendapatkan hasil data *sampling* pengukuran yang akurat dilakukan proses *sampling* data pengukuran menggunakan GUI yang secara otomatis dan digunakan *RF detector* agar data yang *disampling* valid.

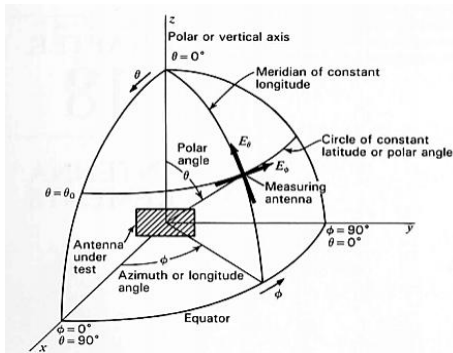
## 2. Parameter Antena

### 2.1 Pola radiasi

Pola radiasi ialah intensitas medan elektrik jauh di segala arah dalam koordinat bola [5]. Pola radiasi yang diukur merupakan pola radiasi medan elektrik jauh dimana

antena (AUT) harus diputar pada arah azimuth( $\Phi$ ) dan elevasi( $\Theta$ ) dari komponen medan listrik ( $E_{\Theta}$  dan  $E_{\Phi}$ ) pada koordinat bola terhadap *measuring antenna* (MA) yang tetap. Grafik hasil pola radiasi diplot polar agar dapat lebih mudah dipahami secara visual.

Secara geometri *antena under test* (AUT) akan diletakkan sebagai penerima terhadap antenna pemancar *measuring antenna*(MA) diposisikan sebagai berikut :

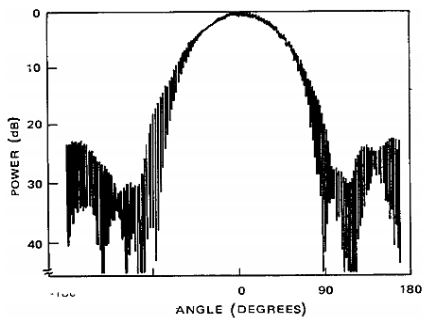


Gambar 1. Koordinat Pengukuran Antena [5]

2.2 Polarisasi

Polarisasi merupakan sifat dari frekuensi tunggal radiasi elektromagnetik yang menjelaskan bentuk dan orientasi tempat dari vektor medan sebagai fungsi dari waktu. Pengukuran polarisasi digunakan metode *rotating-source*.Metode ini terdiri dari perputaran yang terus-menerus dari antena tes yang berubah terhadap arah antenna sumber berpolarisasi linear. [4]

Pola dari antena berpolarisasi elips (gambar 2) diperoleh dengan metode *rotating-source*.Jika variasi amplitude diplot dalam decibel maka *axial ratio* juga dalam desibel, untuk setiap arah di koordinat ruang.



Gambar 2.Polarisasi Elips sebagai Fungsi dari Sudut [4]

2.3Medan Ukur Antena

Berkaitan dengan lingkungan saat pengukuran, terdapat 2 macam medan ukur yaitu : medan ukur refleksi dan medan ukur ruang bebas. Medan refleksi terdiri dari medan langsung dan pantul membentuk penurunan yang

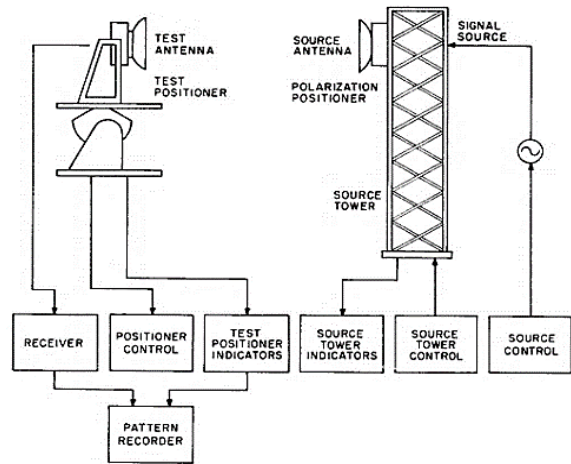
kecil simetris ke tepi. Desain menggunakan medan refleksi cukup kompleks dan tergantung dari koefisien refleksi tanah. Pada penelitian penulis digunakan metode pengukuran medan ruang bebas jenis near-field far-field.

Pada metode near-field far-field jarak ukur *antenna under test* (AUT) dengan *measuring antenna*(MA)dianjurkan seperti pertidaksamaan (2) karena pada jarak ini variasi fasa antara MA dan AUT sebesar  $22.5^0$  atau  $\pi/8$  , pada kondisi ini pola medan radiasi mulai mendominasi dan bukan medan reaktif antena. Pada medan radiasi dekat (*near-field*) maka jarak ukur antena mengacu pada pertidaksamaan (1).[4]

$$\frac{\lambda}{2\pi} < r < \frac{2D^2}{\lambda} \dots\dots\dots(1)$$

$$r > \frac{2D^2}{\lambda} \dots\dots\dots(2)$$

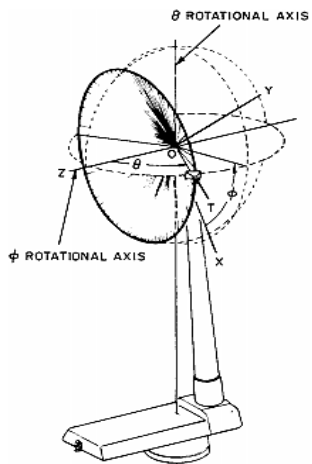
Pada jarak ukur seperti pertidaksamaan (2) mengindikasikan pengukuran medan jauh (*far field*) dimana penelitian penulis menggunakan pengukuran ruang bebas medan jauh karena vektor pointing hanya bernilai real (hanya mengandung medan radiasi) dan hanya memiliki 2 komponen dalam koordinat bola ( $\Theta,\Phi$ ) dan lebih mudah untuk diaplikasikan. [4]



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Pengukuran Antena[4]

2.4Teknik Pengukuran Antena

Untuk teknik pengukuran antena pola radiasi digunakan metode *fixed-line-of-sight* untuk *antenna positioners*dimana 2 sumbu ( $\Theta$  dan  $\Phi$ ) orthogonal. Pada metode *fixed-line-of-sight*, dimana sumbu  $\Theta$  dan  $\Phi$  ialah variabel maka akan menghasilkan *spiral cut* untuk *antenna under test* (AUT). Pada penelitian ini digunakan *fixed-line-of-sight* jenis *elevation-over-azimuth* model tower (gambar 4). [4]



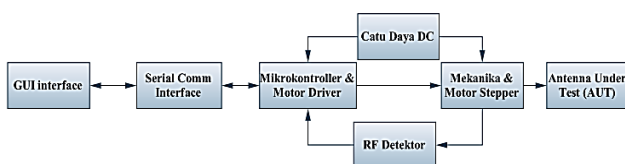
Gambar 4. Model Tower Antenna Positioners [4]

Sistem koordinat operasional dari antena yang di tes harus berpotongan dengan *antenna positioners*. Jika tidak maka interpretasi dari data yang diukur akan salah. Dimensi fisik dan karakteristik antena yang diukur harus dipertimbangkan sesuai dengan *antenna positioner*. Untuk kasus khusus maka *antenna positioners* harus didesain sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu pola radiasi *antenna under test (AUT)*.

### 3. Perancangan Sistem

#### Blok Sistem

(Gambar 5. Blok Sistem) menunjukkan proses sistem pengukuran antena pada penelitian ini.



Gambar 5. Blok Sistem Secara Umum

Pada sistem pengukuran antena ini dimulai dari proses perangkaian mikrokontroler, *motor driver*, mekanika, *motor stepper* dan catu daya DC sebagai indikator keberhasilan keluaran dari komunikasi serial yang dikirim oleh *graphical user interface (GUI)*. Kemudian penyetaran serial komunikasi seperti *baud rate* dan *port* serial komunikasi dilakukan untuk memastikan fungsionalitas dari RF detektor dan mikrokontroler. Setelah penyetaran serial komunikasi, kemudian penyetaran *Radio Frequency (RF)* detektor menggunakan *software* pabrikasi RF detektor tersebut untuk memastikan RF Detektor

berfungsi. GUI dirancang untuk mengendalikan mikrokontroler *arduino* dengan memasukkan dari *graphical user interface (GUI)* yang ada di *personal computer (PC)*. GUI juga akan digunakan sebagai indikator keberhasilan penerimaan data daya dari RF detektor.

#### 3.1 Graphical User Interface (GUI)

GUI *Interface* sebagai antarmuka disisi pengguna dijalankan di PC untuk mengontrol mikrokontroler dan sekaligus akuisisi data daya terima dari *antenna under test* melalui RF detektor. *Software* digunakan berbasis bahasa C#.

Pembuatan *software* dilakukan di aplikasi *developermicrosoft visual studio 2012* karena *tools* yang ada pada *MS.visual studio 2012* mendukung untuk komunikasi serial dan lebih lanjut dapat mendukung visualisasi grafik hasil pengukuran dengan mudah karena tersedia *library* khusus bahasa C# untuk *MS.visual studio 2012*. *Graphical User Interface* yang dirancang memiliki 3 blok fungsi utama : 1. Untuk Mekanikal kontrol 2. Kontrol Frekuensi 3. Plot grafik hasil pengukuran. Hasil data daya terima dari RF detektor akan otomatis disimpan di file dalam format *.csv*. Jenis pengukuran yang dapat dilakukan oleh blok kontrol GUI yang dirancang seperti elevasi, azimuth dan polarisasi, tipe data dari pilihannya berupa tipe *combo box*.

Perancangan GUI akan terdiri dari blok frekuensi kontrol bertipe *button* berupa *start frequency*, *center frequency*, *stop frequency*, *FFT size*, sedangkan *fast sweep* dan *slow sweep* bertipe *radio\_button*. Tipe data dari *start, center, stop frequency* berupa tipe *double* sedangkan *FFT size* bertipe *integer*. Tombol yang dirancang berupa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, .., 0,  $10^1$ ,  $10^3$ ,  $10^6$  sebagai inputan interaktif bertipe *button* untuk memudahkan penggunaan. Blok grafik pengukuran GUI yang akan dirancang bertipe *text\_box* berupa *main display measurement* dan *display per step measurement* yang digunakan untuk menampilkan hasil data daya terima dari RF detektor secara otomatis serta sebagai indikator, status proses pencuplikan data daya (dBm).

#### 3.2 Serial Comm Interface

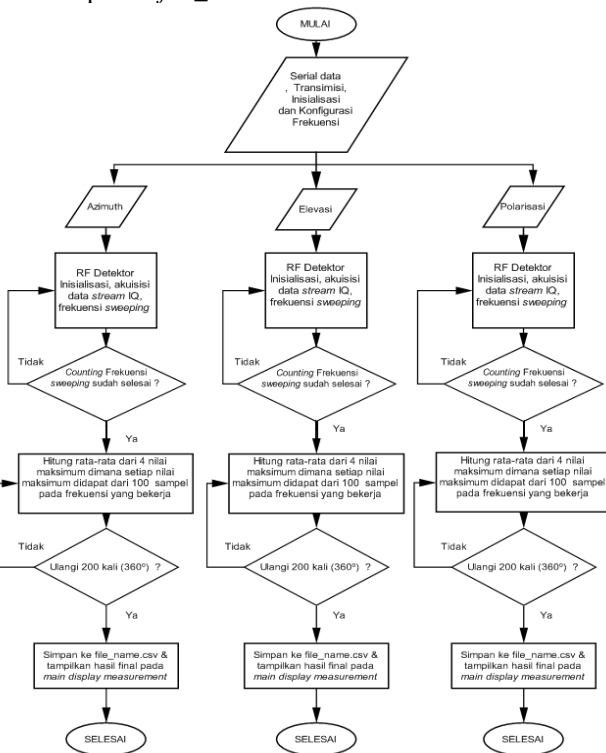
Perancangan serial komunikasi berupa inisiasi RF *detector device* dan kontrol mikrokontroler. Perancangan serial komunikasi untuk mikrokontroler akan menggunakan serial *port COM* karena *personal computer (PC)* yang digunakan berbasis *MS.windowssedangkan* untuk RF detektor menggunakan *FTDI usb to serial port*. Dalam perancangan, *baudrate* yang digunakan 9600 bps karena standar untuk komunikasi sederhana yang tidak mempertimbangkan serial *data rate*.

### 3.3 Mikrokontroler, Motor Driver, Motor Stepper

Konfigurasi Sistem *hardware* dirancang akan terdiri dari mikrokontroler ATmega 32, dengan spesifikasi 14 pin *digital I/O*, arus 40 mA per pin, *memory flash* 32 KB, *SRAM* 2, *EEPROM* 1 KB. *Digital I/O* D2 ke IN1, D3 *pulse width modulation (PWM)* ke IN2, D4 ke ENA, D5 *PWM* ke ENB, D6 *PWM* ke IN3, D7 ke IN4 (*motor driver* L298). IN1, IN2, IN3, IN4 akan digunakan untuk mengontrol arah *motor stepper*, sedangkan ENA, ENB akan digunakan untuk mengontrol kecepatan *motor stepper* [7].

### 3.4 RF Detektor, Antenna Under Test (AUT), Data Flow

(gambar6) Menunjukkan *flow chart* dari *data flow* sistem yang akan dirancang. Sampel data daya yang akan diujicobakan berjumlah 100 sampel/*step* dengan tiap sampel memiliki jenis data bertipe *double* dan dalam format dBm. Serial komunikasi hanya akan berhasil jika serial data transmisi (*baudrate*, *port* COMM, *parity* bit, data bit, *stop* bit) sama antara mikrokontroler dan PC. I/Q data dari API RF detektor *device* digunakan untuk memperoleh representasi sinyal yang lebih presisi sehingga dapat ditentukan frekuensi dan daya sinyal tersebut [9]. Proses ini memastikan data daya yang valid dari AUT melalui RF *detector device* ditampilkan di GUI dan di simpan di *file\_name.csv*.

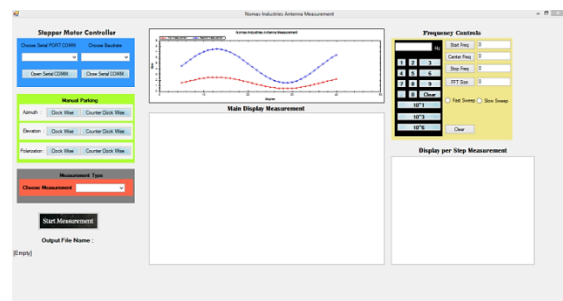


Gambar 6. Tampilan *Data Flow* Sistem

## 4. Uji Coba dan Hasil

### 4.1 Graphical User Interface (GUI)

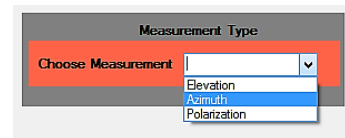
*Graphical User Interface* yang dirancang memiliki 3 blok fungsi utama : 1. Untuk Mekanikal *control* 2. Kontrol Frekuensi 3. Plot grafik hasil pengukuran. Untuk blok mekanikal (gambar 13) bertipe *button* seperti *manual parking* azimuth, elevation dan polarisasi, serta jenis pengukuran (gambar 8) yang bertipe *combo box*. Blok frekuensi kontrol (gambar 9) seperti *start frequency*, *center frequency*, *stop frequency* dan ukuran *Fast Fourier Transform (FFT size)* untuk ukuran FFT 1 maka data akan diselang 200 Khz lainnya diselang 400 Khz/*FFT size*[8][6], untuk menangkap data dalam bentuk *array plot*. Grafik pengukuran (gambar 14), *main display measurement* yang digunakan untuk menampilkan hasil data daya terima dari RF detektor secara otomatis serta sebagai indikator, status proses pencuplikan data daya (dBm) dan *display per step measurement* untuk menampilkan hasil sampling data daya terima per *step* dari RF detektor .



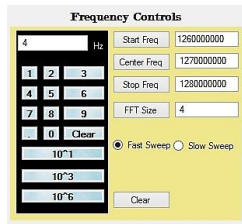
Gambar 7. Tampilan Graphical User Interface

Untuk target penelitian ini hanya digunakan *main display measurement* sebagai indikator keberhasilan penerimaan data daya dari RF detektor. Hasil data daya tersebut akan otomatis disimpan di file di label *output file name* dalam format .csv (gambar 10).

Jenis pengukuran yang dapat dilakukan seperti elevasi, azimuth dan polarisasi (gambar 8), tipe data dari pilihannya berupa tipe *combo box*. Pada penelitian ini tombol fungsionalitas ini belum digunakan sepenuhnya karena target hanya untuk berhasil dalam melakukan proses pengiriman serial komunikasi data dari GUI ke mikrokontroler dengan indikator pergerakan *motor stepper*.



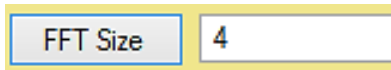
Gambar 8. Tampilan Jenis Pengukuran



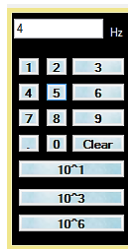
Gambar 9. Tampilan Blok Frekuensi Kontrol



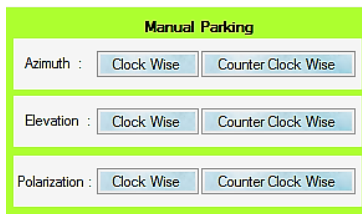
Gambar 10. Tampilan Start Measurement



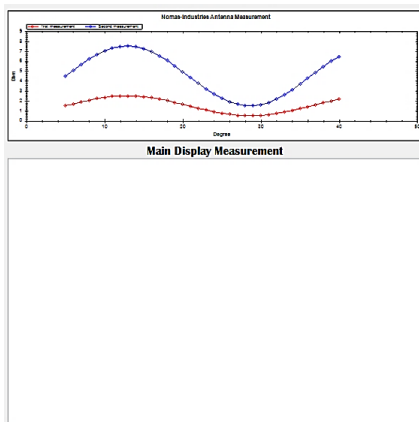
Gambar 11. Tampilan Tombol FFT Size



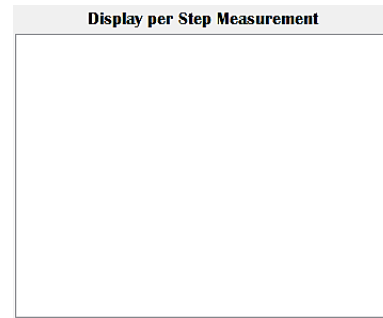
Gambar 12. Tampilan Tombol Inputan



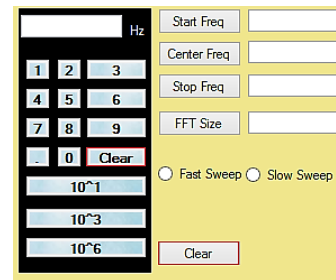
Gambar 13. Tampilan Manual Parkir



Gambar 14. Tampilan Main Display Measurement



Gambar 15. Tampilan Display per Step Measurement



Gambar 16. Tampilan Tombol Clear

Ketika *user* mengklik tombol 4 (gambar 12) maka akan tampil pada *text\_box* bernilai 4, kemudian untuk mengisi ke *FFTSIZE* maka *user* menekan tombol FFT Size (gambar 11) sehingga *text\_box* FFT Size bernilai 4, begitu seterusnya untuk *start frequency*, *center frequency*, *stop frequency*.

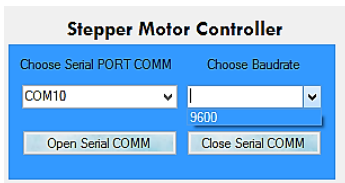
Hasil data daya yang diterima untuk satu kali sampling akan ditampilkan pada (gambar 15) tampilan *display per step measurement* bertipe *text\_box*. Pada penelitian ini grafik polar pengukuran parameter antenna tidak langsung ditampilkan pada GUI, melainkan untuk target penelitian ini hanya *main display measurement* (gambar 14) yang digunakan sebagai tampilan hasil akhir pengolahan data daya yang diterima dari RF detektor yang ditampilkan dalam tipe *string* serta data daya akuisisi dari RF detektor dapat disimpan dalam *file\_name.csv*. Sedangkan untuk tampilan sampling data daya untuk satu kali step ditampilkan pada *display per step measurement* (gambar 15). Tombol *clear* (gambar 16) bertindak untuk menghapus secara keseluruhan sekaligus nilai pada setiap *text\_box*, tombol *clear* bertipe *button*.

#### 4.2 Serial Comm Interface

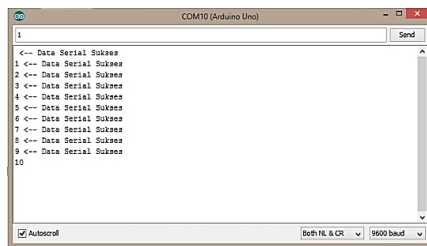
Untuk mengontrol mikrokontroler dan inisiasi RF detektor maka harus dikonfigurasi, pada bagian mekanika kontrol harus dipilih *port* komunikasi untuk mikrokontroler COM10 yang bertipe *combo box* dan memilih *baudrate* 9600 (laju simbol per detik) yang bertipe *combo box* (gambar 17)



Ketika sudah memilih *port* dan *baudrate* maka klik tombol *open serial COMM*, pada blok program menggunakan *try and catch* untuk penanganan error ketika user salah memilih atau belum memilih *port* komunikasi dan *baudrate*. Pengetesan serial komunikasi (gambar 18) dengan inputan angka “1”, koneksi berhasil dilakukan dengan port COM 10.



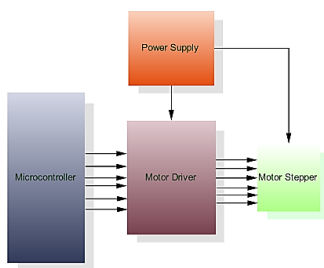
Gambar 17. Tampilan Serial Komunikasi



Gambar 18. Tampilan Pengecekan Serial Komunikasi

### 4.3 Mikrokontroler, Motor Driver, Motor Stepper

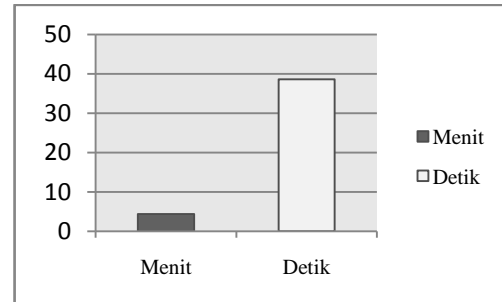
Gambar 19 menunjukkan bahwa subsistem *hardware* terdiri dari mikrokontroler dengan 6 digital pin D2, D3, D4, D5, D6, D7 akan dihubungkan dengan 6 pin IN1, IN2, ENA, ENB, IN3, IN4 pada *motor driver*. Perintah data yang ditransmisikan dari GUI ke mikrokontroler berupa data serial 1 bit untuk menjalankan *motor stepper* per 1.8°. *Power supply* 12 volt untuk mencatu *motor driver* dan *motor stepper*.



Gambar 19. Tampilan Konfigurasi Subsistem Hardware

Tampilan respons waktunya (gambar 20). Fungsionalitas GUI berhasil mengirimkan perintah serial ke mikrokontroler dan diteruskan ke *motor driver* untuk memutar *motor stepper* *clock wise* (CW) dengan setiap *step* 1.8° / akuisisi data daya dimana durasi rata-rata otomatis untuk untuk 1 putaran (360°) dari 30 kali pengulangan

pengukuran yaitu selama 4.4 menit 38.6 detik. Dengan konfigurasi frekuensi tengah 1.27 Ghz, ukuran FFT 4 (gambar 9) dan menghasilkan 100 sampel / *step*.

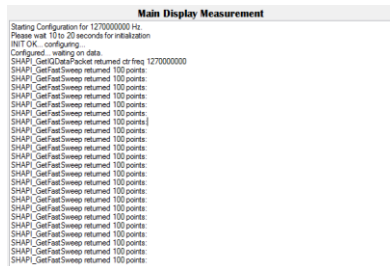


Gambar 20. Tampilan Hasil Durasi Pengukuran Otomatis

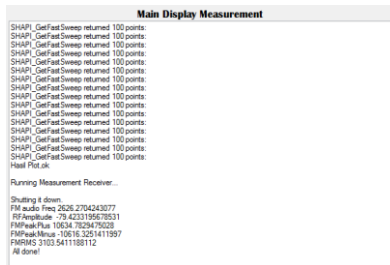
### 4.4 RF Detektor, Antenna Under Test (AUT), Data Flow

Menggunakan semua penjabaran yang ada di bagian sebelumnya maka pada penelitian ini, uji coba dilakukan untuk mengetes fungsionalitas perintah serial pada GUI ke mikrokontroler agar dapat menggerakkan *motor stepper* untuk 1 putaran (360°), melihat respons waktunya (gambar 20) agar bisa akuisisi data daya secara otomatis (gambar 23). Data daya sampel yang diakuisisi dari RF detektor berjumlah 100 sampel/*step* dengan tiap sampel memiliki jenis data bertipe double dan dalam format dBm (gambar 23) terlihat dimana data daya tersebut masih ada di baris yang atas (*Scroll up*). Proses inisiasi dan status saat proses akuisisi data daya (dBm) dari RF detektor menggunakan *GetIQDataPacketReturned* untuk frekuensi tengah 1.27 Ghz karena *IQ* digunakan untuk memperoleh representasi sinyal yang lebih presisi sehingga dapat ditentukan daya sinyal pada frekuensi tersebut[9].

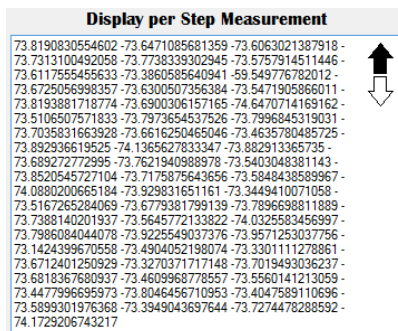
Uji coba pengukuran akuisisi data daya (dBm) dari RF detektor dilakukan sebanyak 30 kali. Uji coba untuk mengetes fungsionalitas program GUI untuk akuisisi data daya dari RF detektor *device*, untuk penelitian ini digunakan *signalhound* USB SA-44 serta dapat menyimpan data daya tersebut dalam format .csv secara otomatis (gambar 10). Gambar 23 menunjukkan sampel data daya terima dari RF Detektor *Device* berhasil diterima dan diakuisisi, format data daya yang diterima dalam (dBm). Kemudian, pada uji coba ini data tersebut akan dicari nilai maksimumnya diulang sebanyak 4 kali dan kemudian dirata-ratakan seperti proses *data flow* (gambar 6). Pada Penelitian ini dilakukan pengukuran sebanyak 30 kali pengulangan pengukuran, dengan konfigurasi frekuensi, serial *comm interface* yang sama seperti dijelaskan di bagian sebelumnya.



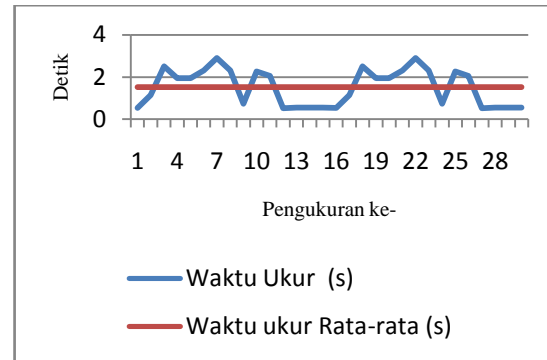
Gambar 21. Tampilan InisiasiAwal Akuisisi Data Daya di Main Display Measurement



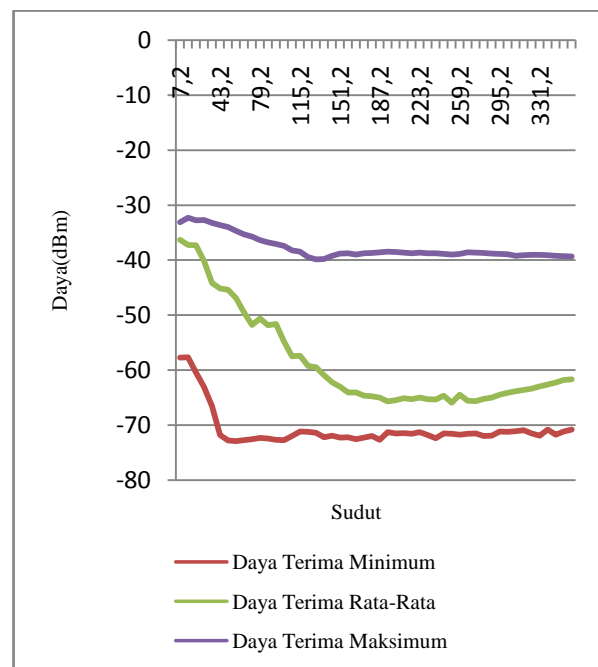
Gambar 22. Tampilan Status Akhir Akuisisi Data Daya di Main Display Measurement



Gambar 23. Tampilan Akuisisi Sampel Data Daya per Stepdi Display per Step Measurement



Gambar 24. Durasi Untuk Setiap 1.8 Derajat/Step



Gambar 25. Grafik Daya(dBm) Terima Rata-rata, Minimum, Maksimum, Variasi Daya Untuk 30 Kali Pengukuran

Tabel26. Selisih Daya Terima Rata-rata Untuk 30 Kali Pengukuran

Sudut	Selisih Daya Terima Rata-Rata (dBm)
7,2 s/d 14,4	0.943880603
14,4 s/d 21,6	0.042372498
21,6 s/d 28,8	2.853699685
28,8 s/d 36,0	3.988991977
36,0 s/d 43,2	0.980759418
43,2 s/d 50,4	0.251448315
50,4 s/d 57,6	1.50959404
57,6 s/d 64,8	2.606283306
64,8 s/d 72,0	2.269007592
72,0 s/d 79,2	1.167668749
79,2 s/d 86,4	1.21975111
86,4 s/d 93,6	0.188293805

Dari hasil (gambar 24) menjelaskan bahwa durasi yang dibutuhkan motor stepper untuk bergerak secara pengukuran realtime setiap 1.8 derajat/step dalam mode full step dari 30 kali pengulangan pengukuran didapat durasi rata-rata sebesar 1.513 detik/1.8 derajat step. Delay maksimal yang digunakan sebelum sistem dianggap gagal ialah 4 detik/1.8 derajat step sehingga untuk 1 putaran (360°) membutuhkan waktu 800 detik atau 13.3 menit. Sistem motor stepper yang dirancang memiliki durasi rata-rata sebesar 1.513 detik/1.8 derajat step sehingga sistem layak digunakan. Pada(gambar 25) terdapat grafik yang menjelaskan rata-rata, maksimum, minimum, variasi daya terimadari RF detektor yang diukur sebanyak 30 kali pengukuran. Daya terima rata-rata, maksimum, minimum, variasi daya diplot untuk setiap kelipatan sudut 7.2° untuk mempermudah pengamatan. Tabel 26 menjelaskan analisa hasil selisih daya(dBm) rata-rata untuk 30 kali pengukuran.

Sudut	Selisih Daya Terima Rata-Rata (dBm)
93,6 s/d 100,8	3.176563253
100,8 s/d 108,0	2.667646477
108,0 s/d 115,2	0.130571564
115,2 s/d 122,4	1.873169183
122,4 s/d 129,6	0.21109029
129,6 s/d 136,8	1.505491166
136,8 s/d 144,0	1.236305786
144,0 s/d 151,2	0.838054938
151,2 s/d 158,4	1.037480345
158,4 s/d 165,6	0.026651318
165,6 s/d 172,8	0.561707236
172,8 s/d 180,0	0.132698039
180,0 s/d 187,2	0.189991113
187,2 s/d 194,4	0.705580872
194,4 s/d 201,6	0.199113662
201,6 s/d 208,8	0.38459582
208,8 s/d 216,0	0.163174578
216,0 s/d 223,2	0.285628676
223,2 s/d 230,4	0.29039071

Dari (tabel 26) dapat dianalisa hasil bahwa selisih daya maksimum rata-rata 30 kali pengukuran per  $1.8^\circ$  sebesar 3.51697791 dBm dan selisih daya minimum rata-rata 30 kali pengukuran per  $1.8^\circ$  sebesar 0.003701572 dBm. Sudut diplot dengan selang  $7.2^\circ$  untuk mempermudah pengamatan.

#### 4. Kesimpulan

Dari uji coba yang telah dilakukan. Perancangan sistem untuk mendukung pengukuran antena otomatis telah berhasil digunakan untuk akuisisi data daya (dBm) dari RF detektor *device* dengan perintah dari GUI telah berhasil untuk memutar *motor stepper* per *step*  $1.8^\circ$  / akuisisi data daya dengan 100 sampel data daya/ *step* dimana durasi rata-rata otomatis untuk untuk 1 putaran ( $360^\circ$ ) dari 30 kali pengulangan pengukuran yaitu selama 4.4 menit 38.6 detik dan menyimpan hasil olah data daya seperti proses *data flow* (gambar 6) ke *file* tes.csv (gambar 10) secara otomatis. Durasi yang dibutuhkan *motor stepper* untuk bergerak secara pengukuran *realtime* setiap 1.8 derajat/*step* dalam mode *full step* dari 30 kali pengulangan pengukuran didapat durasi rata-rata sebesar 1.513 detik/1.8 derajat *step*. Selisih daya rata-rata 30 kali pengukuran per  $1.8^\circ$  sebesar 3.51697791 dBm untuk maksimum dan sebesar 0.003701572 dBm untuk minimum. Sistem yang telah dirancang dapat dikembangkan untuk mengukur parameter antena seperti *gain*, polarisasi, polarisasi.

#### REFERENSI

- [1] Atmega 2560. [online] : <http://www.atmel.com/Images/2549S.pdf>
- [2] Barret, Steven F. D. J. Pack. 2012. Atmel AVR Microcontroller Primer Programming and Interfacing, second edition, Wyoming and Colorado : Morgan and Claypool Publishers.
- [3] Dwi P, Hendrik, Heroe Wijanto. Agus Dwi Prasetyo. 2013. Perancangan Alat Bantu Pengukuran Otomatis Pola Radiasi, Polarisasi, Gain, Direktivitas Pada Antena. Bandung : IT Telkom.
- [4] Giles, E. S. with friends. 2008. IEEE Standard Test Procedures for Antennas, Antenna Standard Committee. New York : IEEE Standard Board.
- [5] Krauss, John D. 1988. Antennas second edition. United States of America : Mc-Graw Hill.
- [6] Signalhound RF sensordetector. [online] : <https://www.signalhound.com/products/usb-sa44b/>
- [7] Motomama v1.0. [online]: [https://www.0p0hacks.com/uploads/products/ds\\_im120417005\\_motomama.pdf](https://www.0p0hacks.com/uploads/products/ds_im120417005_motomama.pdf)
- [8] Signal Hound USB SA-44 application programming interface (API). [online]
- [9] I/Q Data for Dummies. [online] : <http://whiteboard.ping.se/SDR/IQ>
- [10] Brandon C. Brown., Frederic G. Goora and Chris D. Rouse, "The Design of an Economical Antenna gain and Radiation Pattern Measurement System." Antennas and Propagation Magazine, IEEE, 2011.
- [11] Andrew Temme, Donald VanderLaan and Stephen Zajac, "IEEE AP-S Student Design Challenge 2011 : Radiation Patterns on a Budget." Antennas and Propagation Magazine, IEEE, 2011.
- [12] Vittorio Picco, Keith Martin, "An Automated Antenna Measurement System Utilizing Wi-Fi Hardware." Antennas and Propagation Magazine, IEEE, 2011.