

Perancangan Sistem Antenna Tuner Otomatis Pada Frekuensi VHF Berbasis Arduino Menggunakan Android

Design of an Automatic Antenna Tuner System at VHF Frequency Based on Arduino Using Android

Adhi Priyanto¹, Muhammad Ainun Najib², Moh Rofi³,

^{1,2,3}Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika & Komputer AKI Pati
E-mail: ¹adhi.stmikaki@gmail.com, ²mmd.najib20@gmail.com, ³mohrofi2017@gmail.com,

Abstrak

Radio transceiver merupakan alat komunikasi yang masih cukup efektif dan relevan untuk membantu tugas-tugas harian terutama bagi para personil atau instansi yang bekerja di lapangan, namun saling terpisah di area yang luas secara geografis atau posisi medannya. Kondisi ini biasanya diperlukan karena belum tersedianya jaringan infrastruktur komunikasi permanen yang memadai seperti telephone atau internet. Pada transmisi komunikasi analog, permasalahannya adalah di bagian antenna tuner yang di tuning secara manual agar tetap match dan menjaga nilai SWR agar tetap stabil, karena setiap kali merubah frekuensi maka nilai SWR (Standing Wave Ratio) juga akan ikut berubah. Jika nilai SWR lebih dari 1.5 maka transceiver dapat mengalami overheating. Untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu dirancang sistem matching antenna tuner otomatis yang di kombinasikan antara Arduino nano dengan Android. Hasilnya pada saat merubah ataupun mengganti frekuensi pada radio maka sistem tuner berbasis arduino nano akan bekerja untuk memastikan nilai SWR tetap menunjuk pada nilai terendah. Sehingga kerusakan pada transceiver dapat dihindari.

Kata kunci: transceiver, Matching-SWR, antenna tuner, arduino-nano

Abstract

Radio transceiver is a communication tool that is still quite effective and relevant to assist daily tasks, especially for personnel or agencies working in the field, but are separated from each other in a large geographical area or terrain position. This condition is usually necessary due to the unavailability of an adequate permanent communication infrastructure network such as telephone or internet. In analog communication transmission, the problem is in the antenna tuner which is manually tuned to keep it matched and keep the SWR value stable, because every time the frequency changes, the SWR (Standing Wave Ratio) value will also change. If the SWR value is more than 1.5 then the transceiver may experience overheating. To overcome this problem, it is necessary to design an automatic antenna tuner matching system that is combined between Arduino Nano and Android. The result is that when changing or changing the frequency on the radio, the Arduino nano-based tuner system will work to ensure the SWR value remains at the lowest value. So that damage to the transceiver can be avoided.

Keywords: transceiver, Matching-SWR, antenna tuner, arduino-nano

1. PENDAHULUAN

Radio transceiver merupakan alat komunikasi yang masih cukup efektif dan relevan untuk membantu tugas-tugas harian terutama bagi para personil atau instansi yang bekerja di lapangan, namun saling terpisah di area yang luas secara geografis atau posisi medannya. Penggunaan perangkat *transceiver* yang merupakan pembangkit sinyal memerlukan pengaturan yang dikenal sebagai “matching” umumnya melalui beberapa tahap, dan selama ini masih dilakukan secara manual dimulai dari penyesuaian impedansi dan panjang kabel yang dikenal dengan istilah

“ngedip” kabel. Hal ini karena tergantung dari faktor kualitas dan efek hambatan/loss pada kabel berbeda tergantung tipe dan jenis karakteristik kabel (coaxial dan heliax).

Permasalahannya adalah antenna tuner yang di tuning secara manual agar tetap match dan menjaga nilai SWR agar tetap stabil, karena setiap kali merubah frekuensi maka nilai SWR (*Standing Wave Ratio*) juga akan ikut berubah.

Hasil pengukuran dari SWR meter dapat berupa analog maupun digital. pengukuran berupa analog akan menghasilkan hasil yang akurat jika ditempatkan pada bidang yang datar sedangkan pengukuran berupa digital akan menampilkan hasil langsung berupa angka. Karena perhitungannya sudah berbasis mikrokontroler atau mikroprosesor[1]. Nilai hasil pengukuran SWR yang bagus dan stabil dapat menjaga agar ketika seseorang menggunakan radio pada frekuensi tertentu dapat mengontrol nilai *matching*-nya sebuah antenna terhadap perangkat yang digunakan agar terhindar dari kerusakan.

Pada beberapa kasus juga dapat dilakukan dengan memberikan tambahan “balun” (*balance unbalance*) bila terjadi perbedaan impedansi antara kabel yang dipakai dengan antenanya[2]. Tahap berikutnya adalah *matching* pada antenna sesuai tipe antenna (Yagi, Telex, Ring “O”, J-pole, dan sebagainya) baik untuk kategori pancaran secara searah (“directional”) atau segala arah (“omni directional”). *Matching* antenna biasanya dengan menggunakan rumus perhitungan panjang gelombang (λ) dikaitkan dengan panjang, diameter dan jarak elemen antenna dan tidak menjadi materi pembahasan disini. *Setting* antenna juga dapat melalui “gamma match” untuk mendapatkan nilai SWR yang diinginkan sebelum antenna dipasang dan dinaikan ke tiang atau *tower*.

Mengingat faktor cuaca, angin, korosi dan lama operasional waktu pemakaiannya, kondisi nilai SWRnya seringkali akan mengalami perubahan dan untuk perawatannya pada antenna serta sistem kabel transmisi, maka perlu di cek dan dilakukan *setting* ulang secara berkala. Kondisi ini selain memerlukan tambahan waktu, tenaga dan biaya rutin operasional, juga menyebabkan kerugian karena berhentinya operasional penggunaan perangkat transceiver yang sangat mengganggu aktifitas operasional pada perangkat. Untuk itu diperlukan solusi lain menghindari rutinitas setting ulang pada sistem perangkat transceiver atau perbaikan serta penurunan antenna dari tiang atau *tower* dengan menggunakan “Antenna Tuner”. Antenna merupakan komponen yang sangat penting guna untuk mengonversikan getaran-getaran listrik menjadi getaran-getaran elektromagnetik[3].

Penambahan antenna tuner ini selain dapat menghemat biaya perawatan, juga memperpanjang waktu operasional pemakaian perangkat transceiver jangka panjang tetapi dengan catatan bila perubahan nilai SWRnya tidak terlalu besar/ekstrem yang berisiko pada kerusakan pada perangkatnya.

Agar posisi SWR meter selalu berada diposisi yang bagus/optimal maka perlu melakukan *matching* dengan cara memutar knob pada antenna tuner. Hasil *matching* dapat dilihat melalui tampilan SWR, semakin kecil nilai SWR maka semakin bagus. Nilai SWR tidak boleh lebih dari 1.5 apalagi jika mencapai lebih dari 2.0 dapat berakibat fatal dan pesawat *transceiver* nya akan mengalami kerusakan. Proses untuk memperoleh nilai SWR nya tetap bagus atau selalu pada posisi terendah agar aman hanya dapat dilakukan secara manual dan di kontrol secara visual selama transceiver digunakan.

Alasan penulis tertarik dengan sistem transmisi sinyal analog, karena masih hampir sebagian besar sistem komunikasi analog juga dipergunakan oleh berbagai pihak mulai dari militer atau aparat kepolisian, sistem komunikasi kebencanaan, penerbangan, siaran radio komersial, atau sistem komunikasi untuk keperluan instansi maupun perusahaan/niaga dan masih banyak sistem komunikasi lainnya yang juga berbasis analog termasuk untuk kegiatan amatir radio. Pada sistem komunikasi radio dengan transmisi analog selain masalah frekuensi dan daya pancar, yang juga perlu diperhatikan adalah masalah keamanan pada perangkat radio komunikasi tersebut. Kesesuaian antara daya pancar yang ditransmisikan dengan nilai SWR yang muncul dari pemuatan sinyal ke antenna bisa menyebabkan kerusakan pada perangkat radio komunikasi terutama di bagian blok final radio frekuensinya (RF) yang menyebabkan radio gagal difungsikan.

Tujuan penelitian di jurnal ini adalah untuk membuat konsep atau ide rancangan antenna tuner yang bekerja secara otomatis dengan menggabungkan rangkaian SWR digital dengan memanfaatkan Arduino untuk mengendalikan motor servo, serta beroperasi di frekuensi VHF (*Very High Frequency*) dari contoh-contoh skema rangkaian yang sudah ada sebelumnya. Pemilihan frekuensi VHF karena sistem antenna tuner pabrikan yang ada di pasaran saat ini pengaturannya masih secara manual, sedangkan yang sudah bekerja secara otomatis hanya pada frekuensi HF (*High Frequency*) misalnya pada seri Icom AT-130 atau Icom AT140 yang bekerja menggunakan sistem relay otomatis[4]. Pemilihan kelompok frekuensinya diatur oleh sistem relay berdasarkan input sinyal dan frekuensi yang diterima perangkat. Kelebihan sistem relay pada pengaturan otomatisnya adalah respon pemindahan matching SWRnya sangat responsif/cepat dalam hitungan milidetik, namun kelemahannya pada model ini adalah nilai matching SWRnya sebenarnya tidak pada nilai yang terendah atau tidak optimal namun hanya mendekati posisi yang paling aman karena bekerja sesuai blok range frekuensi yang sudah ditentukan dalam rangkaiannya secara permanen.

Sebelumnya sudah ada penelitian yang membahas seputar sistem SWR atau matching antenna, antara lain : Penelitian dari Sukma Aji, Muchlas, Sunardi[5] yang membahas mengenai perancangan pengukuran SWR digital dan pengamanan transmitter FM 88-108 MHz, tetapi menggunakan sistem relay sebagai pengamanan penghentian transmit bila nilai SWR tinggi dan tidak melakukan penyesuaian matching secara otomatis untuk pemulihan nilai SWR yang aman serta berbasis mikrokontroler AT89S51 bukan Arduino. Kemudian penelitian dari K. Rois'Am, B. Sumantri, A. Wijayanto[6] yang membahas mengenai pengaturan posisi motor servo yang menggunakan metode fuzzy logic bukan berdasarkan pada metode Z-Matcher untuk mencari secara otomatis nilai SWR terendah. Pada penelitian lainnya dari W. Blodgett[7] membahas mengenai matching dengan metode *impedance matching* tetapi menggunakan sistem balun bukan sistem tuner otomatis dengan servo yang menggerakkan varco yang bekerja di frekuensi VHF bukan HF.

2.METODE PENELITIAN

Proses dan metode penelitian untuk rancangan sistem antenna tuner otomatis ini adalah sebagai berikut :

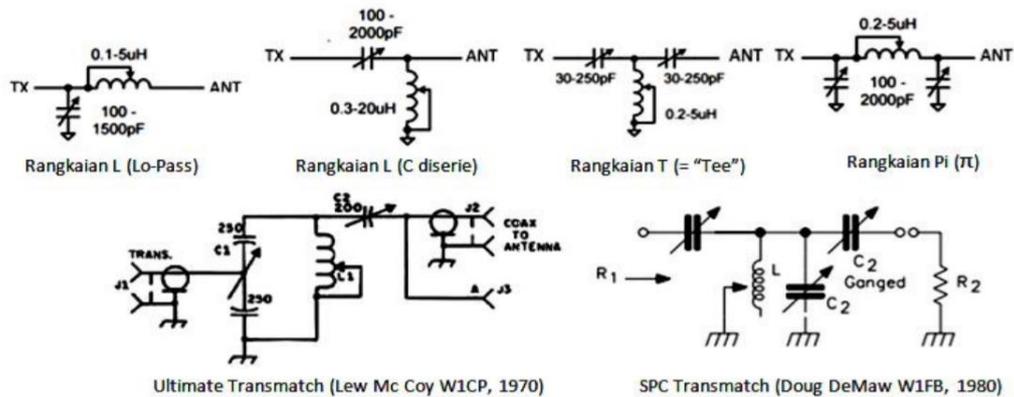
2.1 Matching

Penyesuaian transmisi dari transceiver ke antenna memerlukan penyesuaian karakteristik yang umumnya dikenal dengan istilah “matching”. *Matching* merupakan transfer daya maksimum untuk menyatakan bahwa daya maksimum tersebut dapat diserap oleh antenna untuk dipancarkan melalui saluran yang menyatukan dua terminal. Jika impedansi yang satu berhubungan kompleks dari yang lain, maka jika daya maksimum telah mengambil tempat antara sumber dan beban, resistansi dari beban seharusnya akan sama dengan sumber dan reaktansi beban berlawanan dengan tandanya. Sehingga sumber menjadi induktif, dan beban bersifat kapasitif atau sebaliknya.

2.2 Metode Zee-Matcher

Metode yang dipergunakan untuk *matching* antenna dalam penelitian ini adalah Zee-Matcher (Z-Matcher) yang awalnya diteliti dan dikembangkan untuk frekuensi HF[8]. Seiring dengan meningkatnya penggunaan perangkat radio komunikasi yang beredar di pasaran, alokasi frekuensi VHF dan UHF mulai banyak diminati sehingga Z-Matcher juga dikembangkan secara pabrikan untuk frekuensi tersebut namun dengan sistem yang masih manual. Penggunaan *matching* pada antenna melalui alat/rangkaian di luar antenna awalnya dikenal dengan istilah “*Antenna Tuner*” dan pertama kali dipakai oleh Byron Goodman, W1DX pada tahun 50'an. Istilah lainnya yaitu “*Matching Unit*” atau “*Coupler*” yang lebih duluan lazim digunakan.[8] Kelebihan dari metode ini adalah kemampuan untuk menangani saluran transmisi yang lebar dari impedansi 25 – 150 Ohm dan dapat disambungkan tanpa memerlukan balun (*unbalance*), sehingga cocok untuk kabel coaxial baik yang berimpedansi 50 Ohm maupun 75 Ohm yang telah menjadi standart umum kabel antenna di pasaran. Manfaat lainnya dari Z-Matcher ini adalah menekan dan mengurangi harmonisasi frekuensi sebagai akibat dari dua saluran transmisi yang berdekatan atau

timbulnya *Radio Frequency Interference* (RFI) dari dua pemancar yang berdekatan yang menyebabkan derau (*noise*) atau cacat sinyal.



Gambar 1 Beberapa Model Desain Rangkaian Z-Matcher

2.3 Tinjauan Pustaka

SWR (*Standing wave ratio*) atau yang sering dinyatakan dengan istilah VSWR antena didefinisikan sebagai perbandingan level tegangan yang akan kembali ke pemancar (V-) dan yang akan menuju beban (V+) dari sumbernya, hal ini lazimnya disebut sebagai koefisien pantul “Γ” biasanya di notasikan dengan rumus :

$$\Gamma = \frac{V-}{V+} \quad [9]$$

Hubungan antara koefisien pantul impedansi karakteristik saluran (Z_0) dan impedansi beban (Z_L) :

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

Perangkat SWR meter merupakan alat yang digunakan untuk mengecek tingkat kesesuaian impedansi (hambatan ukuran arus AC) antara perangkat antena dengan transceiver yang biasa disebut dengan istilah “*Matched*”. Nilai SWR yang diharapkan adalah mendekati 1:1, menunjukkan kesesuaian impedansi antena dengan saluran transmisinya. SWR juga dapat memperlihatkan nilai dengan kondisi pada gelombang tegangan maju maupun balik dan perbandingan kedua gelombang tersebut. Jika terjadi kesamaan impedansi antara antenna coax 50 Ohm maka energi akan terserap semua ke antena. Jika pengukuran dilakukan disepanjang kabel coax maka akan mempunyai tegangan dan bentuk gelombang yang sama dengan titik keluaran dari *transmitter*. Kondisi inilah yang disebut kondisi selaras atau *matching* dengan perbandingan nilai SWR 1:1. Beban resistif nilai SWR juga bisa dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\frac{SWR_{Beban R}}{Z_0} \text{ atau } \frac{Z_0}{Beban R} \quad (1)$$

Keterangan : Beban R = nilai impedansi antena Z_0 = nilai impedansi kabel coax. Rumus diatas digunakan untuk menghindari mendapatkan atau menghasilkan nilai SWR yang lebih besar atau sama dengan 1 (≥ 1).

Untuk mengetahui posisi *matching* SWR adalah dengan mengambil nilai dari tegangan *forward* (V-Fwd) dan tegangan *reflectednya* (V-Ref) melalui rangkaian bridge SWR, sehingga didapat nilai pada SWR: $SWR = (V-Fwd + V-Ref) : (V-Fwd - V-Ref)$ [10]. (2)

Motor servo adalah motor yang berkemampuan unik karena putaran pada motor servo berputar dengan secara lambat, akan tetapi mempunyai torsi yang begitu besar [6]. Motor servo memerlukan sistem penggerak khusus yang akan mengendalikan posisi putaran motornya secara presisi. Motor servo terbagi menjadi dua jenis yaitu motor servo AC dan motor servo DC. Kedua motor servo tersebut memiliki kemampuan yang berbeda, motor servo AC berkemampuan untuk menangani tegangan arus listrik yang

mempunyai beban yang berat/ tinggi yang cocok untuk mengendalikan mesin-mesin industri, sedangkan motor servo DC hanya untuk menangani tegangan listrik yang lebih rendah. Tingkat presisi dan akurasi pada motor servo sangatlah tinggi karena motor servo mampu menentukan posisi secara terprogram.

Antenna Tuner otomatis disini menggunakan *prototype* yang digunakan untuk mengatur antenna untuk mendapatkan sinyal. Istilah dari kata otomatis berarti *tuner* dapat menyetel antenna dengan mencocokkan impedansinya secara otomatis ketika terhubung ke pemancar radio. *Prototype* tersebut merupakan sistem yang mampu mengubah *impedansi* beban yang tidak bisa diprediksi atau berubah ubah sebagai akibat dari pergantian frekuensi, secara otomatis *tuner* akan menyesuaikan ke posisi yang terbaik. Selain itu yang digunakan untuk membuat rancangan yang memungkinkan pengendalian pada sistem elektronik terdiri dari perangkat lunak dan perangkat keras. Yang akan dibahas yaitu mengenai arduino nano yang dapat dikontrol menggunakan Android. Arduino nano adalah papan pengembangan (*development board*) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P dengan bentuk yang sangat mungil[11]. Pengendalian motor stapper via arduino nano ini dapat membantu dan memudahkan proses *matching* tanpa harus memutar secara manual pada antenna tunernya. *Prototype* tersebut dapat melakukan *matching* secara otomatis sehingga lebih efektif dan efisien karena opsi menu otomatis pada aplikasi Android sebagai pengendalinya prosesnya akan mengurangi pengaturan dan pengamatan secara manual dan visual serta meminimalkan risiko kerusakan pada perangkat radio komunikasi. Dengan adanya Arduino nano yang bertugas mengendalikan perangkat antenna tuner otomatis dapat bekerja sesuai dengan perintah sistem yang sudah dibuat pada Android. Karena disini terdapat dua buah mode yaitu mode otomatis dan mode manual yang dapat dikontrol melalui Android.

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain (Perancangan dan Pemodelan)

Blok Modul Diagram Sistem SWR Tuner Otomatis adalah sebagai berikut :



Gambar 2 Blok Modul Diagram Sistem SWR Tuner Automatis Berbasis Arduino

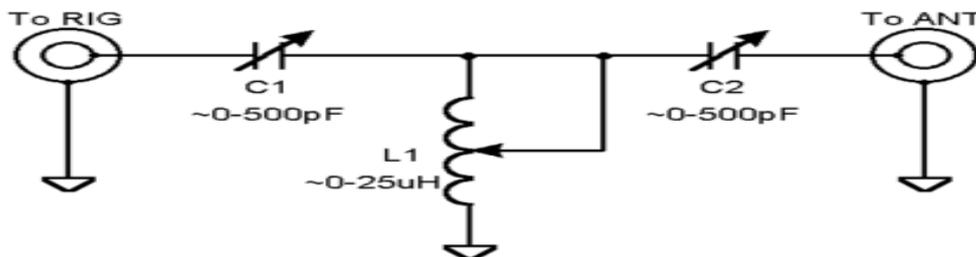
Untuk memperjelas urutan proses dari sistem komunikasi dan transmisi dari dari blok modul diagram tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Tranceiver* : berupa perangkat radio komunikasi yang bisa menggunakan jenis Rig atau Handy Talkie (HT) sebagai sumber sinyal, perbedaan antara RIG atau HT dalam permasalahan di sini adalah

- mengenai kekuatan daya pancar RF (Watt). HT biasanya mempunyai daya pancar kurang dari 5 Watt sedangkan RIG biasanya lebih dari 15 Watt.
2. *Antenna Tuner* : merupakan perangkat yang akan melakukan fungsi *matching* pada setiap frekuensi yang dihasilkan dari sinyal radio komunikasi agar mendapatkan nilai SWR terendah yang paling aman.
 3. *SWR Digital* : perangkat pengukur sinyal SWR. SWR yang digunakan disini berbasis digital karena setiap frekuensi yang dipancarkan dari radio yang sinyalnya melewati SWR tidak memerlukan kalibrasi seperti pada SWR analog. SWR digital ini akan menghasilkan sinyal tegangan dan arus dalam mili Volt-Ampere untuk mengetahui *forward* sinyal sebagai *power* dari radio komunikasi dan *backward* sinyal dari antenna sebagai input *reflected SWR*.
 4. Instalasi sistem transmisi terdiri dari Antena dengan konektor dan sistem perkabelannya : perangkat antena akan mengubah sinyal radio komunikasi menjadi pancaran radiasi gelombang elektromagnetik ke udara melalui transmisi kabel dan konektor yang umumnya berimpedansi 50 Ohm.
 5. Modul Kontrol Arduino pengendali motor servo/stapper yang akan bekerja berdasarkan *input* dari SWR digital terutama untuk pengendalian putaran ke kanan dan kirinya motor servo berdasarkan nilai tegangan dari *V-backward* atau *V reflected* dari antena.
 6. Modul Bluetooth : digunakan untuk mengirimkan dan menerima secara *full duplex* data dari modul kontrol motor servo agar dapat dilakukan monitoring dan pengaturan opsi control pengendaliannya.
 7. Modul Arduino dan Smartphone yang berisi program *coding* di Arduino yang akan mengisikan instruksi ke modul kontrol arduino, karena mempunyai sistem koneksi bluetooth sekaligus di fungsikan untuk monitoring SWR dan opsi pengaturan secara manual.
 8. Blok 5,6,7 mengendalikan blok 2 melalui menu aplikasi di Android.

3.2 Desain Antena Tuner (AT)

Desain antenna tuner sederhana menggunakan metode Z-Matcher dari referensi beberapa rekan di amatir radio untuk frekuensi VHF adalah sebagai berikut :



Gambar 3 Antena Tuner VHF sederhana metode Z-Matcher

Frekuensi kerja yang biasa dipakai untuk radio komunikasi VHF misalnya pada seri Icom 2200H yang dipakai penulis mulai dari rentang 136 MHz - 174 MHz dengan keluaran RF sekitar 65 Watt mode *High*. Bila diambil sampel pada frekuensi 144 MHz yang sering dipakai sebagai dasar frekuensi kerja pabrikan antenna maka dengan menggunakan rumus :

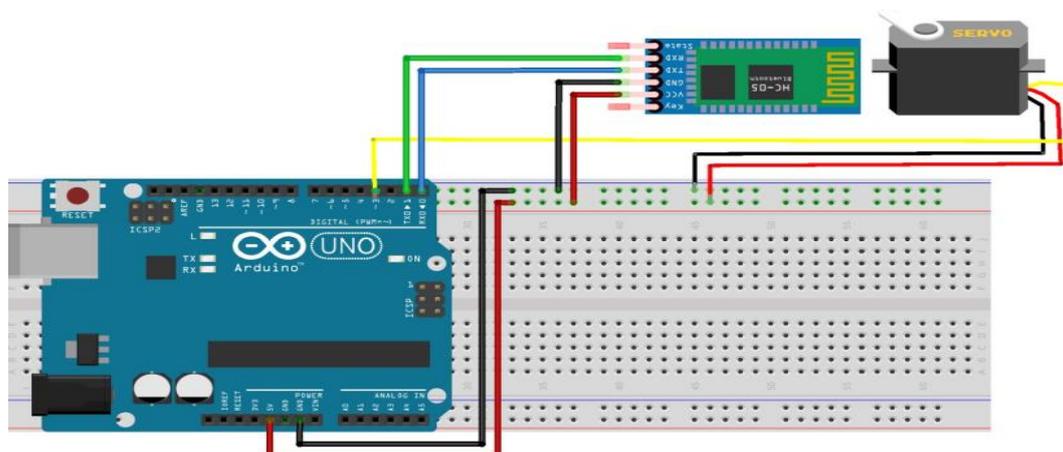
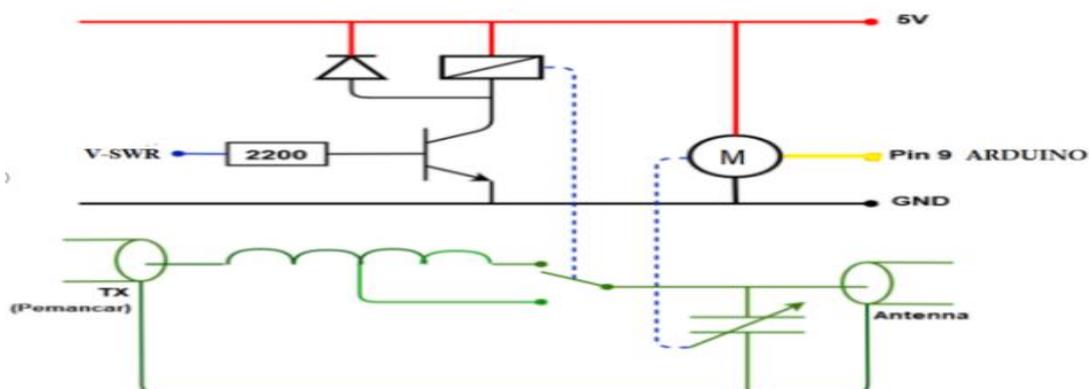
$$\text{Lamda } (\lambda) = \frac{300}{F} \times 0,98 \text{ maka } (\lambda) = \frac{300}{144} \times 0,98 = 2,041666 \text{ Meter (3) atau bekerja pada 2 M Band}$$

dengan angka 300 sebagai konstanta kecepatan rambatan gelombang elektromagnetik, 098 sebagai konstanta cepat rambat antena dan F merupakan frekuensi kerja dalam satuan MHz.

3.3 Skema Antenna Tuner dan Arduino

Prototype rangkaian antenna tuner ke Arduino nano dengan menghubungkan *output* SWR digital ke salah satu papan Arduino yang selanjutnya membangun L-tuner sederhana dengan koil tetap dan kapasitor berputar (400pF). Kapasitor tersebut yang akan digerakkan oleh motor servo. Dengan melakukan sapuan secara bertahap menggunakan kapasitor variabel (Varco), Arduino mencoba mencari posisi SWR terendah. Setelah penyapuan itu Varco akan mengubah

ke posisi SWR terendah. Langkah selanjutnya adalah memvariasikan induktor dengan koneksi ekstra di tengah. Induktor tersebut memiliki panjang 8cm, diameter 4cm, dan memiliki 14 lilitan. Selain itu dengan menambahkan relai untuk mengalihkan antara setengah atau induktansi penuh. Berikut merupakan diagram rangkaiannya :



Gambar 4 Skema Tuner ke Arduino Motor Servo

Bagian hijau adalah bagian RF, yang diisolasi secara elektrik dari bagian kontrol. Bagian kontrol (biru) terhubung ke papan Arduino. Pengukur SWR pabrikan (Surecom SW-102) untuk menjamin akurasi hasil pengukuran ditempatkan diantara antenna tuner dan pemancar (TX). *Output* DC dari meteran SWR terhubung ke *input* analog 0 dari Arduino. Transistor bisa dipasang dengan tipe NPN biasa, misalnya BC547. Resistornya sendiri berkekuatan 2200 ohm, tetapi bisa juga pakai 4k7. Diodanya sendiri dapat menangani arus bumerang dari relai dan servo 180 derajat (5 volt generik) dan secara mekanis terpasang ke kapasitor. Induktor diaktifkan oleh relai 5 volt, yang harus mampu menangani daya RF yang diinginkan.

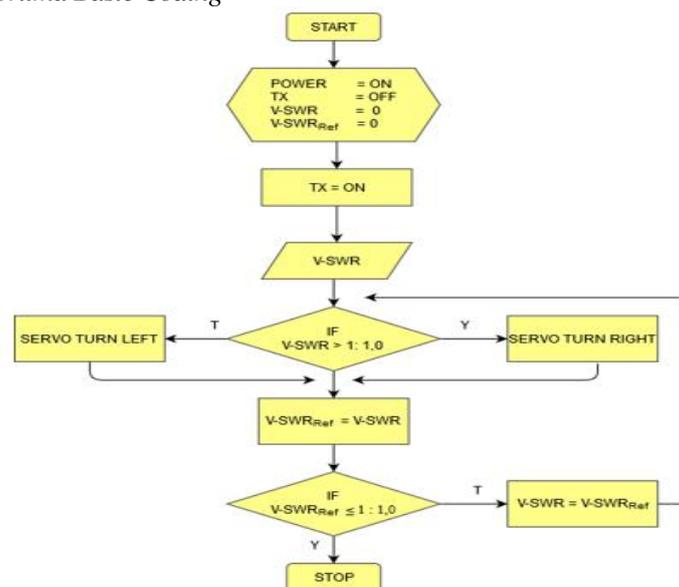
3.4 Prinsip Kerja Rangkaian

Untuk dapat melakukan fungsi *matching* secara otomatis, maka ada beberapa tahapan yang diperlukan, dengan mekanisme sebagai berikut :

1. Semua perangkat di aktifkan terlebih dahulu terutama sistem Arduino nano yang membutuhkan start awal pada microchipnya.
2. SWR digital menerima sinyal dari radio komunikasi dan menghasilkan sinyal maju dalam bentuk tegangan *V-forward* yang dipakai sebagai referensi daya atau *power*nya, dan sinyal balik dari antena dalam bentuk tegangan *V-backward/reflected*. Perbandingan rasio sinyal maju dan sinyal balik ini yang menjadi munculnya nilai SWR (*V-SWR*).

3. *Output* dari tegangan *V-reflected* yang menunjukkan *V-SWR* di umpan ke aplikasi modul kontrol Arduino.
4. *V-SWR output* pertama kali dipakai sebagai harga awal *V-SWR*, bila nilainya lebih besar dari 1:1,0 ($V-SWR > 1:1,0$) maka, default program akan memutar motor servo kearah kanan sambil memasukkan *input* dari *V-SWR* berikutnya sebagai *V-SWR referensi*. Bila *V-SWR* kurang dari 1:2,0 ($V-SWR < 1:2,0$) maka motor servo berputar ke kiri sebagai putaran ke 1.
5. Pada saat motor servo berputar baik ke kiri atau ke kanan, nilai *V-SWR* akan berubah. Nilai *V-SWR* berikutnya ini akan di pakai sebagai *V-SWR referensi* (*V-SWR Ref*).
6. Bila *V-SWR* refensi nilainya semakin menurun atau lebih kecil dari *V-SWR* awal ($V-SWR \text{ referensi} < V-SWR \text{ awal}$), maka motor servo terus berputar searah atau melanjutkan sapuan putaran sebagai putaran ke 2.
7. Sebaliknya bila *V-SWR* refensi nilainya semakin naik ($V-SWR \text{ referensi} > V-SWR \text{ awal}$), maka putaran motor servo akan terbalik sebagai putaran ke 2.
8. Pada saat putaran ke 2, oleh program *V-SWR* refensi berikutnya setelah motor servo berputar akan menjadi *variable V-SWR awal* ($V-SWR \text{ awal} = V-SWR \text{ referensi}$) untuk memutuskan putaran ke 3.
9. Proses program berulang (*looping*), bila *V-SWR* awal menjadi lebih kecil dari *V-SWR* refensi ($V-SWR \text{ awal} < V-SWR \text{ referensi}$) maka putaran akan terus berlanjut ke sapuan sebelumnya, dan sebaliknya bila *V-SWR* awal lebih besar dari *V-SWR* refensi, maka motor servo akan berubah arah.
10. Demikian seterusnya proses berulang motor servo terus berputar sampai mendapatkan nilai *V-SWR* yang terkecil ($V-SWR \leq 1:1,0$).

3.5 Flowchart Algoritma Basic Coding



Gambar 5 Flowchart Algoritma Basic Coding

Penjelasan dari flowchartnya adalah sebagai berikut :

Power ON : Semua perangkat mulai dari radio komunikasi, SWR, tuner, dan Arduino nano diaktifkan.

TX : Sinyal transmit radio komunikasi.

V-SWR : *Input voltage* nilai SWR (aman diposisi < 1 : 1,0).

V-SWRref : Nilai SWR yang *realtime* berdasarkan *output* dari nilai SWR yang paling akhir selama TX = ON, dengan Servo Turn Right : Motor servo bergerak ke kanan, Servo Turn Left : Motor servo bergerak ke kiri

3.6 Coding Program

Untuk penerapan di rangkaian Tunernya, diprogramkan untuk membandingkan input sinyal yang dipantulkan terlebih dahulu. Pembacaan kedua pengukuran untuk membandingkan antara *V-Forward* dan *V-Reflectednya*. Selain itu yang perlu diwaspadai ketika nilai SWR terlalu rendah atau tidak dapat ditemukan karena power sinyal terlalu lemah, jadi harus dipastikan dulu kondisi perangkat pemancar bekerja normal dan memberikan sinyal *output power* setidaknya lebih dari 0,5 Watt agar sensor di rangkaian bisa bekerja dengan baik.

Berikut adalah *code* nya :

```

//=====Servo TUNER Adhi-Najib-Rofi =====//

//===== script Opsi Menu =====//

const int out = 9; //pin 9 arduino
#define mode ManualHIGH
#define mode Automatic LOW
int incomingByte = 0; // variabel untuk menampung data serial bluetooth
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(out, OUTPUT);
}

override fun onContextItemSelected(item: MenuItem): Boolean {
  val info = item.menuInfo as AdapterView.AdapterContextMenuItemInfo
  return when (item.itemId) {
    R.id.manual -> {
      manualNote(info.id)
      true
    }
    R.id.matic -> {
      automaticNote(info.id)
      true
    }
  }
  else -> super.onContextItemSelected(item)
}
}

//===== script kontrol mode Manual =====//

#include <Servo.h>
Servo motorServo;
void setup()
{
  motorServo.attach(9); //servo Pada Pin digital 9
}
void loop()
{
  motorServo.write(45); // Turn Servo ke kiri 45 degrees
  delay(1000);
  motorServo.write(0); // Turn Servo ke kiri 0 degrees
  delay(1000);
  motorServo.write(90); // Turn Servo ke posisi center position (90 degrees)
  delay(1000);
  motorServo.write(135); // Turn Servo ke kanan 135 degrees
  delay(1000);
  motorServo.write(180); // Turn Servo ke kanan 180 degrees
  delay(1000);
  motorServo.write(90); // Turn Servo ke posisi center position (90 degrees)
  delay(1000);
}

//===== script kontrol mode Automatic =====//

#include <Servo.h> //library servo
Servo myservo; // membuat variabel servo untuk dikendalikan
int pos = 0; // deklarasi variabel untuk posisi sudut
void setup()
{
  myservo.attach(9); // deklarasi servo pada pin 9
}
void loop()
{
  for(pos = 0; pos < 180; pos+= 1) // perulangan untuk posisi 0 sampai 180 derajat
  { // step setiap 1 derajat
    myservo.write(pos); // memerintahkan servo ke posisi derajat sesuai nilai variabel pos
    delay(20); // menunggu 20 mili detik
  }
  for(pos = 180; pos>=1; pos-= 1) // perulangan untuk posisi 180 sampai 0 derajat
  {
    myservo.write(pos); // memerintahkan servo ke posisi derajat sesuai nilai variabel pos
    delay(20); // menunggu 20 mili detik
  }
}

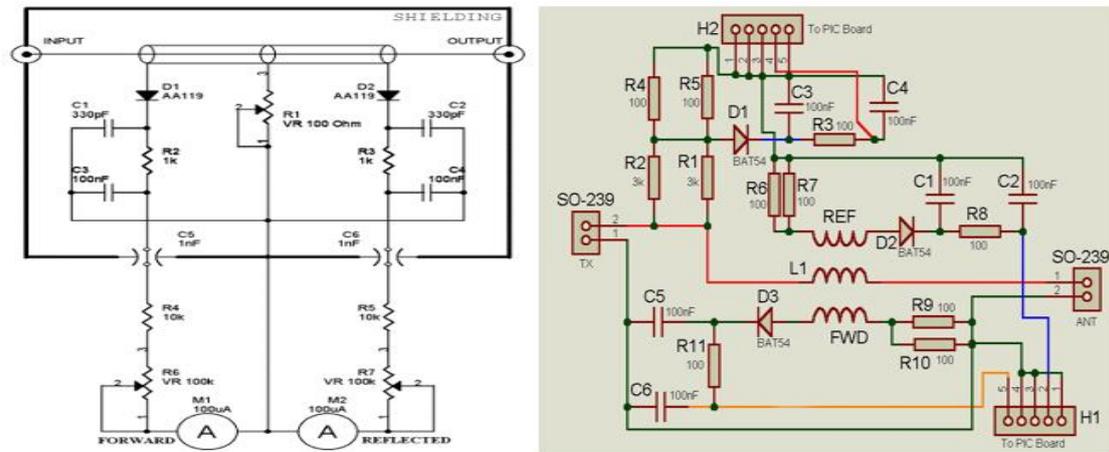
```

Gambar 6 Coding Program

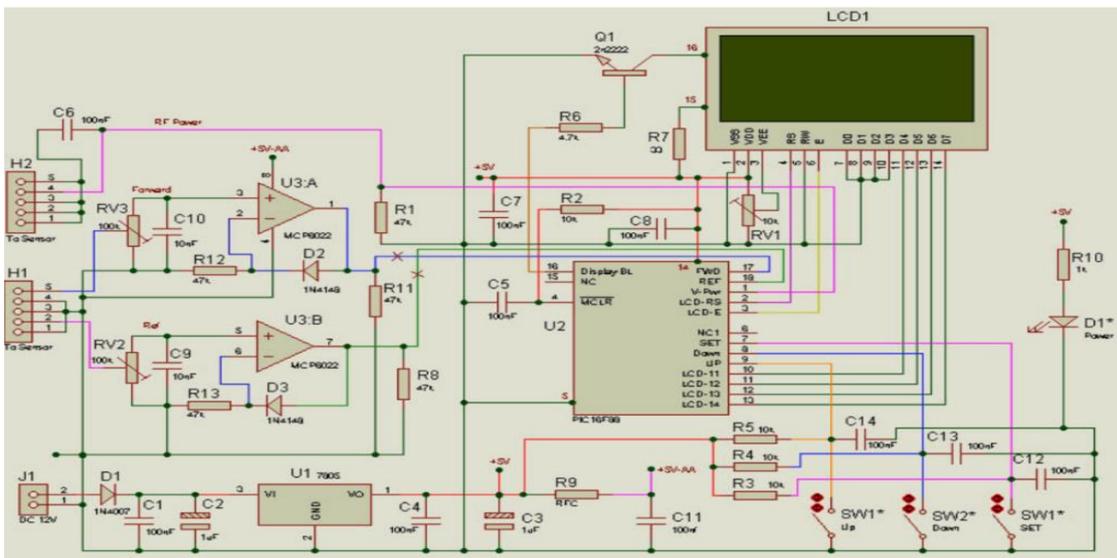
3.7 Skema, Bridge, SWR HF-VHF, dan Layout PCB

Untuk membuat antenna tuner otomatis ini membutuhkan rangkaian SWR digital sebagai *input* Arduino nano yang akan mengendalikan putaran motor servonya. Rangkaian Bridge mengambil skema

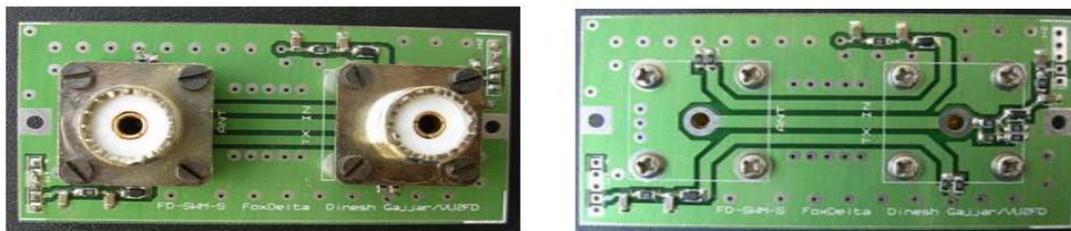
rangkaian yang sudah ada dari rekan amatir dan yang akan menghasilkan sinyal tegangan V-SWR (Forward dan Reflected) untuk input Arduino adalah sebagai berikut :



Gambar 7 Skema Bridge SWR



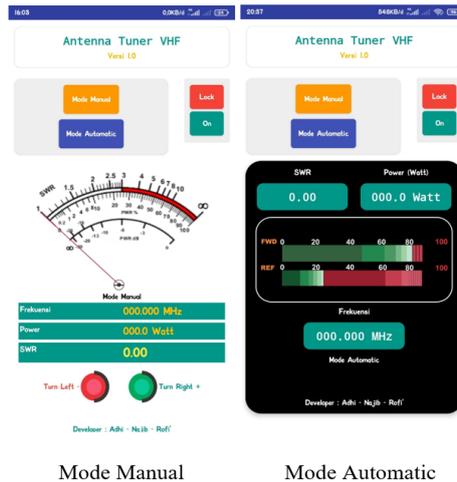
Gambar 8 Skema Display SWR HF-VHF Digital



Gambar 9 PCB : Blok Bridge SWR Sisi Depan dan Belakang

3.8 Desain Menu dan Hasil Pengukuran SWR

Desain sistem pengendalian motor servo pada Tuner melalui aplikasi Android, yang untuk versi pertama ini menggunakan koneksi Bluetooth untuk pengaturan baik secara manual maupun automatic dengan tampilan desain menu sebagai berikut :



Gambar 10 Menu Tampilan Android : Mode Manual dan Mode Automatic

Sedangkan data hasil pengukuran dari SWR untuk mengetahui respon terhadap range frekuensi kerja VHF adalah sebagai berikut :

FREQUENCY (MHz) TX - TRANSCEIVER	NILAI SWR	
	Manual	Automatic
136.000	B: 13:53 SW102 V2.02 14.1W 136.000 Trans: 99.99% MHz USWR: 1.01 Fw: 14.1P Rv: 0.0003P	B: 14:03 SW102 V2.02 13.0W 136.000 Trans: 99.46% MHz USWR: 1.15 Fw: 13.0P Rv: 0.0692P
144.000	B: 24:26 SW102 V2.02 6.76W 144.000 Trans: 99.97% MHz USWR: 1.03 Fw: 6.76P Rv: 0.0015P	B: 24:05 SW102 V2.02 6.54W 144.000 Trans: 90.19% MHz USWR: 1.91 Fw: 6.54P Rv: 0.6411P
160.000	B: 22:31 SW102 V2.02 11.8W 160.004 Trans: 99.99% MHz USWR: 1.00 Fw: 11.8P Rv: 0.00P	B: 18:51 SW102 V2.02 14.0W 160.000 Trans: 99.64% MHz USWR: 1.12 Fw: 14.0P Rv: 0.0500P

Gambar 11 Hasil pembacaan nilai SWR

Spesifikasi / data teknis perangkat dan peralatan komunikasi untuk mendukung pengujian selain sistem antenna tuner dan perangkat Android dan adalah sebagai berikut :

1. Base Antena Omnidirectional BRC HP-500, Frequency 145 MHz, power maksimum 200 Watt dengan Gain : 8,3 dB.
2. Konektor Amphenol dan kabel Coaxial Belden RG 8 Belden panjang 25 M.
3. RIG Icom 2200 H, Frequency TX : 136 - 174 MHz.
4. SWR Surecom SW-102, Range Frequency (125 - 525 MHz), input maksimal 150 Watt.

4.KESIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian yang terdapat pada penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembuatan rancangan antenna tuner otomatis berbasis Arduino ini direncanakan untuk menurunkan nilai SWR yang terendah berdasarkan pembacaan *input* dari SWR digital, dan bukan sebagai rangkaian proteksi SWR.

2. Karena menggunakan prinsip motor servo, maka terjadi *delay* respon sehingga selama proses penyesuaian nilai terendah SWRnya perlu dipertimbangkan dan diwaspadai untuk radio pemancar dengan *power* RF lebih dari 50 Watt karena adanya jeda waktu sebelum nilai SWR berada pada posisi terendah yang aman.
3. Saran untuk pengembangannya selanjutnya adalah penggabungan dari sistem *matching* relay dan sistem *matching* automatic motor servo berbasis Arduino nano. Sistem ini akan mendapatkan 2 (dua) manfaat, yaitu kecepatan *matching* dari sistem relay akan memperkecil range nilai SWR terendah sebagai langkah awal dan sistem *automatic* motor servo akan membuat sistem antenna tuner semakin akurat pada titik terkecil/terendah dari nilai SWR.
4. Apabila terjadi kegagalan pada saluran transmisi atau pada antenna karena kabel terputus, konektor kendur atau antenna patah karena cuaca yang ekstrem sehingga terjadi nilai SWR diluar range yang dapat ditangani oleh antenna tuner, maka sebaiknya diperlukan *auto switch* yang dapat otomatis memindahkan transmisi yang semula ke arah antenna tuner beralih ke sistem *Dummy Load* atau relay yang menghentikan transmit RF sehingga *transceiver* pada mode yang aman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. C. Tanijaya and S. Octaviani, "Voltage Standing Wave Ratio (Vswr) Meter Digital Dengan Bantuan Mikrokontroler Atmega8535," *J. Tek. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 10, pp. 118–127, 2014.
- [2] T. Riyadi, E. Setijadi, and G. Hendranto, "Perancangan dan Pengukuran Antena Microstrip Dual-Band pada Frekuensi 144 MHz/430 MHz untuk Perangkat...," no. July, pp. 1–6, 2015.
- [3] C. Saleh, E. Nurcahyo, and S. Noertjahjono, "Komunikasi Jarak Jauh Radio Vhf/Uhf Menggunakan Cross Band Repeater (Xbr) Di Kube Psp Desa Kemiri Kecamatan Jabungmalang," *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 1, pp. 21–29, 2019, doi: 10.36040/industri.v9i1.378.
- [4] B. D. L. Kincaid, "An Automatic Antenna Tuner : The AT-11 This easy-to-build , fully automatic tuner makes time-consuming knob twisting and roller cranking a page in your station ' s history book !," no. C, pp. 1–9, 1997.
- [5] S. Aji, M. Muchlas, and S. Sunardi, "PERANCANGAN PENGUKUR SWR DIGITAL DAN PENGAMAN TRANSMITER FM 88–108 MHz BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51," *TELKOMNIKA (Telecommunication Comput. Electron. Control.*, vol. 5, no. 3, p. 207, 2007, doi: 10.12928/telkomnika.v5i3.1368.
- [6] K. Rois'Am, B. Sumantri, and A. Wijayanto, "Pengaturan Posisi Motor Servo DC Dengan Metode Fuzzy Logic," *Metode*, no. December, 2010, [Online]. Available: <http://repo.pens.ac.id/1336/>.
- [7] W. Blodgett, "3 . 5 to 30 MHz Automatic Antenna Impedance Matching System By," no. August, 2012.
- [8] S. Bambang, "Merakit sendiri Zee-matcher, ATU/Matching Unit sederhana yang serbaguna," <https://repository.unikom.ac.id>, p. 6, 2017, [Online]. Available: [https://repository.unikom.ac.id/52349/1/Z-matcher ver 17.0 - fin.pdf](https://repository.unikom.ac.id/52349/1/Z-matcher%20ver%2017.0%20-%20fin.pdf).
- [9] P. F. Wlan, "Jurnal Vol. 10 No. 2 Juli 2019," vol. 10, no. 2, pp. 129–144, 2019.
- [10] S. Suwanto, Y. Crhistyono, and AA Zahra, "Perancangan Simulasi Smith Chart Untuk Impedance Matching," *eprints.undip.ac.id*, pp. 1–9, 2011.
- [11] F. Djuandi, "Pengenalan Arduino," *E-book. www. tobuku*, pp. 1–24, 2011.