

Alat Pengendali Arus pada Mesin DC-400 Berbasis Mikrokontroler dan Android

Didi Istardi⁽¹⁾, Muhammad Abdul Ghafur⁽²⁾, Nugroho Pratomo Ariyanto⁽³⁾

⁽¹⁾⁽²⁾ Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mekatronika

⁽³⁾Program Studi Teknik Mesin

Parkway Street, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

E-mail: istardi@polibatam.ac.id⁽²⁾, ghafur.polibatam@gmail.com⁽¹⁾, nugroho@polibatam.ac.id⁽³⁾.

Abstrak

Power source adalah alat yang berfungsi untuk menghasilkan arus listrik pada mesin las untuk proses pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*). Pengaturan arus keluaran pada mesin tersebut dilakukan dengan menggunakan sebuah *knob* pada panel *output control*. Hal ini dilakukan agar dapat menghasilkan panas yang sesuai dengan kebutuhan pada saat pengelasan. Sistem ini ada keterbatasan pada jarak untuk melakukan pengontrolan. Pengontrolan hanya bisa dilakukan pada mesin tersebut. Oleh karena itu, diperlukannya sebuah alat pengendali yang dapat mengatur keluaran arus dari jarak jauh. Sehingga, pada penelitian ini akan diatasi masalah tersebut dengan menggunakan alat pengendali arus pada mesin DC-400 berbasis mikrokontroler dan android. Alat ini dapat mengatur nilai keluaran arus sesuai. Mikrokontroler sebagai pusat kontroler dan android sebagai sumber masukannya. Pengontrolan dapat dilakukan dari jarak 40 m tanpa penghalang dan 10 meter jika terdapat banyak penghalang.

Kata kunci: *Power source*, SMAW, DC-400, alat pengendali arus, *mikrokontroller*, *android*.

Abstract

Power source is a device that serves to supply electrical current in type of welding SMAW (*Shield Metal Arc Welding*), an example is DC-400 machine. The machine output current is set using a knob on the output control panel in order to generate heat as needed welding. Along with the development, welder realized that there are limitations in the way of controlling current on the machine. Distance control that requires users to go directly to the machine caused inefficiency in work. Therefore, we need a controller for adjusting the output current from long distance. Because of that problem, it is necessary to create "Current Control Device for DC-400 Machine Based Microcontroller and Android". This device can adjust the output current value which is a microcontroller as the central controller and android as the input source. It is recognized that the presence of the microcontroller and the android. Controlling can be done from 40 m distance without barrier and 10 meter if there are many barriers.

Keywords: *Power source*, SMAW, DC-400, current control device, microcontroller, android.

1. Pendahuluan

Dalam pengelasan *Shield Metal Arc Welding* (SMAW), terdapat alat yang berfungsi sebagai penyedia arus yang disebut dengan *power source*. Contoh *power source* yang ada di Bengkel Welding Politeknik Negeri Batam adalah DC-400. Alat ini terhubung langsung dengan kabel *holder* untuk mengalirkan arus listrik hingga sampai ke batang *electrode*. Nilai dari arus yang dialirkan tentunya harus disesuaikan dengan kebutuhan penggunaannya. Maka pada mesin DC-400 ini terdapat fitur pengendali nilai arus yang berupa *knob* pengontrol. Cara menggunakannya adalah dengan memutar langsung *knob* pengontrol pada mesin tersebut. Tetapi fitur dan cara tersebut

kurang efisien, karena pekerja las harus bolak-balik dalam mengatur nilai arus yang diinginkan [1-.

Melihat hal tersebut, maka para peneliti sebelumnya mencoba menciptakan sebuah inovasi baru pada DC-400, yaitu penambahan fitur remote control. Lalu perusahaan besar asing seperti MILLER dan LINCOLN ELECTRIC, memproduksi alat yang dapat menjalankan fitur remote control seperti K857 dan K857-1. Dengan adanya alat tersebut, saat ini para pekerja sudah tidak perlu bolak-balik dalam mengatur nilai keluaran arus yang digunakan. Mereka hanya perlu mengatur knob pada remot kontrol yang terhubung langsung ke DC-400 dengan bantuan kabel.

Seiring berjalannya waktu, para pekerja kembali menyadari bahwa fitur remote control yang mereka gunakan ini masih memiliki keterbatasan. Keterbatasan panjang kabel dari alat tersebut mempengaruhi jarak tempuh pengendalian nilai arus. Rata-rata panjang kabel yang sering ditemukan dan dijual dipasaran yaitu mulai dari 3 sampai 9 meter. Selain itu, harga 1 set remot kontrol tersebut sangatlah mahal, yaitu kurang lebih sekitar \$350.00 hingga \$921.00 (Dolar Amerika).

Melihat permasalahan diatas, penulis akan meneliti, merancang, dan kemudian membuat alat yang dapat memberikan solusi atas permasalahan tersebut. Alat ini merupakan solusinya. Dengan adanya alat ini, diharapkan mampu mengatasi masalah yang terjadi sebelumnya, saat menggunakan remot kontrol berkabel. Alat ini juga diharapkan akan mampu mengendalikan nilai keluaran arus dengan lebih mudah, lebih efisien, dan tentunya dengan harga yang lebih murah dibandingkan dengan remot kontrol yang telah ada.

2. Dasar Teori

2.1. Pemanfaatan Mikrokontroler

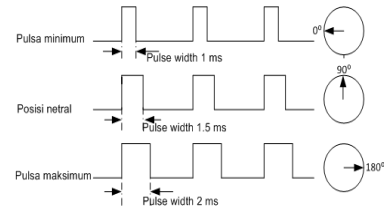
Mikrokontroler merupakan dasar dari prinsip pengontrolan kerja alat, baik pada sistem pengendalian motor servo, lampu indikator, dan modul *bluetooth* HC-05. Penerapan mikrokontroler adalah pada pengendalian sistem berdasarkan informasi input yang diterima, lalu diproses oleh mikrokontroler, dan bagian output mengeluarkan aksi sesuai program yang telah ditentukan. Untuk mempermudah penggunaan mikrokontroler, maka digunakan sebuah arduino Nano.

Fitur pin pada arduino Nano yang akan digunakan pada alat ini adalah sumber 5 volt, ground, input, output, PWM, pin Rx dan Tx. Pin-pin pada arduino ini yang terhubung dengan modul *bluetooth* HC-05 dan servo, sehingga tercipta sebuah sistem pengendali arus mesin DC-400. Arduino dapat diprogram dengan menggunakan software Arduino.IDE.

2.2. Pengendalian Pergerakan Motor Servo

Motor servo adalah jenis motor dengan sistem *close loop* dimana posisi rotornya akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol motor *servo* tersebut. Servo memiliki tiga buah kabel, masing-masing untuk vcc, ground, dan kabel kendali yang dihubungkan ke mikrokontroler. Motor ini tersusun dari sebuah motor DC, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian control. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo.

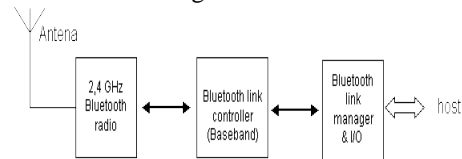
Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Untuk membuat servo pada posisi center, berikan pulsa 1.5ms pada periode selebar 2 ms. Untuk memutar servo ke kanan, berikan pulsa $\leq 1.3ms$, dan pulsa $\geq 1.7ms$ seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. PWM Motor Servo

2.3. Pengiriman Data Melalui Bluetooth (HC-05)

Sistem *bluetooth* terdiri dari sebuah *radio transceiver*, *baseband link controller* dan sebuah *link manager* seperti pada Gambar 2. *Baseband link controller* ini menghubungkan perangkat keras radio ke *baseband processing* dan *physical layer protokol*. *Link manager* melakukan aktivitas-aktivitas protokol seperti melakukan *link setup*, autentikasi dan konfigurasi.



Gambar 2. Sistem Bluetooth

Pada sistem yang dirancang pada alat ini, module *bluetooth* yang akan digunakan adalah HC-05. Peran *bluetooth* (HC-05) adalah sebagai perangkat yang menjembatani pengiriman data. Terdapat dua buah pin penting yaitu pin Rx dan Tx. Pin Rx berfungsi menerima (receive) data serial ke Tx Arduino, sedangkan pin Tx berfungsi melakukan pengiriman (*transmit*) data serial ke pin Rx Arduino. Sinyal yang dikirim dan diterima tersebut nantinya akan dijadikan sebagai variable penggerak sistem yang terhubung antar perangkat.

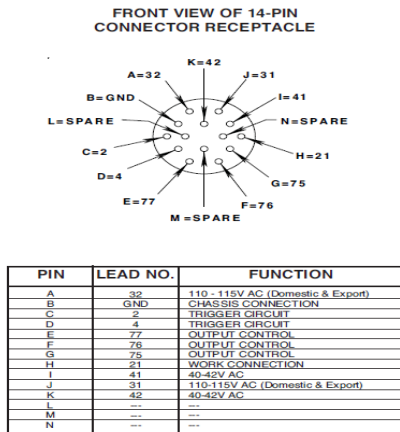
2.4. Aplikasi MIT App Inventor pada Android

MIT App Inventor 2 adalah versi ke-2 dari alat pemrograman visual *drag-and-drop* untuk merancang dan membangun aplikasi pada Android. App Inventor memungkinkan pengembang dan pengguna untuk fokus pada logika untuk pemrograman aplikasi daripada sintaks dari bahasa *coding*. App Inventor 2 ini akan digunakan dalam pembuatan aplikasi yang nantinya akan diimplementasikan pada sebuah Android atau smartphone.

2.5. Output Control

Output Control merupakan bagian yang digunakan untuk mengontrol nilai arus pada mesin DC-400. Kontrol dapat dilakukan secara "LOCAL" ataupun "REMOTE" yang dapat dipilih secara langsung pada panel mesin. Pada dasarnya, proses ini mengubah nilai resistansi terhadap tegangan yang masuk sehingga arus listrik yang keluar sesuai dengan keinginan pengelas. Untuk dapat mengubah nilai resistansi, pengelas dapat memutar langsung knob output control yang ada pada mesin, ataupun dengan menggunakan remote output control. Komponen penting dari knob dan remote output control ini yaitu sebuah potensiometer 2 watt sebesar 10 KΩ.

Remote output control adalah alat yang digunakan untuk dapat mengubah nilai arus dari jarak jauh. Alat tersebut berfungsi jika 3 buah pin potensiometer yang ada pada remote output control ini dihubungkan ke 14-pin konektor dengan menggunakan kabel. Pin-pin tersebut yaitu G=75, F=76, dan E=77 seperti yang ditunjukkan Gambar 3 :



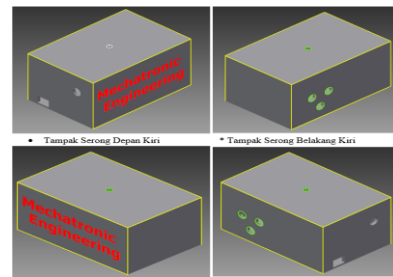
Gambar 3. 14-Pin Output Control

3. Perancangan Sistem

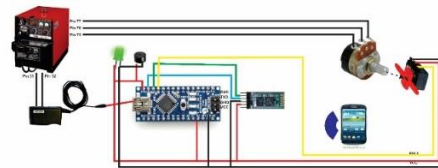
3.1. Perancangan Perangkat Keras

Desain mekanik alat pengendali ini adalah berupa kotak dengan ukuran panjang 125 mm, lebar 83 mm, tinggi 50 mm, dan ketebalan 2 mm yang terlihat pada Gambar 4. Di dalam box tersebut terdapat beberapa perangkat elektronik diantaranya adalah module bluetooth HC-05, arduino Nano, potensiometer 10k ohm 2 watt, led, buzzer, dan breadboard power supply yang kemudian saling terhubung seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3.3. Alat yang telah dikemas kedalam sebuah box tersebut mendapatkan supply tegangan dari mesin melalui pin J (31) dan pin A (32). Lalu dapat berfungsi

secara keseluruhan apabila dihubungkan dengan pin output control pada mesin DC-400 yaitu pin G (75), F (76), dan E (77) seperti terlihat pada Gambar 5.



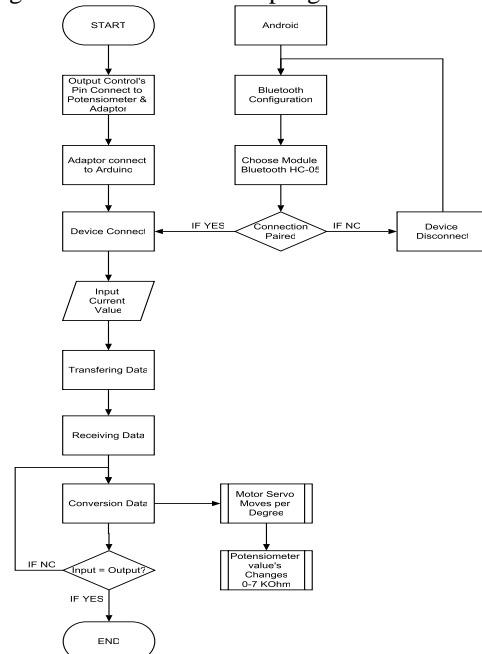
Gambar 4. Desain Mekanik Box



Gambar 5. Jalur Antar Perangkat Hingga ke Mesin

3.2. Perancangan Perangkat Lunak

Proses yang dimulai dari pengaktifan perangkat, aktifitas komunikasi antara master (mikrokontroler) dan slave (android), hingga data tersebut dapat ditampilkan pada sebuah layar android. Gambar 6. menjelaskan proses system alat secara keseluruhan dari awal hingga akhir proses pengendalian arus keluaran pengelasan.



Gambar 6. Flow chart sistem

4. Hasil dan Analisa

4.1. Pengujian Sudut Terhadap Perubahan Nilai Resistansi Potensiometer

Langkah awal pengujian alat adalah menguji ketepatan nilai resistansi yang diatur berdasarkan sudut yang telah ditentukan sebelumnya seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 1. Pada aplikasi Android, pengguna alat hanya perlu menekan beberapa tombol pilihan yang telah tersedia seperti pada gambar 3.3.4. Tombol yang tersedia adalah dari 0-7 K Ω .

Tabel 1. Data Pengujian pertama

Data Pengujian Sudut Terhadap Perubahan Nilai Resistansi Potensiometer											
Sudut (°)	Resistansi R1 (K Ω)	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5	Data 6	Data 7	Data 8	Data 9	Data 10
0	0	0,03	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05
20	1	1,06	1,05	1,07	1,06	1,07	1,05	1,01	1,05	1,07	1,06
42	2	2,01	2,02	2,00	2,03	2,07	2,00	1,98	2,02	2,04	1,96
67	3	3,03	3,00	3,03	3,02	3,01	3,01	3,04	3,05	3,03	3,04
90	4	3,95	3,98	3,97	3,96	3,97	3,98	4,01	4,01	4,00	4,01
115	5	4,97	4,99	4,98	4,98	5,00	4,99	5,00	5,00	5,02	4,98
144	6	6,02	6,02	6,01	6,00	6,00	5,99	6,04	6,00	6,03	6,03
172	7	7,03	7,01	7,05	7,02	7,00	7,03	7,01	7,01	7,06	7,00

Dari pengendalian resistansi tersebut terdapat nilai *error* yaitu hasil resistansi yang lebih ataupun kurang dari nilai yang seharusnya. Hal tersebut disebabkan kekuatan motor saat bergerak kearah searah jarum jam (CW) ataupun berlawanan arah jarum jam (CCW) tidak sama. Selain itu rata-rata *knob* potensiometer sulit untuk dikendalikan secara akurat dengan yang semestinya, menyebabkan nilai resistansi yang diatur tidak dapat 100% sama.

Tabel 2. Rata-rata Data Pengujian pertama

Data Pengujian Sudut Terhadap Perubahan Nilai Resistansi Potensiometer		
Rata-Rata Resistansi R1 (K Ω)	Error Rata-Rata (%)	Rata-Rata Error
0,05	0,50	1,08
1,06	5,50	
2,01	0,65	
3,03	0,87	
3,98	0,40	
4,99	0,18	
6,01	0,23	
7,02	0,31	

Dari hasil pengambilan 10 buah data, maka diambil rata-rata nilai resistansi tiap perubahan 1 K Ω nya. Setelah itu dicari *error* rata-rata resistansi dalam persen, dari *error* rata-rata dapat dicari pula rata-rata *error* keseluruhan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Nilai *error* yang dihasilkan sangatlah kecil yaitu dengan rata-rata 1.08% dan hal tersebut masih masuk dalam rentang toleransi dalam pengukuran dan pengujian.

4.2. Pengujian Nilai Tegangan Output Pada Potensiometer

Langkah kedua pengujian alat adalah mengukur nilai tegangan output (Vout) pada alat yang terhubung ke mesin DC-400 berdasarkan nilai resistansi yang telah diatur melalui android mulai dari 0-7 K Ω . Nilainya bervariasi dan semakin tinggi seiring dengan semakin besarnya nilai resistansi yang diatur pada potensiometer. Data tegangan keluaran yang diukur dengan oscilloscope tersebut dapat ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Data Pengujian kedua

Data Pengujian Nilai Potensiometer Terhadap Tegangan Output Alat							
Resistansi R1 (K Ω)	Pengukuran Tegangan Output Alat (Volt)					Rata-Rata Vout (V)	Arus (A)
	Mesin 1	Mesin 2	Mesin 3	Mesin 4	Mesin 5		
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,300	0,294	0,296	0,301	0,297	0,298	0,298
2	0,572	0,588	0,558	0,579	0,547	0,569	0,284
3	0,838	0,832	0,827	0,835	0,826	0,832	0,277
4	1,050	1,040	1,060	1,040	1,020	1,042	0,261
5	1,270	1,240	1,280	1,270	1,240	1,260	0,252
6	1,540	1,530	1,520	1,520	1,520	1,526	0,254
7	1,770	1,760	1,780	1,770	1,760	1,768	0,253

Pengukuran nilai tegangan keluaran pada alat bisa digunakan untuk mencari arus yang digunakan pada alat khususnya pada potensiometer 2 Watt dengan nilai resistansi 10 K Ω . Ketika menemukan nilai arus yang digunakan pada alat ke mesin, maka dapat pula dihitung nilai daya dari potensiometer dengan maksimal daya yang dipakai sebesar 1.5 Watt. Hal ini yang mendasari bahwa kenapa potensiometer yang digunakan harus 2 Watt. Hal tersebut berpengaruh pada tingkat *durability* pada alat yang digunakan sehingga umur dari alat yang digunakan itu sendiri bisa tahan lama.

4.3. Pengujian Nilai R1 Terhadap Keluaran Arus Pengelasan

Langkah ketiga adalah dengan melakukan pengelasan. dari proses pengelasan yang berlangsung dapat diukur nilai keluaran arus dalam *ampere* dengan menggunakan Clamp-Meter. Arus yang diukur tentunya arus konstan (*constant current*) yang biasa disingkat pada mesin yaitu CC. Pengukuran arus pengelasan yaitu dimulai dari nilai 0 K Ω yang kurang lebih berada pada *range* 50-an *ampere*, hingga pada nilai 7 K Ω dengan arus pengelasan kurang lebih 270-an *ampere*. Data pengujian merupakan data arus yang sering muncul saat diukur menggunakan Clamp-Meter. Data selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Pengujian ketiga

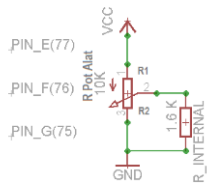
Data Pengujian Nilai Resistansi Terhadap Keluaran Arus										
Resistansi R2 (K Ω)	Output Arus Mesin DC-400 (Ampere)									
	Data 1	Data 2	Data 3	Data 4	Data 5	Data 6	Data 7	Data 8	Data 9	Data 10
0	50	50	51	50	50	50	53	52	49	51
1	80	81	82	83	81	82	85	80	81	80
2	108	108	110	111	109	112	115	109	110	114
3	138	137	143	141	137	142	140	139	143	144
4	167	166	170	168	170	168	171	173	169	174
5	204	207	202	201	204	200	205	202	199	197
6	243	236	244	239	243	239	240	241	235	237
7	266	270	270	274	276	271	272	268	269	276

Dari 10 buah data pengujian dan pengukuran tersebut, maka diambil rata-rata nilai keluaran arus dari range 0-7 K Ω . Setelah itu dicari *error* rata-rata arus dalam persen, dari *error* rata-rata arus dapat dicari pula rata-rata *error* keseluruhan yaitu sebesar 1.02% seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Data Pengujian keseluruhan

Data Keseluruhan Hubungan Perubahan Nilai R1 Potensiometer Terhadap Vrms Alat, Arus Pengelasan, dan Ukuran Elektroda						
R1 Pot pin FG (KΩ)	Pengukuran Vrms Alat di Pin FG(Volt)	Arus Las with Knob (Ampere)	Arus Las with Remote (Ampere)	Error Arus Las Knob Dengan Remote (%)	Rata-Rata Error Arus Las Knob & Remote (%)	Ukuran Elektroda
0	0.000	50	51	2.000	4.162	2.0
1	0.297	76	81	6.579		2.6
2	0.547	116	112	3.448		3.2
3	0.826	150	147	2.000		4.0
4	1.020	185	179	3.243		4.0
5	1.240	220	210	4.545		5.0
6	1.520	257	244	5.058		5.0
7	1.760	296	277	6.419		5.0

4.4. Rangkaian Potensiometer Terhadap DC-400



Gambar 7. Rangkaian Potensiometer Alat Terhubung ke 14-Pin Connector

Rangkaian pada Gambar 7 merupakan rangkaian potensiometer pada alat pengendali yang telah terhubung ke mesin DC-400 melalui 14-pin connector. Adapun kaki-kaki potensiometer yang saling terhubung yaitu kaki 3 terhubung dengan pin E (77), kaki 2 terhubung ke pin F (76), dan kaki 1 terhubung ke pin G (75) seperti pada gambar 4.4. Dengan adanya gambar tersebut kita dapat menentukan letak pengukuran V_{out} pada tembok rumah, papan, kaca, besi, dan pintu. Dan setelah pengguna mencoba untuk koneksi dengan jarak maksimal 40 meter, alat akan bekerja bergantung pada jenis hadangan dan ketebalan penghalang.

Tabel 6. Data Pengujian jarak komunikasi bluetooth

Jarak (Meter)	Data Pengujian Jarak Komunikasi Bluetooth				
	Dengan Penghalang (Lancar/Kurang/Terputus)				Tanpa Penghalang (Lancar/Kurang/Terputus)
	Papan	Tembok Rumah	Plat Besi	Kaca	
0	Lancar	Lancar	Lancar	Lancar	Lancar
5	Lancar	Lancar	Lancar	Lancar	Lancar
10	Lancar	Lancar	Lancar	Lancar	Lancar
15	Lancar	Kurang	Kurang	Kurang	Lancar
20	Kurang	Kurang	Kurang	Kurang	Lancar
25	Kurang	Terputus	Terputus	Kurang	Lancar
30	Kurang	Terputus	Terputus	Terputus	Lancar
35	Terputus	Terputus	Terputus	Terputus	Lancar
40	Terputus	Terputus	Terputus	Terputus	Lancar

Berdasarkan pengujian di atas, jarak terbaik agar alat bekerja dengan baik adalah 0-10 meter. Terakhir adalah percobaan di ruang terbuka atau (tanpa halangan) seperti di halaman Politeknik Negeri Batam, lorong lantai 1 Politeknik Negeri Batam, di depan halaman rumah pembuat alat, serta di lapangan sekolah dasar 002 Bengkong. Dari hasil pengujian yang dilakukan, module bluetooth HC-05 dapat menerima data yang dikirim dengan lancar hingga 40 meter.

yang keluar pada potensiometer. Nilai keluaran dari pengaturan potensiometer yang digunakan adalah pada R1 yaitu dari 0 sampai 7 KΩ dengan kenaikan 1 KΩ per pengaturannya. Sehingga ketika kita mengetahui rangkaian serta posisi kaki-kaki yang terhubung ke pin-pin mesin DC-400 tersebut, kita dapat melakukan analisa terhadap output arus pengelasan yang dihasilkan. Adapun rumus untuk mencari V_{out} pada potensiometer antara lain sebagai berikut :

$$V_{out} = \left(\frac{R_2}{R_{internal}} \right) \left(\frac{V_{in}}{R_1} \right) + \frac{R_2}{R_{internal}} \quad (1)$$

Dimana :

$V_{in} = 4,8 \text{ Volt}$

$R_{Internal} = R$ tambahan di dalam mesin DC-400 yaitu sebesar 1,61 KΩ

4.5. Pengujian Jarak Komunikasi Bluetooth

Langkah terakhir adalah dengan melakukan pengujian terhadap jarak tempuh pengontrolan alat. Jarak yang diambil untuk pengukuran komunikasi alat ke android adalah dari 0-40 meter. Indikator keberhasilan komunikasi yaitu hidupnya led dan bunyi dari buzzer. Tempat pertama kali pengujian adalah di dalam area Bengkel Welding Politeknik Negeri Batam. Di dalam bengkel tersebut terdapat Berdasarkan hasil pengujian Komunikasi yang terjadi berjalan dengan lancar sejauh 10 m dengan halangan dan 40 m tanpa halangan.

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil, analisa dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa alat dapat digunakan pada seluruh *power source machine* tipe Lincoln DC-400 ataupun mesin lain dengan fitur dan sistem remot kontrol sejenis. Alat yang berbasis mikrokontroler tersebut dapat mengendalikan keluaran arus dari jarak jauh dan menggunakan Android sebagai pengendalinya.

Dari data yang ditampilkan diatas maka dapat disimpulkan bahwa, semakin besar nilai pengaturan resistansi R1 pada potensiometer alat, maka semakin besar pula vrms dan juga arus pengelasan yang dihasilkan. Semakin besar arus pengelasan yang digunakan, maka ukuran elektroda juga harus semakin besar agar tidak mengalami kegagalan ataupun kecacatan saat melakukan pengelasan SMAW. Pemilihan batang elektroda tersebut tentunya telah sesuai dengan standart pengelasan yang diizinkan.

Daftar Pustaka

- [1] Bulwidas, Jr., John J. "Hand-Operated Remote Control Unit And Mounting Structure For Arc Welding." U.S. Patent 4 227 066, Oct.7,1980.
- [2] Cary, Howard B.; Helzer, Scott C. (2005), *Modern Welding Technology*, Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, ISBN 0-13-113029-3.
- [3] Lincoln Electric (1994), *The Procedure Handbook of Arc Welding*, Cleveland, Ohio: Lincoln Electric, ISBN 99949-25-82-2.
- [4] Weman, Klas (2003), *Welding processes handbook*, New York: CRC Press, ISBN 0-8493-1773-8.
- [5] IDEALARC DC-400 Operator's MANUAL, Lincoln Global Inc., Cleveland, Ohio, U.S.A., Oct. 2007.
- [6] Sollar T. S., "Aplikasi Dan Tinjauan Teknis Bluetooth Untuk Komunikasi Tanpa Kabel", *Jurnal SMARTek*, vol. 4, no. 4, pp.267-279, Nov. 2006.
- [8] Pokress Shaileen Crawford, José Juan Dominguez Veiga. "MIT App Inventor: Enabling Personal Mobile Computing." Internet:<http://arxiv.org/abs/1310.2830>, Oct. 24, 2013 [Apr. 12, 2016].