
Optimasi Pergerakan Motor Stepper 3 Axis dengan Metode Microstepping dan Pembuatan *Unique Code* pada *Lead Frame*

Alfino Suhendra, Nanta Fakhri Prebianto, Nur Sakinah Asaad

Politeknik Negeri Batam, Jurusan Teknik Elektro, Batam

E-mail: alfinosuhendra1999@gmail.com

Received: 20-04-2021

Accepted: 30-04-2021

Published: 30-04-2021

Abstrak

Perkembangan teknologi industri saat ini memang tidak bisa diragukan lagi semenjak munculnya industri 4.0 yang sangat menunjang produktifitas dan efektifitas. Hal ini semakin menuntut setiap perusahaan untuk lebih berkembang dan dapat bersaing dalam dunia industry. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang dapat mengurangi pemakaian tenaga manusia tetapi tetap meningkatkan jumlah produktifitas. Microstepping merupakan sebuah mekanisme pada industri yang menggunakan fungsi dasar pada motor stepper yaitu pergerakan, dengan mengurangi probabilitas yang mungkin dapat menyebabkan timbulnya permasalahan pada sistem itu sendiri. Sistem ini diterapkan pada alat yang sebelumnya sudah dibuat bernama "Chip RFID Tester" yang berfungsi untuk melakukan pergerakan dalam pembacaan chip RFID yang tertera pada lead frame. Untuk peningkatan efisiensi yang mampu dilakukan oleh Chip RFID Tester dengan menggunakan metode microstepping mencapai $\pm 50\%$ dibandingkan dengan tidak menggunakan microstepping.

Kata kunci: *Motor, Stepper, laser, Manufaktur, Optimasi*

Abstract

The development of industrial technology today cannot be doubted since Industry 4.0 has greatly supported productivity and effectiveness. This increasingly requires every company to develop and be able to compete in the world industry. Therefore, we need a system that can reduce human labor but still increase the amount of productivity. Microstepping is a case in an industry that uses the basic function of a stepper motor, namely movement, with a probability that it might cause problems in the system itself. This system is applied to a device that has previously been made with the name "Chip RFID Tester" which functions to make movements in reading the RFID chip printed on the lead frame. For the increase in efficiency, the RFID Chip Tester by using the microstepping method reaches $\pm 50\%$ compared to not using microstepping.

Keywords: *Motor, Stepper, laser, Manufacturing, Optimization*

Pendahuluan

Industri merupakan dunia teknologi yang memiliki peningkatan mutu kerja yang sangat signifikan dari setiap tahunnya, hal ini dikarenakan sistem atau mesin di industri yang memiliki kecepatan dan tingkat produktifitas yang tinggi, dan dalam hal ini lebih difokuskan pada mesin uji coba chip RFID (*Radio Frequency Identification*) untuk bekerja cepat, tepat dan efisien.

Motor *stepper* 3 Axis digunakan dalam mesin yang difungsinya sebagai miniatur CNC (*Computer Numerical Control*) ataupun mesin yang bertujuan untuk membuat pergerakan berupa pola atau karakter. Motor *stepper* dipilih karena memiliki pergerakan yang dapat diatur koordinat maupun sudut putarnya sehingga dapat mencapai tingkat akurasi yang baik. Pada proyek ini penulis memilih metode pergerakan dengan menggunakan *microstepping* dikarenakan lebih efisien jika dibandingkan dengan metode yang lain seperti metode *full step* dan *half step*.

Half-stepping dan *microstepping* menyebabkan motor *stepper* akan berputar dengan cara yang lebih halus sehingga suara putaran rotor menjadi lebih tidak terdengar. Jumlah *step* bisa naik secara signifikan, bahkan bisa mencapai 256 kali lipat. Jadi, untuk sebuah motor *stepper* dengan *step angle* θ sebesar 1.8° akan memberikan $256 \times 200 = 51200$ *step* untuk setiap satu putarannya. Akan tetapi, presisi untuk *microstepping* lebih buruk dibandingkan presisi untuk *full-stepping* [2].

Adapula fungsi lain yang diterapkan pada proyek akhir ini adalah *design marking* yang memerlukan sistem pergerakan untuk membentuk suatu karakter pada *lead frame* untuk dijadikan sebagai *unique code* pada setiap produk yang telah diuji dan dilaporkan bahwa telah lulus uji coba.

Dalam pengerjaan proyek ini penulis mengimplementasikan media kendali yaitu Raspberry Pi, hal ini dikarenakan Raspberry Pi merupakan *mini PC* yang dijalankan dengan menggunakan layar *monitor* sebagai tampilan layarnya, hal ini memudahkan dalam membuat GUI (*Graphic User Interface*) sebagai tampilan *monitoring*. Dan jika menggunakan Raspberry Pi ini juga mempermudah dalam pengiriman ke *database*, karena Raspberry Pi sendiri sangat mudah diakses dalam hubungan komunikasi ke jaringan *internet*.

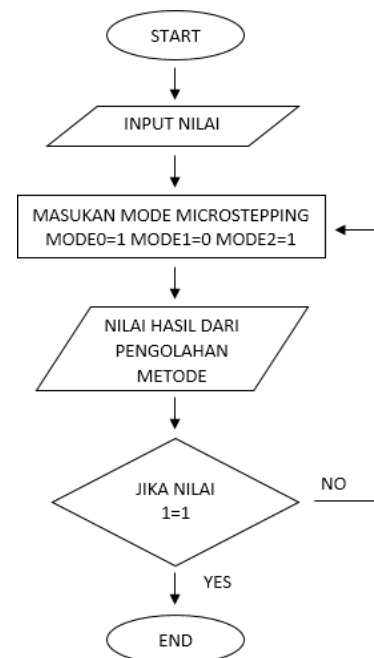
Adapula perbandingan yang dilakukan

oleh penulis untuk menguji kemampuan dari alat *Chip RFID Tester* ini dengan *RF LF & HF Performance Tester T8200PRO-G* sebagai acuan dalam melihat performa dari alat tersebut.

Maka dari itu penulis bertujuan untuk menganalisa optimasi pergerakan motor *stepper* 3 Axis dengan metode *microstepping* dan pembuatan *unique code* Pada *Lead Frame* berbasis Raspberry Pi.

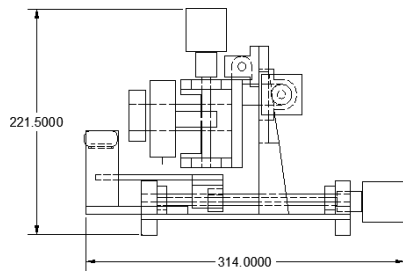
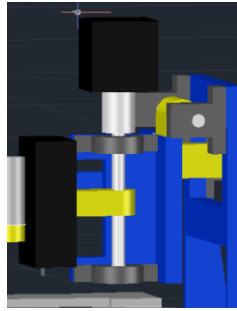
Metode Penelitian

A. Perancangan Metode

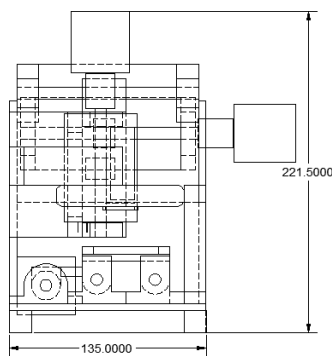


Gambar 1. Diagram alir Perancangan metode

Pada gambar 1 merupakan cara kerja dari uji coba metode *microstepping* sendiri dengan memasukan nilai pada tiga pin mode sebagai perbandingan nilai untuk mendapatkan *step* yang diinginkan, dan perbandingan jika nilai 1 mendapatkan hasil *output* sama, maka sistem akan selesai yang berarti implementasi metode *microstepping* berhasil.



Tampak Depan



Tampak Samping

Gambar 2. Rancangan *design* akhir

Pada perancangan mekanik ini telah didesain dengan ukuran alat yang sesuai dengan aslinya dan beberapa komponen yang itambahkan pada alat ini seperti laser yang akan dijadikan sebagai media tulis dalam pembuatan *unique code*.

B. Pengujian

Sub bab ini merupakan bukti pengujian dari pelaksanaan dan penerapan metode yang sesuai dengan judul atau tujuan untuk penerapan metode *microstepping*, pengujian ini dibagi dalam 2 *point* yaitu pengujian metode *microstepping* dan pengujian laser.

1. Pengujian Metode Microstepping

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan program yang dijalankan pada Raspberry Pi dengan menggunakan bahasa pemograman *Python* dan membutuhkan *driver* sebagai kendali tegangan maupun arus pada motor *stepper*, yang dimana berfungsi untuk mengatur polaritas pada motor sesuai dengan input yang diberikan sesuai dengan program yang telah dibuat.

Adapula cara untuk mengaktifkan metode *microstepping* ini dengan program sebagai berikut:

Tabel 1. Metode Setup

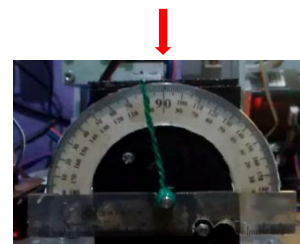
Mode1	Mode2	Mode3	Metode
0	0	0	Full
0	0	1	Half
0	1	0	1/4
0	1	1	1/8
1	0	0	1/16
1	0	1	1/32

Dengan memasukan nilai mode seperti pada tabel 1 pada pin *microcontroller*, akan memberikan perintah pada *driver* untuk mengaktifkan salah satu dari mode yang tersedia.

Hasil yang didapatkan dari penerapan metode *microstepping* ini dibuktikan dengan memasukan nilai 200 step sesuai dengan karakteristik dari motor yang memiliki langkah putar 200 kali atau 200 titik dan dengan menggunakan metode *microstepping* ini hasil yang didapatkan sebagai berikut:



Gambar 3. Titik 0



Gambar 4. 200 Step Microstepping

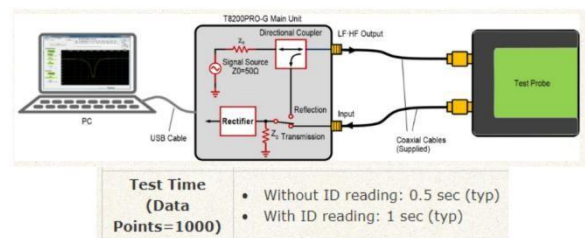
2. Pengujian Laser

Pengujian pada laser dilakukan dengan cara mengatur tingkat fokus pada laser dengan memutar bagian lensa sesuai dengan jarak yang diinginkan, hal ini akan mempengaruhi intensitas cahaya yang ditimbulkan oleh laser karena membuat sudut pandang laser sendiri menjadi lebih kecil dan mendapatkan titik lebur yang tepat sesuai dengan sudut yang diatur.

C. Perbandingan kecepatan Reading Test

Pada pembuatan alat ini tentunya dibutuhkan pengujian untuk menentukan nilai *chip* yang berfungsi dengan baik ataupun tidak, hal ini juga membutuhkan waktu atau proses pada *controller* untuk mengidentifikasi pada nilai *chip* yang terbaca agar dapat diketahui hasilnya.

Berikut telah penulis coba membandingkan nilai kecepatan proses baca pada *Chip RFID Tester* dengan *RF LF & HF Performance Tester T8200PRO-G* yang hasilnya sebagai berikut:



Gambar 5. reading test RF LF & HF Performance Tester T8200PRO-G [6].

Tabel 2. Perbandingan Kecepatan Baca Chip

No	Device	Kecepatan baca(detik)
1	Chip RFID Tester	0.1
2	RF LF & HF Performance Tester T8200PRO-G	1

Perbedaan yang cukup signifikan antara *Chip RFID Tester* dengan *RF LF & HF Performance Tester T8200PRO-G* karena dapat membaca 10 kali lipat lebih cepat, untuk *Chip RFID Tester* sendiri dibuktikan dapat membaca dengan kecepatan 0.1 detik atau 100 ms adalah pada saat program dijalankan, maka sistem kendali mesin memberikan waktu 100 ms untuk membaca *chip* dan melanjutkan pergerakan motor setelah waktu yang diberikan oleh sistem

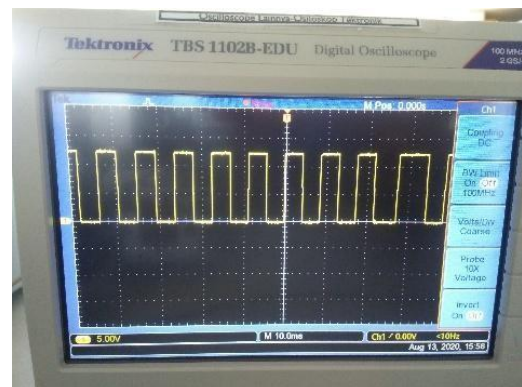
untuk membaca *chip* telah habis, oleh karena itu kecepatan baca yang mampu dicapai oleh mesin *Chip RFID Tester* ± 100 ms.

Hasil dan Diskusi

Pada bab ini akan menjelaskan dan membuktikan hasil dari implementasi metode ini, yang dimana mencakup nilai *time /div* dari metode *microstepping* dan data dari pengaturan jarak fokus pada laser maupun pembuatan karakter yang akan dijelaskan secara terperinci pada bab ini.

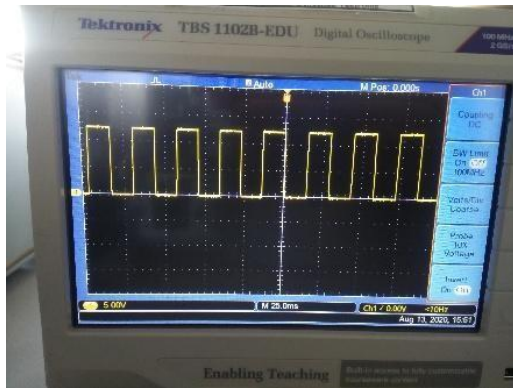
A. Data Pengukuran Sinyal Microstepping

Pengukuran sinyal *microstepping* dapat dilakukan dengan menggunakan osiloskop yang menampilkan gelombang kotak seperti pada gambar 11, singkatnya yang dilihat pada pengukuran sinyal ini adalah jarak waktu dari setiap peak to peak yang memberikan informasi untuk perpindahan pada setiap stepnya, yang dimana jika nilai pengali waktu semakin kecil maka step yang digunakan akan semakin besar.



Gambar 6. Pengukuran sinyal full step

Pada gambar 6 adalah bentuk dari sinyal motor dalam mode full step yang dimana pengali waktunya lebih besardibandingkan dengan mode *microstepping*, perbedaan yang terdapat pada mode ini adalah jumlah step pada 1 putaran akan normal atau sesuai spesifikasi dari motor yang digunakan, secara singkat mode ini adalah mode real atau yang sebenarnya.



Gambar 7. Pengukuran Sinyal Microstepping

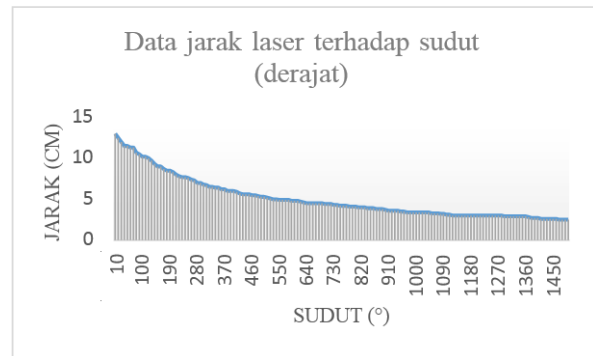
Dibandingkan dengan mode yang sebelumnya, mode yang seperti pada gambar 7 memiliki ketelitian yang lebih tinggi karena dapat melakukan step yang lebih banyak yaitu 32 kali lipat dari step real. Untuk waktu pengali yang digunakan juga lebih besar yaitu 25ms, berbeda dengan mode full step sebelumnya yang menggunakan waktu pengali 10ms.

Pada kesimpulannya nilai yang terdapat pada gambar 7 adalah nilai dari perubahan waktu pada setiap mode, dan nilai ini juga mempengaruhi kecepatan pada setiap mode karena jika nilai yang diberikan pada setiap mode adalah sama maka tentunya kecepatan yang tercepat dihasilkan oleh mode Full karena step nya lebih sedikit dibandingkan dengan mode yang lain.

B. Data Perbandingan jarak dan Sudut Pada Laser

Pada data ini akan lebih dirujuk dalam pengaturan titik fokus laser pada jarak tertentu, untuk nilai data yang diambil sejumlah 150 data dengan jarak yang konstan naik agar didapatkannya titik yang pas antara jarak dan pengaturan fokus laser yang diambil dalam satuan jarak.

Berikut nilai dari jarak yang dikonversikan dalam bentuk grafik sesuai pada gambar 13 yang dapat dilihat untuk pengambilan 150 data dengan selisih 10 derajat pada setiap perubahan.



Gambar 8. perbandingan nilai jarak terhadap sudut

Untuk gambar 8 adalah hasil grafik dari perbandingan nilai jarak terhadap sudut, pada grafik dapat dilihat nilai konstan untuk derajat yang karena nilai dijadikan sebagai patokan untuk mendapatkan nilai jarak yang dibutuhkan.

Dapat disimpulkan bahwa pengaturan fokus pada laser cukup mudah untuk diatur dan didapatkan, bila mengacu pada grafik diatas maka akurasi yang didapatkan cukup bagus untuk nilai perbandingan jarak dan sudut karena memiliki bentuk grafik dengan error yang sedikit.

C. Data Waktu Pada Proses Chip RFID Tester

Untuk mengetahui hasil dari kecepatan yang dapat diselesaikan oleh alat ini, penulis sudah membuat program counting atau split time untuk mengkonfirmasi waktu pada setiap perpindahan chip dengan toleransi waktu pada setiap perpindahan ± 0.1 detik.

Tabel 3. Perpindahan waktu uji coba pada setiap chip

No	Posisi	Waktu (detik)					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
1	inisial - c1	14.57	14.55	14.62	14.64	14.76	14.628
2	c1 - c2	2.2	2.24	2.22	2.23	2.22	2.222
3	c2 - c3	2.21	2.21	2.21	2.2	2.2	2.206
4	c3 - c4	1.38	1.36	1.37	1.39	1.35	1.37
5	c4 - c5	2.22	2.2	2.25	2.23	2.22	2.224
6	c5 - c6	2.22	2.2	2.2	2.21	2.22	2.21
7	c6 - c7	1.35	1.35	1.36	1.36	1.38	1.36
8	c7 - c8	2.25	2.24	2.22	2.23	2.21	2.23
9	c8 - c9	2.2	2.2	2.21	2.2	2.24	2.21
10	c9 - c10	1.37	1.33	1.37	1.36	1.36	1.358
11	c10 - c11	2.22	2.29	2.2	2.24	2.2	2.23
12	c11 - c12	2.22	2.23	2.21	2.22	2.2	2.216
13	c12 - c13	1.37	1.36	1.35	1.37	1.35	1.36
14	c13 - c14	2.22	2.21	2.23	2.21	2.21	2.216
15	c14 - c15	2.23	2.2	2.21	2.22	2.21	2.214
16	c15 - c16	1.37	1.37	1.38	1.35	1.42	1.378
17	c16 - c17	2.22	2.21	2.24	2.21	2.25	2.226
18	c17 - c18	2.2	2.22	2.21	2.22	2.47	2.264
19	c18 - c19	1.36	1.36	1.36	1.37	1.46	1.382

20	c19 - c20	2.24	2.22	2.23	2.21	2.2	2.22
21	c20 - c21	2.21	2.2	2.2	2.19	2.26	2.212
22	c21 - c22	1.37	1.35	1.36	1.34	1.41	1.366
23	c22 - c23	2.14	2.2	2.23	2.29	2.14	2.2
24	c23 - c24	2.22	2.2	2.21	2.19	2.18	2.2
25	c24 - c25	1.35	1.35	1.35	1.4	1.36	1.362
26	c25 - c26	2.23	2.21	2.21	2.18	2.24	2.214
27	c26 - c27	2.13	2.2	2.22	2.24	2.18	2.194
28	c27 - c28	1.34	1.35	1.38	1.36	1.35	1.356
29	c28 - c29	2.24	2.21	2.19	2.25	2.26	2.23
30	c29 - c30	2.21	2.21	2.2	2.21	2.16	2.198
31	c30 - c31	1.37	1.35	1.35	1.35	1.33	1.35
32	c31 - c32	2.23	2.2	2.2	2.22	2.29	2.228
33	c32 - c33	2.24	2.21	2.21	2.25	2.18	2.218
34	c33 - c34	1.38	1.36	1.36	1.36	1.37	1.366
35	c34 - c35	2.22	2.2	2.18	2.23	2.23	2.212
36	c35 - c36	2.21	2.2	2.22	2.23	2.27	2.226
37	c36 - inisial	3.99	3.99	4.01	3.95	4.05	3.998
Total		86.7	86.54	86.73	86.91	87.39	86.854

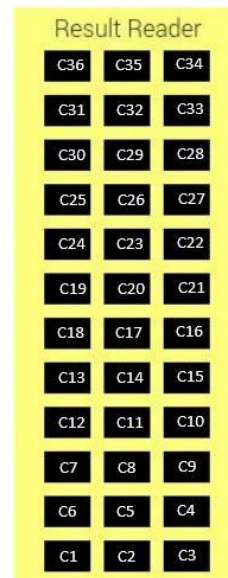
20	c19 - c20	2	2.22
21	c20 - c21	2.04	2.212
22	c21 - c22	6.15	1.366
23	c22 - c23	2.04	2.2
24	c23 - c24	2	2.2
25	c24 - c25	6.17	1.362
26	c25 - c26	2.04	2.214
27	c26 - c27	2.07	2.194
28	c27 - c28	6.21	1.356
29	c28 - c29	2.05	2.23
30	c29 - c30	2.06	2.198
31	c30 - c31	6.42	1.35
32	c31 - c32	2.09	2.228
33	c32 - c33	2.06	2.218
34	c33 - c34	6.28	1.366
35	c34 - c35	2.21	2.212
36	c35 - c36	2.09	2.226
37	c36 - inisial	4.96	3.998
Total		129.91	86.854

Dari tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa hasil dari perpindahan pembacaan setiap chip tidak terlalu signifikan perbedaannya dikarenakan waktu yang ditetapkan pada proses pergerakan memiliki nilai yang sama. Dengan dilakukannya pengambilan data sebanyak 5 kali berfungsi untuk mendapatkan nilai rata-rata untuk dijadikan sebagai acuan perbandingan dengan hasil operasi pengerjaan mesin sebelumnya seperti pada tabel 4.

Jika dibandingkan dengan kecepatan dari hasil pengerjaan yang sebelumnya adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Perbandingan waktu operasi sistem microstepping dengan sebelumnya

No	Posisi	Sebelum	Sesudah
1	inisial - c1	6.99	14.628
2	c1 - c2	2.03	2.222
3	c2 - c3	2.09	2.206
4	c3 - c4	6.13	1.37
5	c4 - c5	2.05	2.224
6	c5 - c6	2.05	2.21
7	c6 - c7	6.47	1.36
8	c7 - c8	2.04	2.23
9	c8 - c9	2.05	2.21
10	c9 - c10	6.13	1.358
11	c10 - c11	2.03	2.23
12	c11 - c12	2.04	2.216
13	c12 - c13	6.22	1.36
14	c13 - c14	2.04	2.216
15	c14 - c15	2.06	2.214
16	c15 - c16	6.17	1.378
17	c16 - c17	2.04	2.226
18	c17 - c18	2.03	2.264
19	c18 - c19	6.31	1.382



Gambar 9. Posisi Peletakan Chip

Sehingga dapat disimpulkan waktu yang dihasilkan dari proyek sebelumnya dengan yang setelah diperbarui dengan *microstepping* lebih cepat dan efisien sebesar $\pm 50\%$. Hal ini dikarenakan kecepatan waktu yang dicapai dari alat ini dapat dipercepat hampir setengah dari waktu sebelum metode *microstepping* ini diterapkan.

Hal ini dikarenakan metode *microstepping* dapat membuat pergerakan motor menjadi lebih halus sehingga mengurangi *noise* pada motor, dan untuk pergerakannya juga lebih singkat dibandingkan dengan sebelumnya

D. Data Waktu Pada Penulisan Karakter

Dalam setiap penulisan karakter menggunakan media laser, maka dibutuhkan waktu yang berbeda karena jumlah gerakan yang dihasilkan pun juga bervariasi. Berikut nilai dari pembuatan setiap karakter dengan menggunakan media laser, dan nilai waktu diambil dengan menggunakan program yang sama saat melakukan uji coba *chip* yaitu dengan program counting atau split time, dengan toleransi waktu pada setiap pembuatan karakternya ± 0.1 detik.

Tabel 5. Waktu pembuatan karakter

No	Karakter	Waktu (detik)	No	Karakter	Waktu (detik)
1	Mulai inisial	9.59	14	c	9.05
2	0	9.08	15	d	11.52
3	1	6.31	16	e	9.03
4	2	9.04	17	f	7.81
5	3	11.79	18	h	8.81
6	4	8.80	19	j	10.29
7	5	11.72	20	l	6.32
8	6	14.25	21	n	6.34
9	7	6.32	22	p	9.04
10	8	11.49	23	t	9.08
11	9	11.51	24	u	11.27
12	a	11.49	25	y	11.49
13	b	11.49	26	Kembali inisial	7.78

Simpulan

Waktu Pengerjaan yang singkat dapat dicapai dengan menggunakan metode microstepping dan telah terbukti $\pm 50\%$ lebih efisien dan lebih baik dalam pengawatan untuk motor *stepper* sendiri. Penerapan metode *microstepping* telah diterapkan dan menghasilkan pergerakan yang lebih akurat sesuai dengan data yang akurat dan valid.

Perlunya dilakukan perbaikan dan peningkatan pada bagian mekanik, karena bentuk yang terlalu padat sehingga membuat ruang bebasnya sedikit sehingga pada saat melakukan maintenance kurang efektif. Pergerakan yang dilakukan masih terbatas dengan gerakan *vertical* dan *horizontal* sehingga belum bisa melakukan gerakan *linear* dengan 2 motor.

Daftar Pustaka

- [1] Arief Wisnu Wardhana dan Daru Tri Nugroho, "Pengontrolan Motor *Stepper* Menggunakan Driver DRV 8825 Berbasis Signal Square Wave dari Timer Mikrokontroler AVR", Jurnal Nasional Teknik Elektro, Vol. 7, No. 1, Maret 2018.
- [2] Marc McComb, "Introduction to Stepper Motors Part 2: Stepper Motor Control", Microchip, 2007
- [3] Texas Instrument, "DRV8825 Stepper Motor Controller", 2014
- [4] Indra A Eko Prasetyo dan Rikie Kartadie, "Sistem Keamanan Area Parkir Stkip Pgri Tulungagung Berbasis Radio Frequency Identification (Rfid)", JOEICT (Jurnal of Education and Information Communication Technology), Volume 3, Nomor 1, Maret 2019.
- [5] Marti Deans. "CNC Coordinate System Made Easy" Internet: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/cnc-coordinate-system-made-easy/>, 2018.
- [6] rsid-solutions. "RF LF & HF Performance Tester T8200PRO-G" Internet: http://www.rsid-solutions.com/products/RFID_Inlay_Tag/318.html?gclid=EAlalQobChMlovTntYLS7glVCMWWCh2veQYWEAAYASAAEglPPPD_BwE