

## ANALISIS PENGGERAK PADA SISTEM PENGAMAN PINTU BER-PASSWORD

### ANALYSIS OF ACTIVATOR OF PASSWORDED DOOR SECURITY SYSTEM

Oleh: Gandung Listiono<sup>1</sup>, Agus Purwanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Fisika FMIPA UNY

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Fisika FMIPA UNY

[gandung\\_listiono@yahoo.co.id](mailto:gandung_listiono@yahoo.co.id).

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan kerja dari beberapa komponen penggerak pada sistem pengaman pintu ber-*password* dan mengetahui unjuk kerja sistem pengaman pintu ber-*password*. Analisis komponen pada sistem pengaman ini meliputi analisis motor *stepper* beserta rangkaian kontrolnya dan analisis ulir daya. Analisis motor *stepper* meliputi pengujian torsi motor, kecepatan motor dan karakteristik masukan pada rancangan program, sedangkan analisis ulir daya digunakan untuk mengetahui torsi minimum yang dibutuhkan untuk memutar beban. Beberapa program yang digunakan untuk menganalisis komponen motor *stepper* adalah program Arduino dan program *SpectraPLUS 5.0*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa torsi minimum yang dibutuhkan ulir untuk berotasi sebesar  $(0,036 \pm 0,004)$  N.m, sedangkan torsi maksimum yang dihasilkan motor *stepper* sebesar  $(0,060 \pm 0,003)$  N.m, sehingga dapat disimpulkan bahwa torsi yang dihasilkan motor *stepper* cukup untuk menggerakkan beban. Motor *stepper* diprogram dengan kecepatan putar sebesar 60 rpm yang tidak berpengaruh terhadap besar torsi motor melainkan mempengaruhi waktu rotasinya. Kecepatan 60 rpm dipilih karena lebih ideal dari kecepatan yang lain karena menghasilkan waktu yang lebih cepat saat menggeser pintu dan tidak menimbulkan kemacetan pada sistem. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa motor *stepper* berotasi sebanyak 25 kali untuk menggeser pintu dan membutuhkan waktu sebesar  $(24,91 \pm 0,01)$  s, sedangkan rotasi sebanyak 25 kali tanpa beban, akan membutuhkan waktu sebesar  $(24,14 \pm 0,01)$  s. Dengan demikian disimpulkan bahwa beban mempengaruhi kecepatan motor.

**Kata kunci:** kecepatan putar, torsi, motor *stepper*, dan ulir.

#### Abstract

*This study aims to analyze the workability of several activators component of the passworded door security system and to find out the performance of door security with password system. Analysis of components of the safety system included analysis of stepper motor control and analysis of power screw. Analysis of stepper motor included testing the motor torque, the motor speed and the characteristics of the input on the design of the program, while the analysis of the power screw was used to determine the minimum torque required to rotate the load. Some programs used to analyze the component of the stepper motor were Arduino and SpectraPLUS 5.0. The results showed that the minimum torque required to rotate the screw was  $(0.036 \pm 0.004)$  N.m, while the maximum torque produced by stepper motor was  $(0.060 \pm 0.003)$  N.m, so it can be concluded that the stepper motor torque generated was enough to drive the load. Stepper motor was programmed with rotational speed of 60 rpm<sub>s</sub> that did not affect to the motor torque but it influenced the time of rotation. Speed of 60 rpm<sub>s</sub> was more ideal than the other speeds because it produced a shorter time to slide the door and did not cause congestion on the system. The measurement results showed that the stepper motor rotated 25 times to slide the door and took  $(24.91 \pm 0.01)$  s, while the rotation of 25 times without a load, took time of  $(24.14 \pm 0.01)$  s. Thus it could be concluded that the load affected the speed of the motor*

**Keywords:** rotational speed, torque, stepper motors, and screw

## PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi sekarang ini telah menghasilkan berbagai kreasi dalam segala hal yang bertujuan untuk memudahkan segala aktifitas manusia. Teknologi yang saat ini sedang berkembang adalah teknologi mikrokontroler. Pada penelitian ini mikrokontroler akan diaplikasikan pada pengaman pintu ber-*password*.

Pada dasarnya penelitian ini dirancang seperti dongkrak untuk menggerakkan dudukan dengan ulir daya atau sekrup yang diputar sehingga akan menghasilkan gerakan naik turun pada kursi. Sistem ini akan digunakan sebagai penggerak pintu. Tenaga penggerak direncanakan menggunakan motor *stepper* beserta sistem kontrolnya. Gerakan ke kanan atau ke kiri dari sistem penarik dilakukan oleh ulir daya yang diputar oleh transmisi roda gigi yang digerakkan oleh motor *stepper*. Peralatan mekanik pada perancangan terdiri dari batang ulir, roda gigi, *bearing*, rangka, dan motor *stepper*.

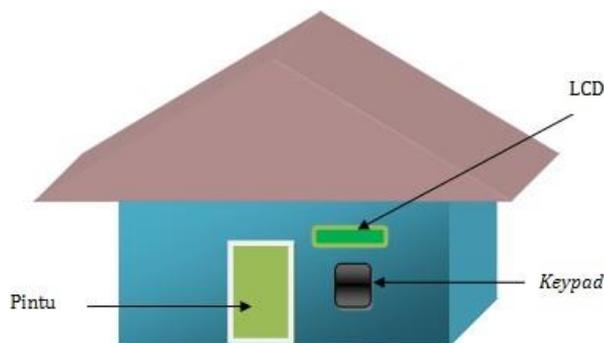
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui unjuk kerja sistem pengaman pintu ber-*password*, serta menganalisis kemampuan kerja dari beberapa komponen penggerak yang meliputi motor *stepper* beserta rangkaian kontrolnya yang berperan memutar ulir untuk memenuhi kebutuhan menggeser pintu.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama delapan bulan dari bulan Januari hingga Oktober 2015 dengan sebelumnya telah dilakukan studi literatur untuk bahan yang akan dikaji. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.

Miniaturnya ruangan ini dibuat dengan ukuran 35 cm x 18 cm x 16 cm, dimana ukuran tersebut sudah mewakili ukuran ruangan dalam skala sebenarnya, yaitu 1:20. Pengaman pintu didukung beberapa komponen seperti LCD, *keypad*, mikrokontroler ATMEGA 168A-PU, dan

beberapa komponen penggerak yaitu motor *stepper* beserta rangkaian kontrolnya dan ulir daya. Berikut ini adalah miniaturnya ruangan pintu ber-*password* yang ditunjukkan oleh Gambar 1.

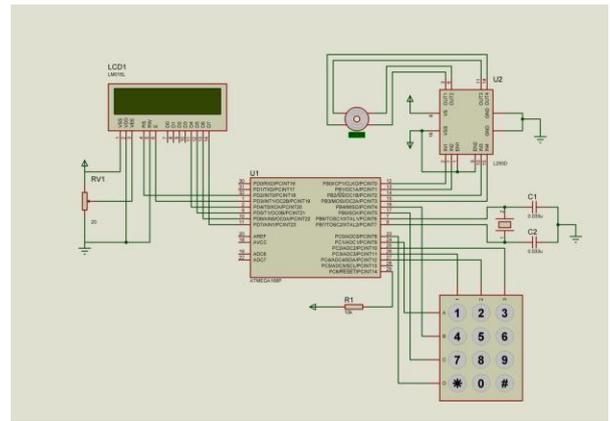


Gambar 1. Miniaturnya ruangan

Gambar. 1 di atas merupakan miniaturnya ruangan pengaman pintu ber-*password* yang berbasis mikrokontroler Atmega168A-PU. Prinsip kerja pengaman pintu ini adalah dengan memasukkan *password* sebanyak 6 digit yaitu "123456". Jika *password* yang dimasukkan benar maka pintu akan bergerak. Komponen penggerak yang digunakan adalah motor *stepper* beserta rangkaian kontrolnya dan ulir daya.

Untuk menggerakkan motor *stepper* diperlukan rangkaian kontrol yaitu *driver* L293D dan mikrokontroler. Rangkaian *driver* L293D menggunakan prinsip kerja transistor sebagai saklar. Saat *input* mendapat logika *HIGH*, transistor pada *driver* dalam keadaan bekerja. Keadaan ini menyebabkan basis-emitor mendapat tegangan maju sekitar 0,7 volt, yang akan menaikkan arus emitor dengan cepat. Tegangan bias maju yang diberikan pada basis-emitor akan mengurangi potensial penghalang dan karena konduktivitas basis yang rendah dan tipisnya basis, maka akan memudahkan transistor mengalirkan arus yang lebih besar melalui kolektor-emitor, sehingga dapat disimpulkan adanya arus yang melewati sambungan basis-emitor ini akan mengalirkan arus kolektor-emitor yang cukup besar (Surjono, 2007:59). Pada rancang bangun pengaman ini mikrokontroler digunakan sebagai pengontrol keseluruhan unit. Mikrokontroler tidak dapat mensuplai arus dalam jumlah besar karena

arus maksimum yang dapat dialirkan adalah 40 mA, sehingga untuk menggerakkan motor *stepper* diperlukan komponen tambahan yaitu *driver*, karena mampu mengalirkan arus sesuai yang dibutuhkan motor. Arus maksimum yang mampu disuplai *driver* ke motor *stepper* adalah 1,2 A (Datasheet L293D, 2004:1). Skema rangkaian pengaman pintu ber-*password* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema rangkaian.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Pengujian mikrokontroler ditujukan untuk mengetahui besar tegangan keluaran pin saat *HIGH* dan *LOW*. Tegangan keluaran yang diukur adalah tegangan pada pin 8, 9, 10, 11 yang digunakan sebagai *output* mikrokontroler dan sebagai tegangan *input* untuk *driver* L293D. Hasil pengukuran tegangan masing-masing pin adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Pengujian *output* pin mikrokontroler

Pin	Tegangan Keluaran (volt)	
	HIGH	LOW
8	4,67	0,0012
9	4,67	0,0012
1	4,67	0,0012
1	4,67	0,0012

Tabel 2. Pengujian *output* pin *driver* L293D

Pin	Tegangan Keluaran (volt)	
	HIGH	LOW
1Y	3,506	0,0008
2Y	3,506	0,0008
3Y	3,506	0,0008
4Y	3,506	0,0008

Tabel 1 dan Tabel 2 merupakan hasil pengujian pin *output* mikrokontroler dan L293D. Tegangan *output* mikrokontroler digunakan sebagai tegangan *input driver*. pada saat logika *HIGH* tegangan *output* mikrokontroler adalah 4,67 V, sedangkan saat

logika *LOW* menghasilkan tegangan 1,2 mV. Tegangan keluaran ini akan mempengaruhi tegangan *output driver*. Pada saat logika *LOW*, *driver* akan menghasilkan tegangan output 0,8 mV, sedangkan saat logika *HIGH* diperoleh tegangan 3,5 V.

Pada penelitian ini hasil pengujian menunjukkan bahwa motor *stepper* mempunyai torsi yang hampir sama untuk beberapa kecepatan.

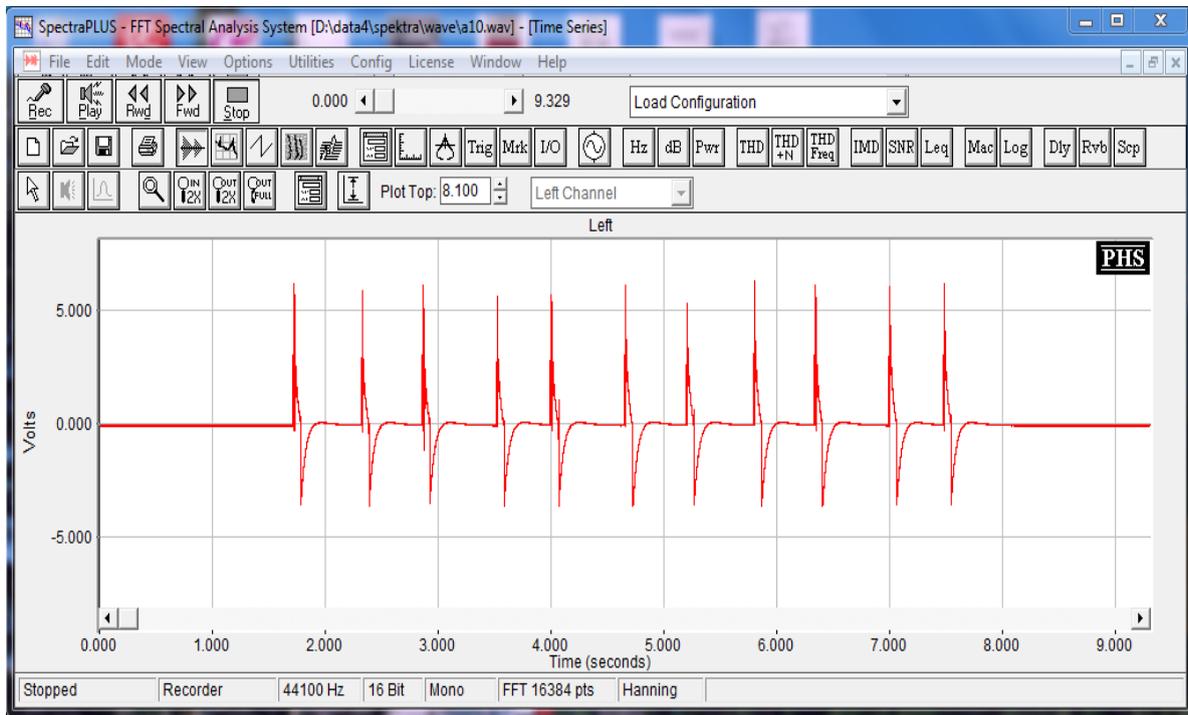
Tabel 3. Torsi maksimum motor *stepper*

Kec. (rpm)	Beban (N)	Torsi (Nm)
10	11,5 ± 0,5	0,058 ± 0,003
20	12,0 ± 0,5	0,060 ± 0,003
30	12,0 ± 0,5	0,060 ± 0,003
40	12,0 ± 0,5	0,060 ± 0,003
50	12,0 ± 0,5	0,060 ± 0,003
60	12,5 ± 0,5	0,063 ± 0,003
70	12,5 ± 0,5	0,063 ± 0,003

Berdasarkan tabel di atas diperoleh torsi maksimum rata-rata motor *stepper* adalah (0,060 ± 0,003) Nm. Sedangkan dengan melalui pengkopelan terhadap ulir daya dengan panjang batang 7,26 cm didapatkan torsi minimum ulir untuk bergerak adalah (0,036 ± 0,004) Nm. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa torsi motor *stepper* cukup untuk memutar beban. Berdasarkan Tabel 3. di atas dapat diketahui bahwa kecepatan putar motor *stepper* tidak mempengaruhi besar torsi yang dihasilkan, melainkan mempengaruhi waktu

rotasi motor. Berikut ini pengujian kecepatan motor *stepper* yang dilakukan dengan

menggunakan program Arduino dan program *SpectraPLUS 5.0*.



Gambar 3. Hasil rekaman sinyal yang diperoleh menggunakan *SpectraPLUS 5.0* untuk kecepatan putar 10 rpm.

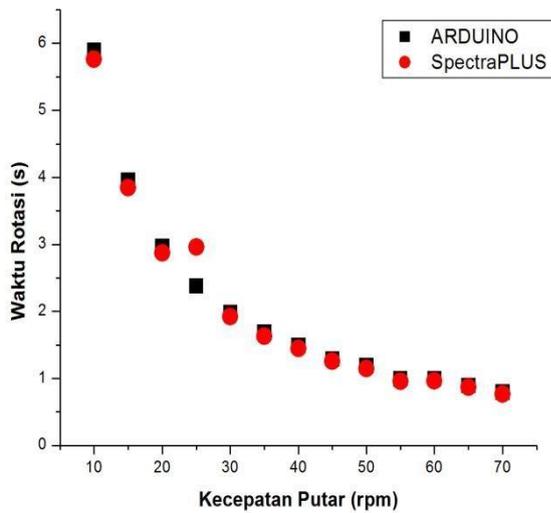
Gambar 3 menunjukkan sinyal yang terbaca oleh *SpectraPLUS 5.0* dengan kecepatan putar motor *stepper* sebesar 10 rpm. Sinyal tersebut mewakili 10 filamen yang bersentuhan yang digunakan untuk menentukan besar waktu rotasi motor *stepper*.

Tabel 4. Hasil pengamatan waktu dengan *SpectraPLUS 5.0*.

No	Kec. (rpm)	(s)	(s)	( - ) ± 0,0001 (s)
1	10	1,7243	7,4845	5,7602
2	15	0,5625	4,4116	3,8491
3	20	2,2453	5,1355	2,8753

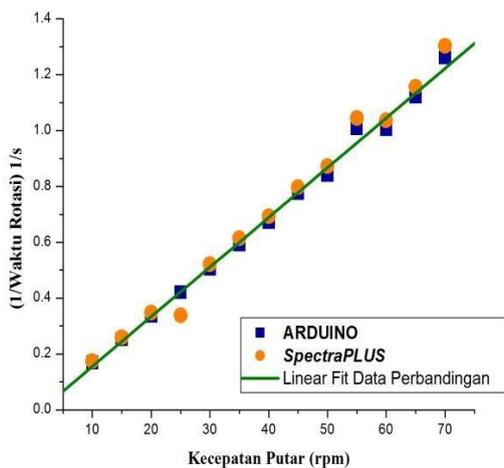
4	25	0,5239	2,8202	2,9630
5	30	0,7721	2,6917	1,9196
6	35	4,2160	5,8462	1,6302
7	40	0,6461	2,0885	1,4424
8	45	0,7270	1,9819	1,2549
9	50	2,0878	3,2334	1,1456
10	55	2,0372	2,9939	0,9584
11	60	0,4781	1,4435	0,9654
12	65	3,9884	4,8532	0,8648
13	70	1,5771	2,3450	0,7679

Berikut ini hasil perolehan perbandingan waktu rotasi motor *stepper* yang diperoleh menggunakan program *SpectraPLUS 5.0* dan program Arduino.



Gambar 4. Grafik hubungan kecepatan putar dengan waktu rotasi diperoleh menggunakan program *SpectraPLUS* 5.0 dan Arduino.

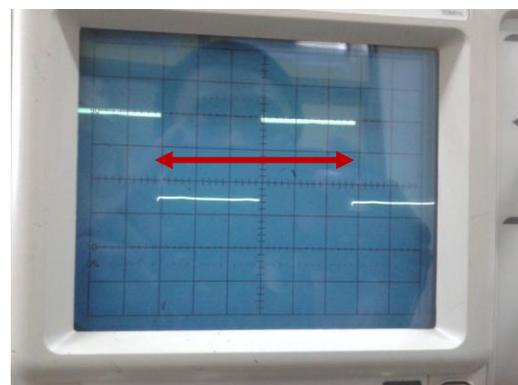
Gambar 4 di atas merupakan grafik hubungan kecepatan putar dengan waktu rotasi motor *stepper* sebelum dianalisis. Setelah dianalisis menggunakan persamaan  $Y = A + B * X$ , sehingga  $Y = 6,178 - 0,0178 * X$ , dengan  $X$  adalah kecepatan putar dalam rpm, adalah waktu dan  $Y$  adalah konstanta, diperoleh grafik hubungan kecepatan putar dengan (waktu rotasi) seperti tampak pada Gambar 5.



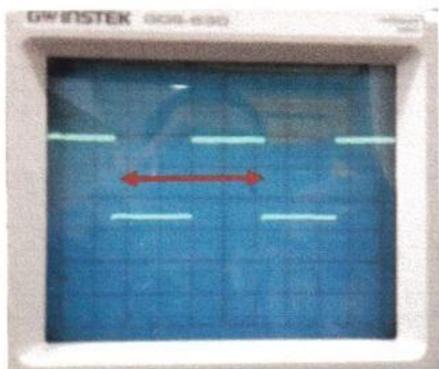
Gambar 5. Grafik perbandingan hubungan kecepatan putar yang berbanding terbalik terhadap waktu rotasi yang diperoleh dengan program *SpectraPLUS* 5.0 dan Arduino.

Gambar 5. menunjukkan grafik hubungan kecepatan putar yang linier terhadap seperwaktu rotasi. Grafik *difitting* menggunakan *software Origin* dan didapat persamaan  $Y = A + B * X$ , dimana  $Y = 1/t$  dan  $X =$  kecepatan putar motor *stepper*.  $B$  adalah gradien dengan nilai  $B = (0,0178 \pm 0,0004)$ , hal ini menyatakan bahwa setiap kenaikan kecepatan putar sebesar 1 rpm akan mengurangi waktu rotasi sebesar 0,54 s. Berdasarkan grafik yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa motor *stepper* mempunyai kecepatan yang berbanding terbalik terhadap waktu rotasi. Dengan demikian apabila kecepatan diperbesar maka waktu yang dibutuhkan untuk melakukan rotasi akan semakin kecil.

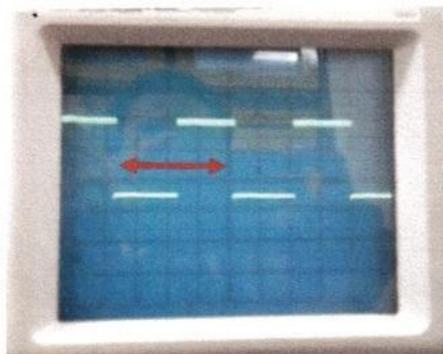
Motor *stepper* adalah motor listrik yang dikendalikan dengan pulsa-pulsa digital. Deretan pulsa diterjemahkan menjadi putaran *shaft*, dimana setiap putaran membutuhkan jumlah pulsa tertentu. Satu pulsa menghasilkan satu kenaikan putaran atau *step*, yang merupakan bagian dari satu putaran penuh (Acarney, 2007: 111-115). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa lebar pulsa akan mempengaruhi kecepatan putar motor *stepper*. Semakin kecil lebar pulsa maka kecepatan putar motor *stepper* semakin besar. Berikut ini hasil pengamatan pulsa *driver* untuk beberapa kecepatan yang berbeda:



Gambar 6. Lebar pulsa untuk kecepatan putar 40 rpm.



Gambar 8. Lebar pulsa untuk kecepatan putar 50 rpm.



Gambar 9. Lebar pulsa untuk kecepatan putar 60 rpm.

Pada Gambar 7, 8 dan 9, anak panah menunjukkan lebar pulsa yang mewakili satu langkah (*step*) motor *stepper*. Satu pulsa membutuhkan waktu sebesar 0,015 detik untuk kecepatan putar 40 rpm, sebesar 0,012 detik untuk kecepatan putar 50 rpm dan untuk kecepatan putar 60 rpm sebesar 0,01 detik. Data hasil pengamatan ini memperlihatkan bahwa semakin kecil lebar pulsa atau waktu langkah, maka kecepatan putar motor semakin besar.

## KESIMPULAN

Besarnya kecepatan putar motor *stepper* tidak mempengaruhi besarnya torsi yang dihasilkan melainkan mempengaruhi waktu rotasi motor. Hubungan kecepatan putar motor *stepper* dengan waktu rotasi adalah berbanding terbalik dengan persamaan  $\omega = C \times \frac{1}{t}$ . Motor *stepper* dikendalikan dengan deretan pulsa yang diterjemahkan menjadi putaran *shaft*, dimana setiap putaran membutuhkan jumlah pulsa tertentu. Dapat disimpulkan bahwa semakin kecil lebar pulsa, maka waktu langkah semakin kecil yang akan menyebabkan kecepatan putar motor *stepper* semakin besar.

## DAFTAR PUSTAKA

Acarney, Paul. 2007. *Stepping Motors A Guide to Theory and Practice*. London: The Institute of Engineering and Technology.

Texas Instrument Data Sheet *driver* L293D, 2004 ([www.ti.com](http://www.ti.com)) diakses pada 14 Februari 2014

Surjono, Herman D. 2007. *Elektronika: Teori dan Terapan*. Yogyakarta: Cerdas Ulet Kreatif.