

Sistem Otomasi Pada *Automatic Motor Coil Winding Machine* Berbasis *Human Machine Interface*

Faisal Hasby Sadiq¹, Hikmatul Amri²

^{1,2} Politeknik Negeri Bengkalis, Jl. Bathin Alam, Bengkalis, Riau, Indonesia

email: faisalhasbysadiq@gmail.com¹, hikmatul_amri@polbeng.ac.id²

Abstrak - Permasalahan yang mendasari penelitian ini yaitu proses otomasi dari mesin penggulung kumparan motor yang memproses penggulangan kumparan motor dalam usaha skala industri menengah masih menggunakan sistem manual dengan cara memutar tuas gulungan pada mesin penggulung kumparan serta pemanfaatan perbedaan rasio *gear* sebagai pengaruh kecepatan dari perbandingan kecepatan mesin penggulung kumparan pada saat proses penggulangan lilitan motor. Penelitian ini menggunakan Arduino Uno R3, *relay*, sensor *proximity* E18-D80NK, dan Bluetooth HC-06 digunakan sebagai komunikasi sistem antara Arduino Uno R3 dengan smartphone secara *real time*. Sistem kontrol otomasi pada mesin penggulung kumparan motor didesain dari *user interface* sederhana juga memudahkan pengguna dalam penggunaan aplikasi android yang dibuat. Sistem otomasi yang dikontrol melalui MIT App Inventor pada motor AC 220 volt dengan hasil antara jumlah pembacaan aktual (dibaca sensor *proximity*) dan pengaturan jumlah lilitan pada mesin didapatkan tingkat akurasi sebesar 100 % untuk *input* nominal *duty cycle* 15 % dan 98,4 % untuk tingkat akurasi *input* nominal *duty cycle* 50 %. Dengan variasi kecepatan berbeda didapatkan perhitungan waktu proses melilit kumparan di antaranya dalam 60 lilitan membutuhkan waktu 8,12 detik, 120 lilitan yaitu 14,06 detik dan 180 lilitan membutuhkan waktu 18,88 detik.

Kata Kunci – Penggulung kumparan, MIT App Inventor, Bluetooth HC-06.

Abstract - *The problem that underlies this research is the automation process of the motor coil winding machine where the motor coil winding process in medium industrial-scale businesses still uses a manual system by turning the coil lever on the coil winding machine and utilizing the difference in gear ratios as the influence of RPM from the speed comparison of the winding machine. Coil during the motor winding process. This research uses Arduino Uno R3, relay, proximity sensor E18-D80NK, and Bluetooth HC-06 used as system communication between Arduino Uno R3 and smartphone in real time. The automation control system on the motor coil winding machine is designed from a simple user interface which also makes it easier for users to use the created android application. The automation system controlled through the MIT App Inventor on a 220 volt AC motor with the results between the actual reading (read by the proximity sensor) and set the number of turns on the machine obtained an accuracy rate of 100 % for low duty cycle nominal input, namely 15 %, and 98.4 % for the highest level of nominal duty cycle input accuracy of 50 %. With different speed variations, it is found that the calculation of the processing time wrapped around the coil includes 60 turns which takes 8.12 seconds, 120 turns which is 14.06 seconds and 180 turns takes 18.88 seconds.*

Keywords – *Coil winding, MIT App Inventor, Bluetooth HC-06*

I. PENDAHULUAN

Otomatisasi merupakan salah satu realisasi dari perkembangan teknologi, dan merupakan alternatif untuk memperoleh sistem kerja yang cepat, akurat, efektif dan efisien, sehingga diperoleh hasil yang lebih optimal [1]. Dalam era industri modern, sistem kontrol proses industri biasanya merujuk pada otomatisasi sistem kontrol yang digunakan. Sistem kontrol

industri peranan manusia masih amat dominan, misalnya dalam merespon besaran-besaran proses yang diukur oleh sistem kontrol tersebut dengan serangkaian langkah berupa pengaturan panel dan saklar-saklar yang relevan telah banyak digeser dan digantikan oleh sistem kontrol otomatis. Sebabnya jelas mengacu pada faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi dan produktivitas industri itu sendiri, misalnya faktor *human error* dan tingkat keunggulan yang ditawarkan sistem kontrol tersebut salah satu sistem kontrol yang amat luas pemakaiannya ialah mikrokontroler [2].

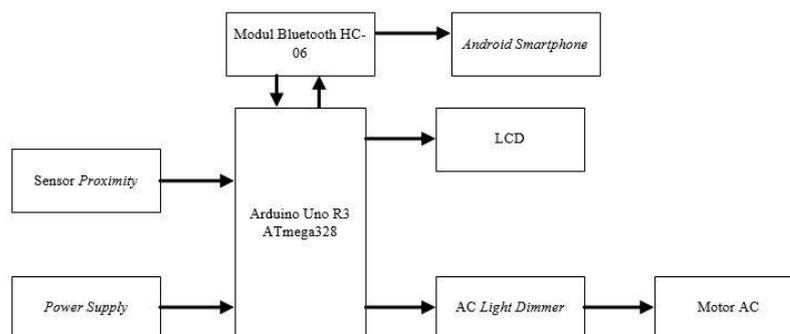
Permasalahan yang mendasari penelitian ini yaitu proses otomasi dari mesin penggulung kumparan motor. Proses penggulung kumparan motor dalam usaha skala industri menengah masih menggunakan sistem manual dengan cara memutar tuas gulungan pada mesin penggulung kumparan serta pemanfaatan perbedaan *rasio gear* sebagai pengaruh kecepatan dari perbandingan kecepatan mesin penggulung kumparan pada saat proses menggulung lilitan motor [3]. Namun seiring dengan perkembangan teknologi sistem manual sudah diganti dengan sistem otomatis [4], [5], bahkan bisa dikendalikan melalui HMI [2] dan smartphone [6].

Dalam pemanfaatan modul *AC light dimmer* proses pengontrolan yang dirancang ini menggunakan komunikasi pada *human machine interface* (HMI) via android pada mesin penggulung kumparan motor, Namun yang menjadi permasalahan adalah bagaimana merancang kendali otomatis pada pengaturan dan pengontrolan proses produksi kumparan induksi pada usaha industri kelas menengah menggunakan mikrokontroler tipe ATmega328 Arduino Uno R3 sebagai media kontrol otomatisasi.

II. METODE

Dalam sistem otomasi pada *automatic motor coil winding machine* berbasis *human machine interface* (HMI) via *android smartphone* memiliki peran yang baik dalam penggunaannya. Sistem pengaturan kecepatan motor satu fasa ini digunakan untuk mengontrol kecepatan putar dari mesin penggulung kumparan motor.

Dalam pembuatan rancangan sistem otomasi, ada beberapa tahap yang harus dilakukan agar perangkat dapat bekerja dengan maksimal sesuai prosedur yang diharapkan dan memiliki kelelasan antara rancangan dan perancangan. Oleh karena itu, dalam perancangan sistem otomasi dibuat dalam bentuk blok diagram dan *flowchart*. Blok diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 1.

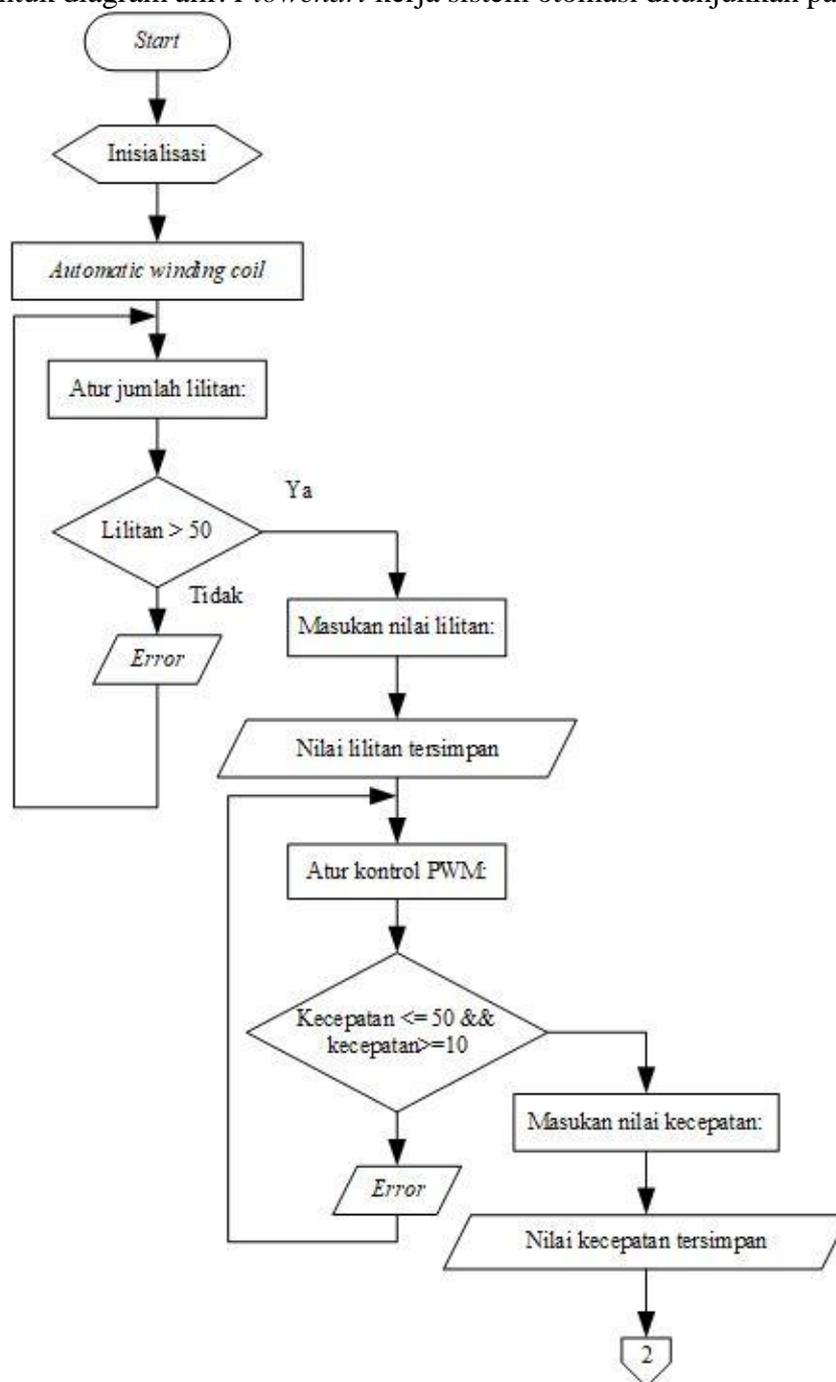


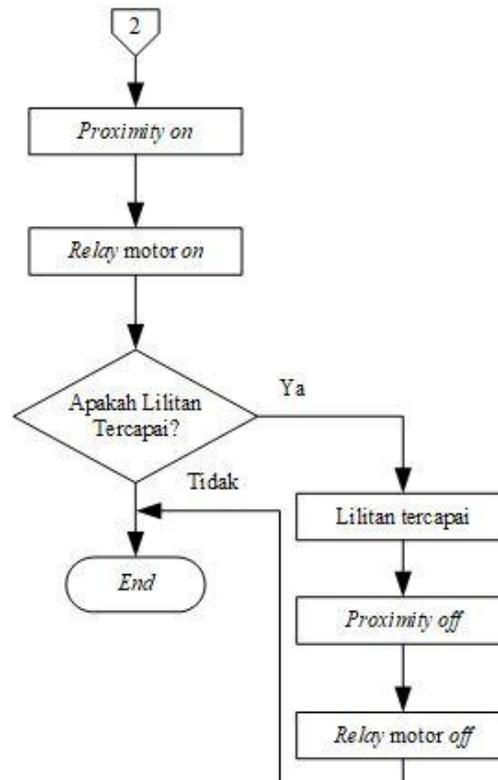
Gambar 1. Blok Diagram

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa sistem otomasi yang dibangun dapat dikendalikan dan dipantau melalui *android smartphone*. IC Mikrokontroler ATmega 328 berfungsi sebagai pusat kendali dari keseluruhan sistem kerja rangkaian. Sensor *proximity* yang di gunakan adalah tipe E18-D80NK adalah sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. *Display* yang digunakan adalah *liquid crystal display* (LCD) untuk menampilkan data *input* sensor dan informasi tulisan yang lain. *Power supply* yang digunakan berupa adaptor 12

VDC 1 ampere sebagai sumber energi atau tegangan semua rangkaian elektronika yang telah dibuat agar bekerja sesuai perancangan. Modul AC *light dimmer* yang berfungsi untuk mengatur kecepatan putaran motor 1 fasa. *Android Smartphone* sebagai media komunikasi *interface* antara mesin dan aplikasi android melalui koneksi bluetooth.

Dalam membuat rancangan sistem otomasi, ada beberapa tahap yang harus dilakukan agar perangkat dapat bekerja dengan maksimal sesuai prosedur yang diharapkan dan memiliki kelelasan antara rancangan dan perancangan. Agar alur kerja sistem mudah dipahami maka dibuat dalam bentuk diagram alir. *Flowchart* kerja sistem otomasi ditunjukkan pada Gambar 2.





Gambar 2. Flowchart Sistem Kerja

Penjelasan *flowchart*:

1. *Start*

Start merupakan tahap awal permulaan dari sistem kerja alat, dalam tahap ini semua peralatan sudah siap dibuat untuk tahap berikutnya yaitu pengujian alat.

2. Inisialisasi

Inisialisasi adalah bagian untuk pengecek semua perangkat sehingga dapat dipastikan bahwa alat yang digunakan semua dalam keadaan baik dan bisa dijalankan sesuai yang diharapkan.

3. *Automatic motor coil*

Merupakan tahap tampilan LCD awal penanda mesin telah *on*.

4. Atur jumlah lilitan

Tahap memasukkan nominal jumlah lilitan melalui MIT App Inventor *android smartphone*.

5. Jika lilitan lebih dari nilai 50 maka logika disimpan, jika di bawah nilai 50 fungsi *error*.

6. Atur kontrol PWM

Tahap memasukkan nominal jumlah PWM untuk mengatur kecepatan motor 1 fasa melalui MIT App Inventor 4.

7. Jika kecepatan kurang dari atau sama dengan nilai 50 % dan kecepatan lebih besar atau sama dengan nilai 10 % maka logika disimpan, jika nilai di atas 50 % dan di bawah 10 % fungsi *error*.

8. Lilitan tercapai

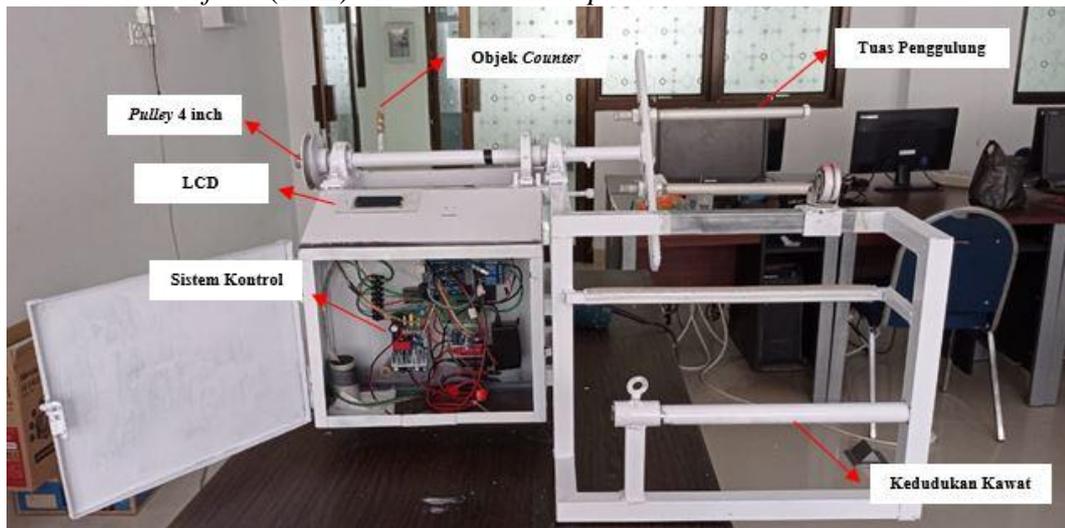
Tahap ini LCD menampilkan tulisan lilitan tercapai kemudian menampilkan tulisan kebutuhan lilitan telah tercapai, selanjutnya kondisi *relay* mesin *off*, sensor *proximity off*.

9. *End*

Pada tahap ini merupakan tahap akhir yaitu mengambil kesimpulan dari hasil pengujian alat yang telah dilakukan. Kesimpulan berisi penjelasan persentase keberhasilan sistem yang dibuat dengan metode awal, penjelasan metode apa yang sesuai untuk pemecahan masalah-masalah yang timbul saat melakukan pengujian alat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan ini adalah hasil yang didapat dari tahapan-tahapan perancangan alat, baik itu pada rancangan *prototype*, *software* maupun rancangan *hardware*. Dari hasil pembuatan mekanik pada sistem otomasi maka hal pertama yang harus diperhatikan adalah memastikan bahwa masing-masing komponen sistem sudah terpasang atau terkoneksi dengan baik, hasil rancangan dari sistem otomasi pada *automatic motor coil winding machine* berbasis *human machine interface* (HMI) via *android smartphone*.



Gambar 3. Hasil Rancangan Keseluruhan

Sebelum dilakukan pengujian terhadap mesin penggulung kumparan motor, maka dilakukan pengujian terhadap *human machine interface* (HMI). Sistem komunikasi *interface* dijalankan dengan menggunakan *android smartphone* yang di desain menggunakan *software* MIT Inventor, pengaturan desain *main display* dan komunikasi antara Arduino Uno R3 dan mesin menggunakan komunikasi *serial bluetooth* yang dihubungkan dengan menggunakan aplikasi dari MIT App Inventor, *software* yang digunakan untuk Arduino Uno R3 adalah Arduino IDE. Tabel 1 merupakan pengujian HMI keseluruhan.

TABEL 1. PENGUJIAN HMI

No.	Pengujian	Alamat MIT Inventor	Input	Output	Keterangan	Delay (s)
1.	Tombol <i>START</i>	Data <i>Binary</i>	Aktif	Aktif	sukses	0
2.	Tombol <i>RESET</i>	Data <i>Binary</i>	Aktif	Aktif	sukses	0
3.	Tombol <i>NEXT</i>	Data <i>Binary</i>	Aktif	Aktif	sukses	0,5
4.	Tombol <i>Submit</i> Nilai Lilitan	Data	Aktif	Aktif	sukses	0,5
5.	Tombol <i>Submit</i> Nilai PWM	Data	Aktif	Aktif	sukses	0,5
6.	<i>Disconnect</i>	Data	Aktif	Aktif	sukses	0,5
7.	Tombol <i>Connect</i> Bluetooth	Data	Aktif	Aktif	sukses	0,5

Setelah dilakukan pengujian terhadap HMI dari Tabel 1 dan telah berfungsi sesuai kebutuhan maka selanjutnya dilakukan pengujian terhadap modul AC *light dimmer*. Pengujian *zero crossing detector* menggunakan modul AC *light dimmer* yang difungsikan sebagai

pengatur kecepatan motor AC 1 fasa. Penggunaan modul pengaturan motor difungsikan untuk memperlambat putaran pada mesin penggulang kumparan motor dengan pengujian modul AC *light dimmer* tanpa beban dan dengan beban sehingga didapatkan hasil di Tabel 2 pengujian modul *light dimmer* tanpa beban Tabel 3 pengujian modul AC *light dimmer* dengan beban.

TABEL 2. PENGUJIAN MODUL AC LIGHT DIMMER TANPA BEBAN

No	Duty cycle (%)	Skala PWM	Rotasi Tanpa Beban (RPM)	Kondisi Motor
1	10	14	63,6	Berputar Pelan
2	15	21	1436	Berputar Pelan
3	20	28	1444	Berputar Pelan
4	25	35	1459	Berputar Sedang
5	30	42	1461	Berputar Sedang
6	35	49	1473	Berputar Sedang
7	40	56	1469	Berputar Tinggi
8	45	63	1473	Berputar Tinggi
9	50	70	1475	Berputar Tinggi

TABEL 3. PENGUJIAN MODUL AC LIGHT DIMMER DENGAN BEBAN

No	Duty cycle (%)	Skala PWM	Rotasi Dengan Beban (RPM)	Kondisi Motor
1	10	14	11,7	Berputar Berdengung
2	15	21	603	Berputar Pelan
3	20	28	609	Berputar Pelan
4	25	35	614	Berputar Pelan
5	30	42	616	Berputar Sedang
6	35	49	623	Berputar Sedang
7	40	56	637	Berputar Sedang
8	45	63	642	Berputar Tinggi
9	50	70	654	Berputar Tinggi

Dari hasil pengujian didapatkan hasil semakin tinggi persen *duty cycle* yang memasukkan nilai nominal melalui MIT App inventor, untuk tegangan supply 220 volt dengan frekuensi 50 Hz, satu siklus penuh bentuk gelombang AC membutuhkan waktu 20 m/s untuk diselesaikan. Oleh sebab itu dengan rumus pada Arduino IDE (*firing angle calculation: 50Hz-> 10ms*) untuk setengah kecepatan pada beban motor dari waktu normal yang diberikan. Pengujian sistem keseluruhan didapatkan hasil pada Tabel 4.

TABEL 4. PENGUJIAN SISTEM KESELURUHAN

No	Duty cycle (%)	Setting Input Nominal Lilitan	Tegangan (V)	Rerata Arus (A)	Rerata Rotasi (RPM)	Aktual Lilitan	Rerata Waktu Penggulung (s)
1	10	60	151,4	2,23	11,7	-	-
			148,4				
			153,6				
			149,1				
			152,2				
		180	153,7				
			153,7				
			153,7				
			193				
			60				
2	15	60	194,4	0,85	603	-	9,04
			195,4				
			194				
			120				
			120				
		180	195,4				
			195,4				
			193				
			180				
			180				
3	20	60	196	0,98	609	-	8,46
			194,4				
			60				
			60				

			195,4			60	
			196,4			120	
		120	195,4			120	14,42
			195,4			120	
			197			180	
		180	195,6			180	19,19
			196,1			180	
			210,1			60	
		60	210,2			60	8,31
			210,0			61	
			209,7			121	
4	25	120	209,3	0,1	614	121	14,27
			210,5			121	
			209,5			181	
		180	206,8			181	19,14
			206,8			181	
			215			62	
		60	214			62	8,16
			213			62	
			215			122	
5	30	120	215	1,02	616	122	14,12
			213			122	
			218			182	
		180	217			182	19,10
			217			182	
			219			62	
		60	219,8			62	8,13
			217,7			62	
			216,7			122	
6	35	120	219,2	1,05	623	122	14,09
			219,8			122	
			217,5			182	
		180	218,3			182	19,02
			219,2			182	
			218			62	
		60	219			62	8,09
			217			62	
			219,2			122	
7	40	120	218	1,06	637	122	14,02
			220			122	
			217			182	
		180	216			182	18,54
			215			182	
			218			62	
		60	219			62	7,53
			220			62	
			218			122	
8	45	120	219	1,07	642	122	13,56
			220			122	
			218			182	
		180	219			182	18,45
			220			182	
			222			63	
		60	221			62	7,43
			223			62	
9	50		224	1,10	654	122	
		120	223			122	13,43
			22			122	

	223	183	
180	224	183	18,38
	225	183	

Berdasarkan data pengujian sistem keseluruhan, untuk sensor *proximity* sebagai *counter* pada sistem ini sudah berfungsi dengan tepat dan HMI dari LCD 16x2 sukses menampilkan hasil *counter* dari sensor *proximity* 100 % dengan *input* logika pada program Arduino IDE yaitu jumlah *input* lilitan – 18, kemudian fungsi logika yang diberi meminimalisir selisih kecepatan pada *pulley* yang digerakkan oleh *pulley* penggerak dari motor AC dalam sistem pengguling kumparan motor ini di mana dalam kondisi tanpa logika selisih mencapai sekitaran 14-15 lilitan dari nilai *input* nominal jumlah lilitan pada aplikasi android dengan waktu proses pengguling kumparan motor rata-rata 60 lilitan dan 100 lilitan.

Setelah didapatkan jumlah waktu proses melilit dan nilai nominal *setting* lilitan maka didapatkan hasil perbandingan akurasi lilitan pada mesin pengguling kumparan motor. Berikut tingkat akurasi nilai *setting* lilitan dan hasil lilitan aktual pada mesin pada Tabel 5.

TABEL 5. PERBANDINGAN AKURASI LILITAN PADA MESIN PENGGULUNG KUMPARAN MOTOR

No	Duty cycle (%)	Setting Lilitan	Aktual Lilitan	Rerata Akurasi (%)
1	15	60	60	100
		120	120	100
		180	180	100
2	20	60	60	100
		120	120	100
		180	180	100
3	25	60	60,3	99,5
		120	121	99,17
		180	181	99,17
4	30	60	62	96,67
		120	122	98,34
		180	182	98,89
5	35	60	62	96,67
		120	122	98,34
		180	182	98,89
6	40	60	62	96,67
		120	122	98,34
		180	182	98,89
7	45	60	62	96,67
		120	122	98,34
		180	182	98,89
8	50	60	62,33	96,12
		120	122	98,34
		180	183	98,4

Dari hasil pengujian di atas maka dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi 100 % didapatkan pada pengaturan *duty cycle* 15 % dan tingkat akurasi terendah 98,4 % didapatkan pada pengaturan *duty cycle* 50 % dengan selisih 2 sampai 3 lilitan dari nilai *setting* yang dimasukkan pada mesin.

Selanjutnya dilakukan Pengujian nilai tegangan dan arus motor AC dilakukan untuk mengetahui daya yang terpakai pada motor AC 220 volt sebagai penggerak utama mesin pengguling motor, data pengujian daya listrik dapat dilihat pada Tabel 6.

TABEL 6. PENGUJIAN ARUS DAN TEGANGAN MOTOR AC

No	Duty cycle (%)	Setting Input Nominal Lilitan	Rerata Tegangan (V)	Rerata Arus (A)	Rerata Daya (W)
1	10	60	151,1	2,23	269,38
		120			
		180			
2	15	60	194,2	0,85	132,0

		120			
		180			
		60			
3	20	120	196,2	0,98	153,8
		180			
		60			
4	25	120	210,1	1	168,0
		180			
		60			
5	30	120	214,3	1,02	178,8
		180			
		60			
6	35	120	218,3	1,05	183,37
		180			
		60			
7	40	120	219	1,06	183,96
		180			
		60			
8	45	120	219	1,07	187,46
		180			
		60			
9	50	120	223	1,10	196,24
		180			

Dari hasil pengujian didapatkan hasil semakin tinggi nilai *duty cycle* yang diberikan maka semakin tinggi daya listrik yang dikonsumsi mulai dari *duty cycle* 15 % dengan daya 132 watt sampai 50 % dengan daya 196,24 watt.

IV. KESIMPULAN

Hasil akhir penelitian ini didapatkan sebuah alat mesin penggulung kumparan motor yang beroperasi secara otomatis sebagaimana sesuai rancangan yang diinginkan. Berdasarkan pengujian perbandingan nilai input nominal lilitan dan nilai aktual pada mesin penggulung kumparan motor berfungsi dengan baik dengan hasil pengamatan sebagai berikut:

1. Tingkat akurasi 100 % didapatkan pada pengaturan *duty cycle* 15 % dan tingkat akurasi terendah 98,4 % didapatkan pada pengaturan *duty cycle* 50 % dengan selisih 2 sampai 3 lilitan dari nilai *setting* yang dimasukkan pada mesin.
2. Variasi dengan kecepatan berbeda didapatkan perhitungan waktu proses melilit kumparan di antaranya dalam 60 lilitan membutuhkan waktu 8,12 detik, 120 lilitan yaitu 14,06 detik dan 180 lilitan membutuhkan waktu 18,88 detik.
3. Daya listrik yang dikonsumsi paling kecil 132 watt pada pengaturan *duty cycle* 15 % dan daya listrik paling besar pada pengaturan *duty cycle* 50 % dengan daya 196,24 watt.

REFERENSI

- [1] Dahlan, M., Slamet, S., & Gunawan, B. Prototipe Mesin Press Otomatis Dengan Sistem Pneumatik Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Untuk Produksi Paving Blok Berstandar Nasional Indonesia (SNI). *Prosiding SNST Fakultas Teknik*. 2013. 1(1), 136-141.
- [2] Rahadian, H., & Heryanto, M. Pengembangan Human Machine Interface (HMI) Pada Simulator Sortir Bola sebagai Media Pembelajaran Otomasi Industri. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*. 2020. 9(2), 84-91.
- [3] Ahyar & Irdam. Perancangan Mesin Penggulung Kumparan Motor Listrik. *Jurnal Keteknikan dan Sains (JUTEKS)*. 2019. 2(1), 8-13.

- [4] Syahwil, M. Modifikasi Alat Penggulung Motor Sistem Manual Menjadi Otomatis Berbasis Arduino. *Indonesian Journal of Laboratory*. 2020. 3(1), 46-54.
- [5] Fushshilat, I., Sumantri, Y., & Somantri, M. Rancang Bangun Mesin Gulung Transformator Otomatis Berbasis Mikrokontroler. *Electrans*. 2014. 13(1), 23-34.
- [6] Sani, A., & Jannah, E.E. Purwarupa Pengendali Kecepatan Motor Induksi 1 Fasa Via Android. *Jurnal Integrasi*. 2020. 12(2), 88-91.