

PERANCANGAN PROTOTYPE SISTEM AUTO BALL PRESS KAPAS BERBASIS PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)

Hadyan Gilang K^{*)}, Sumardi, and Budi Setiyono

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)} Email: hadyangilang@yahoo.com

Abstrak

Otomatisasi pada dunia industri tekstil merupakan salah satu realisasi dari perkembangan teknologi, dan merupakan alternatif untuk memperoleh sistem kerja yang efisien. Untuk meningkatkan suatu kualitas produksi di suatu perusahaan seperti di PT. APAC INTI CORPORA, maka perlu didukung dengan mesin-mesin yang dapat bekerja secara otomatis. Ketersediaan bahan baku kapas yang telah dipadatkan merupakan salah satu faktor yang harus dipertimbangkan untuk menjaga kualitas produksi benang. Pada penelitian ini, dibuat prototype berupa mesin auto ball press kapas berbasis PLC (Programmable Logic Controller) yang digunakan sebagai perangkat utama dalam mengendalikan sistem. Metode kontrol yang digunakan dalam pemadatan kapas adalah kontrol on/off. Perancangan prototype sistem auto ball press menggunakan sensor limit switch dan motor DC sebagai aktuatornya. Dalam satu kali proses pemadatan, sistem dapat menghasilkan 2 buah kapas berbentuk balok. Dari hasil pengujian keseluruhan, sistem dapat berjalan dengan baik. Dari hasil pengukuran terhadap pengujian pemadatan kapas didapat nilai kerapatan kapas padat pada masing-masing pengujian sebesar 76,57 Kg/m³ pada unit press A dan 79,61 Kg/m³ pada unit press B.

Kata kunci: PLC Omron CPM1A, Limit Switch, Motor DC, kontrol on-off

Abstrack

In the textile industry, automation is realization of the development of technology, and a great alternative to obtain the working system which is efficient. In an enterprise such as PT. Apac Inti Corpora, they need to be supported by the machines that can work automatically to raise a quality production. The supply of raw cotton materials that has solidified which easily moved is one of the factors to be considered to maintain the quality of the production of thread. The purpose in this project is making a cotton ball press auto machine prototype based on PLC (Programmable Logic Controller) used a principal in the control system. The method of control that used in this prototype to solidification the cotton is on/off control. The system design of auto ball press prototype is using limit switch sensor and motor DC as actuator. In the process of solidification, the system can be producing two pieces shaped beam cotton. The result from this research is the success in production solid cotton in beam form. The measurement from compaction cotton density test obtained that the cotton solidity are 76,57 kg/m³ in unit press A and 79,61 kg /m³ in unit press B.

Keywords : PLC Omron CPM1A, Limit Switch, Motor DC, Control on-off.

1. Pendahuluan

Industri Tekstil merupakan sektor yang paling siap dalam menghadapi pasar bebas Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) 2015 mendatang. Pelaku industri tekstil dan produk tekstil meyakini bisnis pada tahun depan tidak kalah berat dibandingkan dengan 2014, bahkan pertumbuhan ekspor diperkirakan tak lebih dari 1% [16]. Dalam rangka meningkatkan daya saing industri tekstil dan produk tekstil, industri alas kaki dan industri produk kulit, mesin/peralatan yang sudah berusia lebih dari 20 tahun mutlak perlu diremajakan atau direstrukturisasi

dengan mesin/peralatan yang mempunyai teknologi lebih modern.

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 dan berkualitas. Dengan semakin pendek waktu yang diperlukan untuk proses produksi, maka akan mendapatkan jumlah produksi lebih banyak, biaya pengoperasian yang efisien, sehingga proses produksi memperoleh keuntungan yang lebih. Kualitas adalah

semboyan dari semua jenis bisnis. Produk tanpa kualitas menyebabkan kurangnya kepuasan pelanggan dan akhirnya kehilangan. Hal ini juga berlaku dalam industri tekstil. Kain yang berkualitas dapat dihasilkan dari proses yang berkualitas dan selalu konsisten.

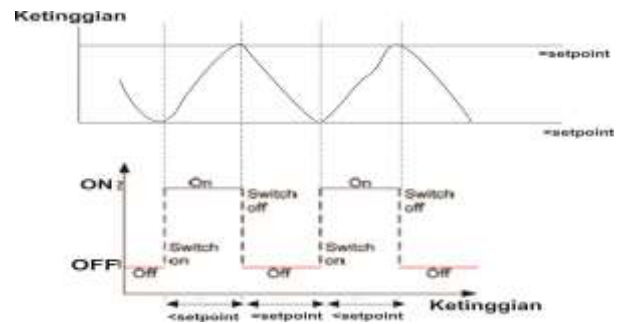
Untuk meningkatkan suatu kualitas produksi seperti di suatu perusahaan seperti di PT. APAC INTI CORPORA, maka perlu didukung dengan mesin-mesin yang dapat bekerja secara otomatis, mulai dari proses persiapan bahan baku berupa kapas sampai ke tahap produksi benang. Untuk membantu proses produksi PT. APAC INTI CORPORA dalam memproduksi benang terdapat beberapa mesin pembantu produksi, yaitu salah satunya adalah mesin *auto ball Press* yang digunakan untuk *packing* bahan baku, dalam hal ini adalah kapas. Manfaat dari mesin tersebut adalah untuk memudahkan distribusi bahan baku ke mesin produksi benang.

Maka dari itu, pada penelitian ini dirancang *prototype* berupa mesin *auto ball Press* kapas. Untuk proses pengontrolan menggunakan PLC jenis Omron tipe CPM1A 40 CDR. Tujuan dari *prototype* ini untuk dapat mempresentasikan sistem berdasarkan mesin *auto ball Press* yang telah ada di PT. APAC INTI CORPORA, sehingga *prototype* ini dapat dijadikan sebagai sarana untuk simulasi dalam mengembangkan mesin *auto ball Press*. Perancangan *prototype* sistem *auto ball Press* menggunakan sensor *Limit switch* dan motor DC sebagai aktuaternya. Pada sistem terdapat 2 unit *Press* dan 2 main RAM sebagai tuas untuk menekan material yang bekerja secara bergantian sampai keadaan unit *Press* telah terisi penuh oleh kapas.

2. Metode

2.1. Kontroller ON-OFF

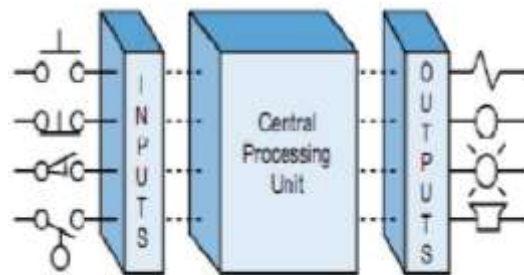
Sebuah sistem kontrol otomatis dapat terdiri dari beberapa bagian seperti plant, sensor, dan kontroler yang masing-masing mempunyai parameter. Sistem kontrol dikatakan dalam keadaan stabil apabila parameter terukur dalam sistem sudah sesuai dengan referensi yang diberikan. Aksi yang diberikan oleh kontroler sangat berpengaruh terhadap keseluruhan sistem. Metode kontrol *on-off* sering disebut juga dengan *two-step control* atau kontrol dua posisi. Gambar 2.15 menjelaskan proses perubahan kondisi dalam aksi kontrol dengan metode *on-off*.



Gambar 1. Perubahan aksi dalam metode kontrol *on-off*

2.2. PLC (Programmable Logic Controller)

Programmable Logic Controller atau bisa disebut *programmable controller* merupakan perangkat keras komputer yang menggunakan rangkaian yang terintegrasi dengan peralatan elektro mekanik yang digunakan sebagai fungsi controller. PLC mampu melakukan intruksi seperti *sequencing*, *timing*, *counting*, *arithmetic*, manipulasi data, komunikasi dan sebagai kontrol dalam proses yang terdapat di industri.



Gambar 2. Blok diagram PLC

2.3. Motor DC Power Window

Motor DC *power window* banyak digunakan karena torsi tinggi dengan rating tegangan *input* yang rendah yaitu 12VDC, dan dimensi motor yang relatif sederhana dan dilengkapi dengan internal *gearbox* sehingga memudahkan untuk instalasi mekanik.



Gambar 3. Motor DC Power window

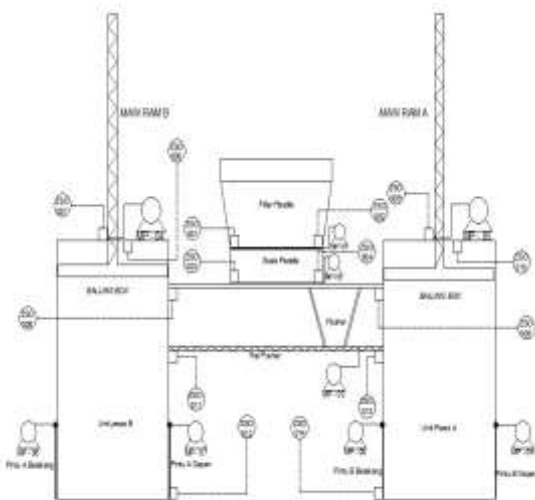
2.4. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras sistem *auto ball Press* untuk pemadatan kapas berupa kerangka besi yang terdiri dari *filler paddle, scale paddle, pusher, main Ram A, main Ram B, pintu A* dan *pintu B* yang digerakan dengan menggunakan motor DC.



Gambar 4. Tampak depan Prototype sistem auto ball Press kapas

Pada gambar 5 menunjukkan P&ID perancangan sistem *auto ball Press*.



Gambar 5. P&ID perancangan sistem auto ball Press kapas

Keterangan gambar :

- Unit Press A : Kotak pemadatan A
- Unit Press B : Kotak pemadatan B
- MAIN RAM A : Ulir Press A
- MAIN RAM B : Ulir Press B
- Pusher : Pendorong Kapas
- Filler paddle : Bagian Pengisian pertama kapas
- Scale paddle : Bagian Pengukuran Kapas

Input :

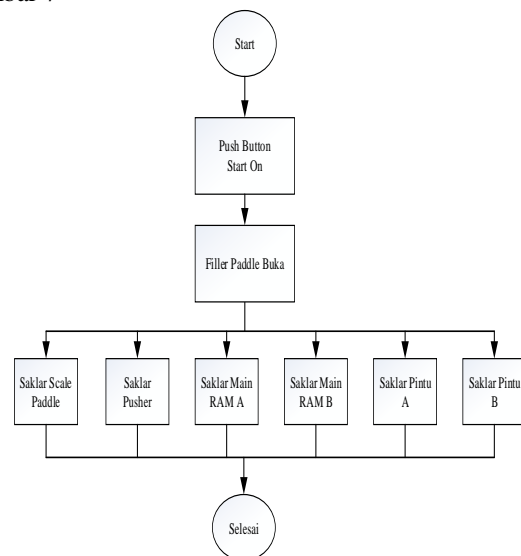
- ZSO01 : Limit switch 1
- ZSO02 : Limit switch 2
- ZSO03 : Limit switch 3
- ZSO04 : Limit switch 4
- ZSO05 : Limit switch 5
- ZSO06 : Limit switch 6
- ZSO07 : Limit switch 7
- ZSO08 : Limit switch 8
- ZSO09 : Limit switch 9
- ZSO10 : Limit switch 10
- ZSO11 : Limit switch 11
- ZSO12 : Limit switch 12
- ZSO13 : Limit switch 13
- ZSO14 : Limit switch 14

Output:

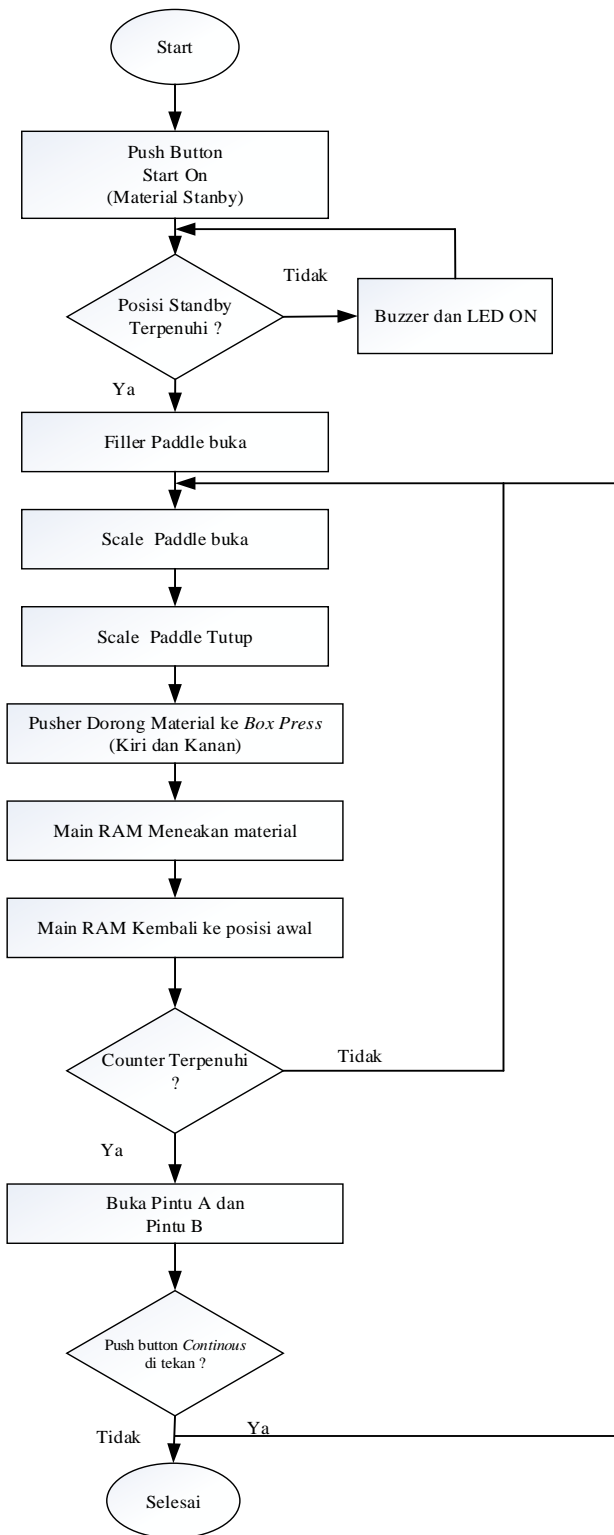
- MP - 01 : Motor penggerak valve filler paddle
- MP - 02 : Motor penggerak valve scale paddle
- MP - 03 : Motor penggerak pusher
- MP - 04 : Motor penggerak main Ram A
- MP - 05 : Motor penggerak main Ram B
- MP - 06 : Motor penggerak Pintu A Belakang
- MP - 07 : Motor penggerak Pintu A Depan
- MP - 08 : Motor penggerak Pintu B Belakang
- MP - 08 : Motor penggerak Pintu B Depan

2.5. Perancangan Perangkat Lunak

Metode yang digunakan dalam perancangan *ladder diagram* adalah pendekatan diagram alir (*flowchart*). Dengan metode ini akan menggambarkan urutan proses secara mendetail dan hubungan antara suatu proses dengan proses lainnya dalam suatu program. Terdapat dua buah perancangan diagram alir yaitu dengan *mode auto* dan *mode manual*. Adapun perancangan diagram alir sistem auto ball Press dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7



Gambar 6. Diagram alir sistem mode manual



Gambar 7. Diagram alir sistem mode auto

Secara umum perancangan perangkat lunak terdiri atas beberapa *ladder diagram* yaitu :

- Ladder diagram* motor filler paddle
- Ladder diagram* motor scale paddle
- Ladder diagram* motor pusher

- Ladder diagram* motor main Ram A
- Ladder diagram* motor main Ram B
- Ladder diagram* motor pintu A
- Ladder diagram* motor pintu B

3. Hasil dan Analisa

3.1. Pengujian Sensor Limit Switch

Pengujian sensor *limit switch* dengan cara mengukur tegangan pada alamat *input* PLC dan *ground* saat *Limit switch* ditekan dan tidak ditekan. Sensor tersebut dihubungkan dengan supply 24 VDC dalam blok *input* PLC OMRON CPM1A.

Pada table 2 terlihat saat *limit switch* tidak tertekan akan menyebabkan lampu indikator pada PLC tidak menyala dan tegangan yang terukur rata-rata 23,6 V sedangkan saat *limit switch* ditekan lampu indikator PLC menyala dan tegangan rata-rata 0,1 V sehingga kondisi seperti ini disebut *active low*.

Tabel 2. Hasil pengujian sensor *limit switch*

Sensor	Keadaan	Tegangan (V)	LED indikator PLC	Active
Limit switch 1	Switch ditekan	0,01	Menyala	Low
	Switch tidak ditekan	23,7	Mati	
Limit switch 2	Switch ditekan	0,01	Menyala	Low
	Switch tidak ditekan	23,7	Mati	
Limit switch 3	Switch ditekan	0,01	Menyala	Low
	Switch tidak ditekan	23,7	Mati	
Limit switch 4	Switch ditekan	0,01	Menyala	Low
	Switch tidak ditekan	23,6	Mati	
Limit switch 5	Switch ditekan	0,01	Menyala	Low
	Switch tidak ditekan	23,7	Mati	
Limit switch 6	Switch ditekan	0,01	Menyala	Low
	Switch tidak ditekan	23,6	Mati	
Limit switch 7	Switch ditekan	0,01	Menyala	Low
	Switch tidak ditekan	23,7	Mati	
Limit switch 8	Switch ditekan	0,01	Menyala	Low
	Switch tidak ditekan	23,7	Mati	
Limit switch 9	Switch ditekan	0,01	Menyala	Low
	Switch tidak ditekan	23,6	Mati	
Limit switch 10	Switch ditekan	0,01	Menyala	Low
	Switch tidak ditekan	23,6	Mati	
Limit switch 11	Switch ditekan	0,01	Menyala	Low
	Switch tidak ditekan	23,6	Mati	
Limit switch 12	Switch ditekan	0,01	Menyala	Low
	Switch tidak ditekan	23,7	Mati	
Limit switch 13	Switch ditekan	0,01	Menyala	Low
	Switch tidak ditekan	23,7	Mati	
Limit switch 14	Switch ditekan	0,01	Menyala	Low
	Switch tidak ditekan	23,7	Mati	

Berdasarkan data pada table 2 maka *limit switch* dapat bekerja dengan baik, hal ini telah sesuai berdasarkan *datasheet* PLC dimana ketika com *input* PLC disambungkan ke (+24 VDC) maka saat *input* PLC mendapatkan tegangan minimal diatas 14,4 V lampu indikator PLC tidak menyala dan pada saat *input* PLC medapatkan tegangan maksimal dibawah 5 V indikator PLC menyala keadaan disebut dengan *active low*.

3.2. Pengujian Push button

Pada sistem ini *push button* bersifat *normally open* (NO) dimana kedua kaki dari *push button* akan tersambung jika *push button* di tekan. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan kaki *push button* ke blok *input* PLC. Pada kaki 1 *push button* dihubungkan ke alamat *input* PLC dengan com (+24VDC) dan kaki 2 *push button* dihubungkan ke *ground* PLC (-). Setelah itu dilakukan pengukuran tegangan pada alamat *input* dan *ground* saat ditekan maupun dilepas.

Tabel 1. Hasil pengujian *push button*

Input	Keadaan Push button	Tegangan (V)	LED Indikator PLC	Active
Push button Start	ditekan	0,01	Menyala	Low
Push button Stop	tidak ditekan	23,6	Mati	Low
Push button Continue	ditekan	0,01	Menyala	Low
Push button Continue	tidak ditekan	23,6	Mati	Low

3.3. Pengujian sistem secara keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan pada sistem *auto ball press* kapas dengan memilih *mode auto* terlebih dahulu dan setelah satu kali proses selesai maka sistem akan di berhentikan dan dipindahkan ke *mode manual*. Pada saat sistem dengan *mode manual* dipilih maka semua bagian pada sistem di kendalikan dengan secara manual dengan menggunakan saklar putar kecuali pada bagian *filler paddle* yang akan tertutup dan terbuka secara otomatis saat *push button start* ditekan dan *push button* ditekan.

3.3.1. Pengujian Penyalaan Sistem Mode Auto dengan menggunakan Push button

Penyalaan sistem *mode auto* pertama kali dilakukan dengan memutar saklar putar ke *mode auto*. Setelah *mode auto* dipilih maka sistem akan berjalan secara otomatis setelah *push button start* (hijau) ditekan. Untuk proses sistem pertama kali saat setelah di *start* yaitu semua bagian pada sistem akan bergerak menuju kekeadaan *standby*. Keadaan *standby* terpenuhi ditandai dengan aktif beberap *limit switch* seperti yang terlihat pada table 3.

Table 3. Keadaan sensor *Limit switch* posisi *standby*

Sensor Limit switch	Kondisi Input Limit switch	Kondisi Output
Limit switch 1	ON	Motor Filler paddle tutup OFF
Limit switch 3	ON	Motor scale paddle tutup OFF
Limit switch 5	ON	Motor pusherkiri OFF
Limit switch 7	ON	Motor main RAM A naik OFF
Limit switch 9	ON	Motor main RAM B naik OFF
Limit switch 12	ON	Pintu A OFF
Limit switch 14	ON	Pintu B OFF
		Buzzer OFF
		LED indikator ON

Saat posisi *standby* telah terpenuhi maka sistem akan beroperasi sampai nilai setingan *counter* terpenuhi dan kedua pintu terbuka. Jika keadan tersebut telah selesai maka sistem telah berhasil melakukan satu kali proses pemdatan kapas yang telah menghasilkan 2 buah kapas berbentuk kotak.

3.3.2. Pengujian Penyalaan Sistem Mode Manual

Pengujian sistem dengan *mode manual* dapat dilakukan dengan memutar saklar *mode* keposisi manual. Setelah *mode* dipilih untuk penyalaan dengan menekan tombol *push button start*.

Table 4. Kondisi saklar putar pada proses mode manual.

Bagian Sistem	Kondisi Saklar (alamat PLC)	Kondisi Pergerakan Motor	Limit switch (LS) yang memberhentikan motor
Scale paddle	Aktif (1.05)	Menutup	LS 3
	Mati (1.05)	Membuka	LS 4
	Aktif (1.06)	Mendorong ke kiri	LS 5
Pusher	Mati (1.06)	Mendorong ke kanan	LS 6
	Aktif (1.07)	Main RAM A Naik	LS 7
Unit Press A	Mati (1.07)	Main RAM A Turun	LS 8
Unit Press B	Aktif (1.08)	Main RAM B Naik	LS 9
	Mati (1.08)	Main RAM B Turun	LS 10
Pintu A	Aktif (1.10)	Menutup	LS 12
	Mati (1.10)	Membuka	LS 11
Pintu B	Aktif (1.11)	Menutup	LS 14
	Mati (1.11)	Membuka	LS 13

3.3.3. Hasil Pengujian Pemadatan Kapas

Pengujian hasil pemadatan kapas dilakukan pada masing-masing unit *press*. Sebelum melakukan pengujian maka akan dilakukan pengukuran terhadap masing-masing *unit press* dengan mengukur berat kapas sebelum dipadatkan dengan menggunakan gelas ukur plastik dan timbangan digital. Perhitungan volume *unit press* dilakuan dengan menggunakan rumus volume bangun ruang balok yaitu:

$$p \times l \times t \tag{1}$$

Dengan melakukan perhitungan maka didapat volume masing-masing unit *Press* sebagai berikut :

- *Unit Press A* : 2720 cm
- *Unit Press B* : 2560 cm

Setelah dilakukan pengujian sebanyak tiga kali dimana setiap kali pengujian *counter* di *setting* dengan 17 sehingga masing-masing main RAM setiap kali proses akan naik turun melakukan pemadatan kapas sebanyak 17 kali, kecuali pada pengujian pertama main RAM B hanya dapat melakukan pemadatan sebanyak 16 kali. Dari hasil pengujian maka didapat volume dan berat kapas total pada setiap kali pengujian saat sebelum dan sesudah dipadatkan.

Tabel 5. Hasil pengujian pemadatan kapas

Unit Press	Pengujian	Counter (kali)	Berat (g)	Volume Kapas dalam Unit Press (cm ³)
A	1	17	218	2856
	2	17	219	2856
	3	17	219	2856
	Rata-rata		218,7	2856
B	1	16	205	2688
	2	17	218	2688
	3	17	219	2688
	Rata-rata		214	2688

Dari tabel 5 menunjukkan bahwa hasil pengukuran berat kapas sebelum dipadatkan dan pengukuran volume kapas yang telah dipadatkan pada masing-masing unit *press*. Diketahui bahwa rata-rata berat kapas pada unit *press A* sebesar 218,7 g dan unit *press B* 214 g. Sedangkan rata-rata volume kapas setelah dipadatkan yang terdapat pada unit *press A* sebesar 2856 cm³ dan unit *press B* sebesar 2688 cm³.

Tabel 6. Perbandingan nilai kerapatan kapas hasil mesin *auto ball press* kapas di PT AIC dengan *prototype* penelitian

Mesin di PT AIC	Nilai Kerapatan kapas mesin Auto Ball Press	
	Prototype penelitian	
	Unit press A	Unit press B
272,38 Kg/m ³	76,57 Kg/m ³	79,61 Kg/m ³

Dari tabel 6 menunjukkan bahwa terdapat selisih nilai kerapatan yang cukup besar antara mesin *auto ball press* di PT AIC dengan *prototype* yang dirancang dalam penelitian. Hal ini sangat mungkin terjadi dikarenakan aktuatur yang digunakan tidak menghasilkan torsi yang sama. Pada mesin *auto ball press* di PT AIC menggunakan aktuatur hidrolis untuk menggerakkan main RAM sedang pada *prototype* yang dirancang untuk penelitian menggunakan motor DC *power window*, sehingga dari kedua jenis aktuatur tersebut menghasilkan torsi yang berbeda.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada *prototype* sistem auto ball *press* kapas berbasis PLC Omron CPM1A maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. Pada pengujian pemadatan kapas dengan *prototype* yang dirancang, sistem dapat bekerja dengan baik dalam memadatkan kapas secara *manual* dan otomatis. Berdasarkan pengujian pada sensor *limit switch*, *push button* dan saklar putar sebagai *input* sistem, setiap komponen telah dapat berfungsi dengan baik pada keadaan *active low* saat tegangan dibawah 0,1 V sehingga lampu indikator PLC aktif dan pada tegangan 23,6 V lampu indikator PLC mati. Hasil pengujian terhadap pengukuran nilai kerapatan kapas pada masing-masing *unit press*, didapat nilai kerapatan kapas sebesar 76,57 Kg/m³ pada *unit press A* dan 79,61 Kg/m³ pada *unit press B*. Untuk pengembangan lebih lanjut maka perlu dibuat sistem pengisian dan pengikatan kapas hasil pemadatan secara otomatis. Perancangan HMI (*Human Machine Interface*) sistem sangat menjadi pendukung untuk kesempurnaan kerja alat.

Referensi

- [1]. Bailey, David. and E.Wright, "Practical SCADA for Industri", Australia, 2003.
- [2]. Bharatia Nirma and N. D. Thakur "Design And Implementation of Labview Based Scada for Textile Mills", *Electronic Department., MPSTME, NMIMS, Mumbai, India.*
- [3]. Braunl, Thomas, "Embedded Robotics ", Springer, Berlin, 2006.
- [4]. Jack Hugh, "Automating Manufacturing Systems PLCs", 2008.
- [5]. L.A. Bryan and E.A. Bryan, "Programmable Controller Theory and Implementation", USA, 1997
- [6]. Moh. Dahlan dkk. "Prototype Mesin Press Otomatis dengan Sistem Pneumatik Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) untuk Produksi Paving Blok Berstandart Nasional Indonesia (SNI)", Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muria Kudus, Kudus.
- [8]. Setiawan, Iwan, "Programmable Logic Control (PLC) dan Perancangan Sistem Kontrol", Andi, Yogyakarta, 2005.
- [9]. Suprio. "Perancangan Prototype Sistem Konveyor Pada Sistem Pengangkutan Batubara Krakatau POSCO" Skripsi S-1, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, 2014.
- [10]. ---, Micro Programmable Controller CPM1A, www.omron.com, Oktober 2013.
- [11]. ---, Motor DC Power Window Data Sheet, www.datasheetarchive.com, diakses tanggal 10 Juni 2015.