

Mesin Pengisian dan Pengemasan Lem Putih

Hendra Listya

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia
E-Mail: m23411008@john.petra.ac.id

Abstrak - Lem merupakan salah satu bahan penting dalam industri percetakan, yaitu untuk pembuatan kardus. Industri lem saat ini membuat kemasan lem putih secara manual, namun dengan adanya kemajuan teknologi, mesin pengisian dan pengemasan lem dapat dijalankan secara otomatis untuk menghemat tenaga kerja.

Pada mesin pengisian digunakan 2 metode untuk ketepatan berat lem yang dihasilkan. Metode pertama dilakukan dengan cara mengatur waktu pada proses buka dan tutup *valve*, sedangkan metode kedua dengan cara pembacaan hasil yang didapatkan dari *load cell*. *Input* dan *output* pada mesin pengisian dan pengemasan lem dikontrol menggunakan Arduino Uno.

Hasil yang didapatkan pada metode pertama lebih baik dibanding metode kedua. Toleransi maksimal kesalahan yang didapatkan pada metode pertama sebesar 2%, sedangkan pada metode kedua sebesar 7%. Rata-rata waktu pengisian pada metode pertama adalah 15.43 detik, sedangkan pada metode kedua adalah 14.86 detik.

Kata kunci :

Arduino Uno, *Load cell*, Lem Putih.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi mendorong perkembangan zaman, begitu pula dengan sistem manual yang sekarang berkembang menjadi sistem otomatis. Sistem otomatis saat ini menjadi teknologi yang banyak digunakan di kalangan industri. Sistem ini telah mendorong manusia untuk berusaha mengatasi segala permasalahan yang timbul di sekitarnya dengan cara yang lebih mudah, efisien dan efektif [1]. Manusia diharapkan dapat membuat peralatan yang bisa digunakan untuk bekerja secara otomatis dan tentunya akan sangat berguna bagi pekerjaan manusia [2].

Di dalam industri percetakan, lem putih adalah salah satu bahan pendukung untuk mencetak kertas dan dos sesuai dengan keinginan konsumen. *Packing* lem putih beberapa macam, tetapi yang dibahas kali ini adalah *packing* lem putih 1 kilogram. Salah satu toko lem putih di Surabaya menjual lemnya menggunakan plastik yang berisi lem dengan berat 1 kilogram. Toko lem tersebut mengisi dan mengemas lem putih ke dalam plastik secara manual. Tetapi hal tersebut kurang efisien dan menyita waktu sehingga membuat konsumen menunggu lama. Dalam kasus ini akan lebih baik apabila sistem pengisian dan pengemasan lem tersebut diganti menjadi sistem otomatis. Tidak hanya dapat mempersingkat waktu produksi tetapi kapasitas penjualan dapat lebih meningkat dan yang dulunya menggunakan 2 orang, dengan sistem otomatis ini dapat dijalankan oleh 1 orang saja.

Mesin yang akan dibuat adalah mesin dengan kapasitas produksi kecil yang akan digunakan pada *home industry*.

Daya tampung kapasitas lem putih sebesar 50 kilogram. Dalam 1 menit dapat menghasilkan sekitar 10 sampai 15 kg lem putih dengan *packing* 1 kilogram. Dimensi mesin tersebut berkisar 1,23(lebar) x 1,37(panjang) x 1,36 (tinggi) m.

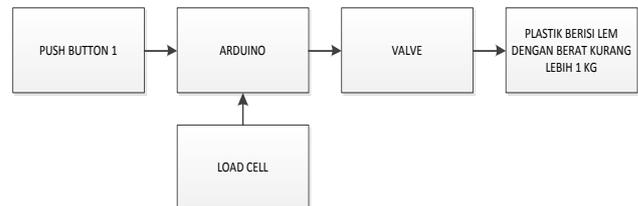
II. PERANCANGAN SISTEM

A. Desain Sistem Mesin Pengisian



Gambar. 1. Blok Diagram Sistem Manual pada Mesin Pengisian

Pada mesin pengisian perpindahan lem antara drum utama menuju ke *reservoir* menggunakan sistem manual. Kapasitas perpindahan maksimal sebesar 50 kg. Hal ini dilakukan secara manual karena proses perpindahan lem yang diterapkan tidak bekerja secara berkelanjutan.



Gambar. 2. Blok Diagram Sistem Otomatis pada Mesin Pengisian

Pertama kali *load cell* memberikan nilai kepada Arduino. Setelah *push button 1* ditekan maka Arduino memberikan perintah buka pada *valve* untuk mengeluarkan lem. Setiap proses pengisian *load cell* akan memberikan nilai berat lem ke Arduino. Pada Arduino akan diproses sampai perintah yang diberikan telah selesai dilakukan. Hasil dari proses otomatis pada mesin pengisian ini adalah plastik yang berisi lem dengan berat 1 kg.

B. Desain Sistem Mesin Pengemasan



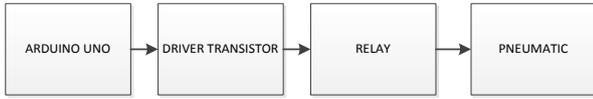
Gambar. 3. Blok Diagram Sistem Otomatis pada Mesin Pengemasan

Proses pengemasan plastik juga dilakukan secara otomatis. *Push button 2* adalah *input* yang digunakan untuk menjalankan perintah program pertama kali. *Push button 2* yang telah ditekan akan memberikan perintah pada Arduino untuk menjalankan *solenoid valve*. *Solenoid valve* tersebut digunakan untuk menjalankan aktuator berupa *cylinder pneumatic*. Setelah itu, proses *press* plastik akan dilakukan. Hasil akhir dari proses otomatis mesin pengemasan ini adalah lem putih yang telah di *packing*

dengan plastik. Semua proses diatas akan dikontrol dan direalisasikan menggunakan Arduino Uno dengan blok diagram sebagai berikut :



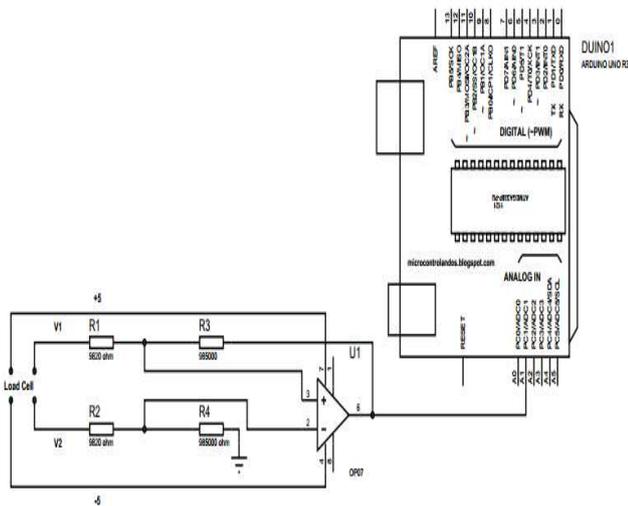
Gambar. 4. Blok Diagram Hardware Mesin Pengisian



Gambar. 5. Blok Diagram Hardware Mesin Pengemasan

C. Sistem Load Cell pada Mesin Pengisian

Pada sistem mesin pengisian lem digunakan sistem load cell untuk mengukur berat lem yang dihasilkan agar berat yang diinginkan dapat sesuai. Load cell ini tidak dapat berdiri sendiri karena output yang dihasilkan sangat kecil sekali. Maka dari itu, diperlukan differential op amp yang berfungsi untuk menambah gain pada load cell.



Gambar. 6. Rangkaian Differential Op amp

Gambar di atas adalah rangkaian differential Op amp yang digunakan pada load cell. Rangkaian ini menggunakan IC Op07Cp dan 4 buah resistor dimana R1=9820 ohm, R2=9820 ohm, R3=985000 ohm, dan R4=985000 ohm. Pada load cell terdapat 4 buah kabel, 2 buah kabel sebagai input dan 2 buah kabel lainnya sebagai VCC dan GND. Input dan VCC, GND dari load cell dimasukkan ke dalam rangkaian Op amp.

Resistor 1 dan 2 memiliki nilai yang sama, sedangkan resistor 3 dan 4 juga memiliki nilai yang sama. Maka dari itu, perbesaran gain untuk Vout dari Op amp dapat dihitung dengan rumus :

$$V_{out} = \frac{R_3}{R_1} (V_2 - V_1)$$

$$V_{out} = \frac{985000}{9820} (V_2 - V_1)$$

$$V_{out} = 100.3 (V_2 - V_1)$$

Nilai output yang didapatkan dari perhitungan Op amp adalah 100.3 kali dari nilai load cell itu sendiri. Vout yang didapatkan adalah sebesar 1.437 volt. Nilai 1.437 volt itu setara dengan 1 kg dalam load cell, sehingga perbesaran 100.3 kali sudah cukup bagi load cell agar hasilnya dapat terbaca.

D. Solenoid dan Sistem Pneumatic pada Mesin Pengemasan Plastik

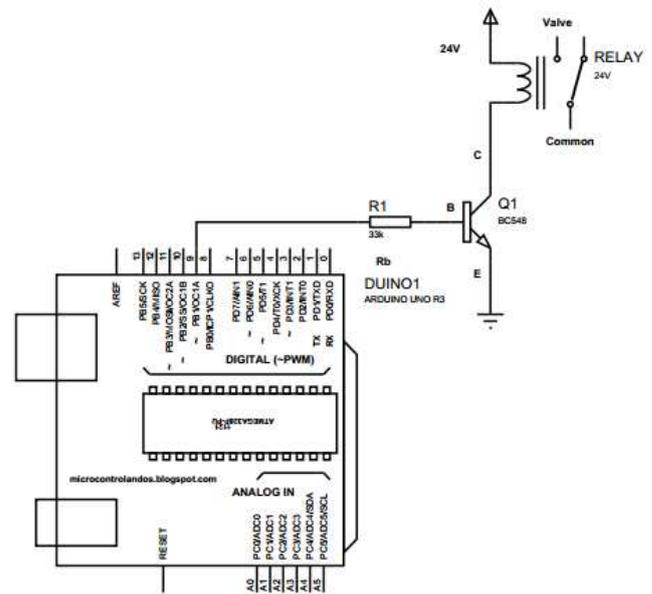
Solenoid valve yang digunakan memiliki tegangan sebesar 220VAC, sehingga diperlukan relay untuk drive tegangan 220VAC. Relay memiliki coil dan contact dimana coil dan contact saling berhubungan. Solenoid valve ini menggunakan 2 relay karena relay yang satu untuk menggerakkan cylinder pneumatic bergerak turun dan relay satunya untuk menggerakkan cylinder pneumatic bergerak naik. Selain itu, digunakan transistor untuk drive relay karena arus pada Arduino maksimal 40mA. Berikut adalah hasil arus yang didapatkan dari relay :



(a) (b)

Gambar. 7. (a) Hasil Pengukuran Arus yang Dihasilkan pada Relay A (b) Hasil Pengukuran Arus yang dihasilkan pada Relay B

Gambar di atas adalah hasil arus yang dihasilkan pada pengukuran relay. Pengukuran relay dilakukan dengan cara seri. Merek Relay tersebut adalah FANGKE JZC-23F(4123). Kedua merek relay itu sama, tetapi arus yang dihasilkan belum tentu sama. Relay A menghasilkan arus 13 mA dan relay B menghasilkan arus 14 mA.



Gambar. 8. Transistor BC548

Gambar di atas adalah rangkaian transistor yang dihubungkan dengan relay. Base pada transistor dihubungkan pada pin no 9 di Arduino karena pin tersebut adalah input dari valve untuk menggerakkan pneumatic naik. Collector pada transistor terhubung pada salah satu pin kumparan relay, sedangkan satu pin-nya terhubung dengan supply 24 VDC. Emitter pada transistor dihubungkan dengan ground. Contact pada relay terhubung pada valve yang akan digunakan.

Transistor tersebut adalah BC548 yang memiliki maksimal arus sebesar 100 mA dan HFE sebesar 110.

Berikut adalah perhitungan transistor yang digunakan untuk sistem ini :

$$V_{relay} = 24 \text{ VDC}$$

$$I_{relay} = 13 \text{ mA}$$

$$HFE = 110$$

$$V_{cc} = 24 \text{ VDC}$$

$$I_b = I_c / HFE$$

$$I_b = \frac{13}{110}$$

$$I_b = 0.119 \text{ mA}$$

$$V_{rb} = V_{BB} - V_{BE}$$

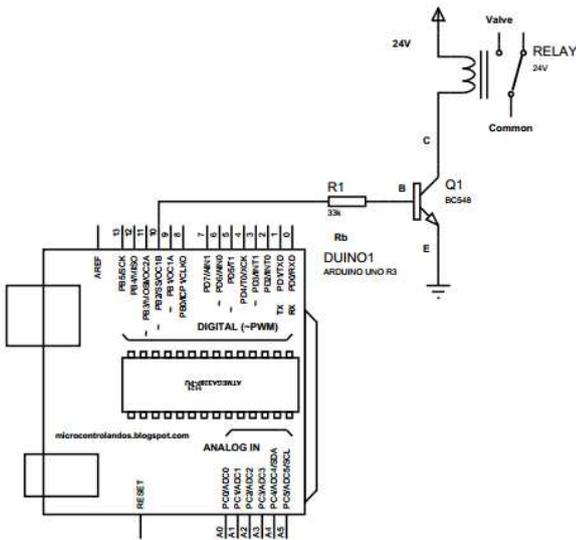
$$V_{rb} = 5 - 0.7$$

$$V_{rb} = 4.3$$

$$R_b = \frac{4.3}{0.119} \text{ mA}$$

$$R_b = 36.13 \text{ k}\Omega$$

Dalam perhitungan transistor, resistor yang dibutuhkan pada *base* adalah 36.13 k Ω dengan arus *relay* A sebesar 13 mA. Pada sistem, resistor yang digunakan sebesar 33 k Ω . Berikut adalah perhitungan transistor yang digunakan untuk *relay* B :



Gambar. 9. Transistor BC548

$$V_{relay} = 24 \text{ VDC}$$

$$I_{relay} = 14 \text{ mA}$$

$$HFE = 110$$

$$V_{cc} = 24 \text{ VDC}$$

$$I_b = I_c / HFE$$

$$I_b = \frac{14}{110}$$

$$I_b = 0.127 \text{ mA}$$

$$V_{rb} = V_{BB} - V_{BE}$$

$$V_{rb} = 5 - 0.7$$

$$V_{rb} = 4.3$$

$$R_b = \frac{4.3}{0.12} \text{ mA}$$

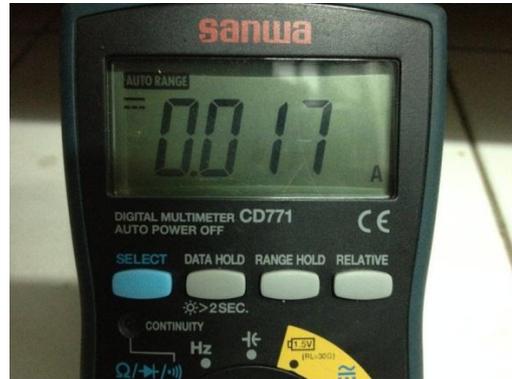
$$R_b = 33.85 \text{ k}\Omega$$

Pada perhitungan transistor untuk beban *relay* sebesar 14 mA, resistor yang dibutuhkan adalah 33.85 k Ω . Resistor yang digunakan pada sistem ini menggunakan 33

k Ω . *Base* yang terdapat pada transistor dihubungkan ke pin 10 di Arduino untuk menggerakkan *pneumatic* turun.

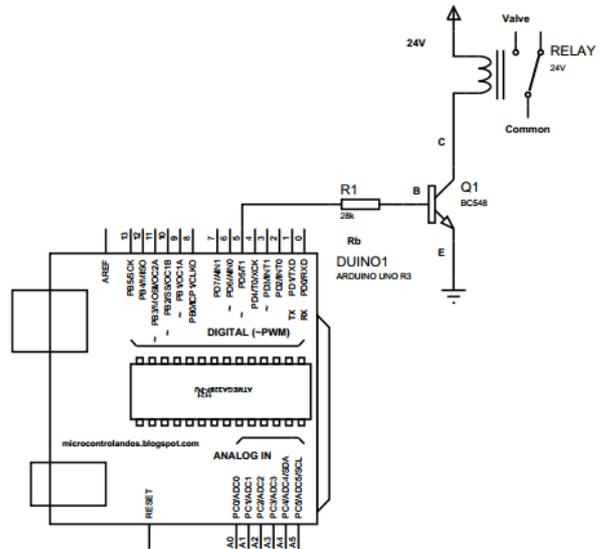
E. Solenoid dan Ball Valve pada Mesin Pengisian

Solenoid valve yang digunakan memiliki tegangan 230 VAC. Merek dari *valve* ini adalah JOUCOMATIC dengan nomor seri 551.



Gambar. 10. Hasil Pengukuran Arus Relay

Gambar di atas adalah hasil pengukuran arus *relay* pada *solenoid valve* yang digunakan untuk menggerakkan *ball valve* pada mesin pengisian lem. Arus yang didapatkan sebesar 17 mA, sehingga diperlukan transistor untuk *drive relay* tersebut. Berikut adalah perhitungan transistor :



Gambar. 11. Transistor BC548

$$V_{relay} = 24 \text{ VDC}$$

$$I_{relay} = 24 \text{ VDC}$$

$$HFE = 110$$

$$V_{cc} = 24 \text{ VDC}$$

$$I_b = I_c / HFE$$

$$I_b = \frac{17}{110}$$

$$I_b = 0.15 \text{ mA}$$

$$V_{rb} = V_{BB} - V_{BE}$$

$$V_{rb} = 5 - 0.7$$

$$V_{rb} = 4.3$$

$$R_b = \frac{4.3}{0.15} \text{ mA}$$

$$R_b = 28.67 \text{ k}\Omega$$

Pada perhitungan transistor yang digunakan untuk *drive relay* sebesar 17 mA, resistor yang digunakan pada

base transistor adalah 28.67 kOhm dan base tersebut dihubungkan ke pin 5 pada Arduino untuk menggerakkan ball valve. Resistor yang digunakan pada sistem ini sebesar 28 kOhm.

III. PENGUJIAN SISTEM

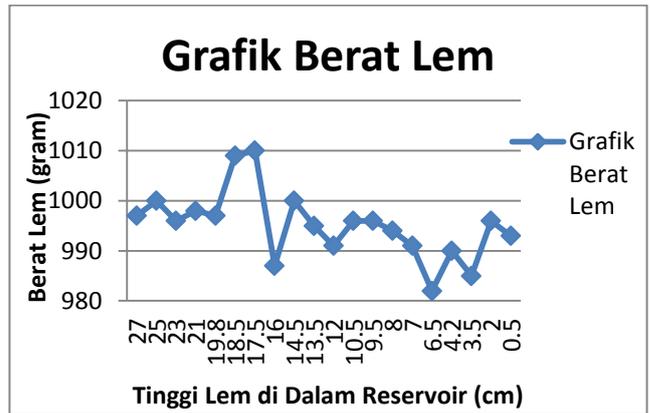
A. Pengujian Ketepatan Berat Lem sebesar 1 kg

Pengujian ketepatan berat lem 1 kg bertujuan agar toleransi berat lem yang dihasilkan tidak terlalu jauh dari 1 kg. Toleransi yang diperbolehkan sebesar 2% yaitu antara 980-1020 gram. Pengujian ini dilakukan dengan 2 cara yaitu mengatur waktu pada buka, tutup valve agar mendapatkan berat sesuai dengan toleransi yang diperbolehkan, yang kedua adalah dengan cara pembacaan hasil yang didapatkan dari load cell. Tujuan menggunakan 2 metode ini adalah membandingkan metode mana yang lebih baik untuk mesin pengisian lem. Berikut pengujian dengan metode yang pertama :

Tabel 1. Hasil Pengujian Ketepatan Berat Lem menggunakan Metode Pertama

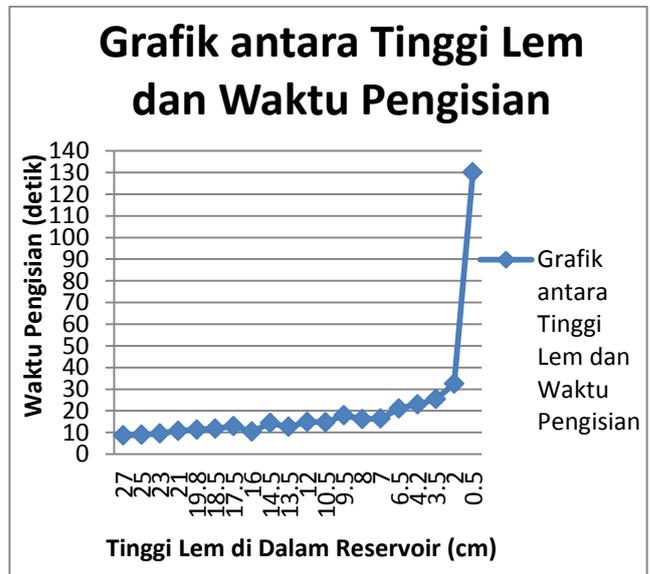
No.	Tinggi Lem di Dalam Reservoir (cm)	Waktu Pengisian (Detik)	Berat Lem yang Dihasilkan (gram)	Error (%)
1	27	8.66	997	0.3
2	25	8.87	1000	0
3	23	9.54	996	0.4
4	21	10.74	998	0.2
5	19.8	11.35	997	0.3
6	18.5	11.77	1009	0.9
7	17.5	12.91	1010	1
8	16	10.46	987	1.3
9	14.5	14.34	1000	0
10	13.5	12.59	995	0.5
11	12	14.89	991	0.9
12	10.5	14.76	996	0.4
13	9.5	17.89	996	0.4
14	8	16.17	994	0.6
15	7	16.4	991	0.9
16	6.5	21.07	982	1.8
17	4.2	22.96	990	1
18	3.5	25.42	985	1.5
19	2	32.5	996	0.4
20	0.5	130	993	0.7

Tabel 1 adalah hasil pengujian yang dilakukan dengan metode pertama untuk ketepatan berat lem. Dengan pengujian yang dilakukan sebanyak 20 kali dapat dilihat ketepatan berat lem masih berada di dalam toleransi 2% yaitu antara 980-1020 gram.



Gambar. 12. Grafik Berat Lem menggunakan Metode Pertama

Pada gambar di atas terdapat sumbu X sebagai tinggi lem di dalam reservoir dengan satuan cm sedangkan sumbu Y adalah berat lem yang dihasilkan dengan satuan gram. Dapat dilihat setiap tinggi lem yang berkurang tidak mempengaruhi berat lem yang dihasilkan. Berat lem tersebut tetap dalam toleransi 2% yaitu antara 980-1020 gram.



Gambar. 13. Grafik antara Tinggi Lem dan Waktu Pengisian menggunakan Metode Pertama

Gambar di atas adalah grafik antara tinggi lem dan waktu pengisian yang memiliki sumbu X sebagai tinggi lem di dalam reservoir dengan satuan cm sedangkan sumbu Y sebagai waktu dengan satuan detik. Dapat dilihat pada Gambar 13 setiap tinggi lem yang berkurang, waktu yang diperlukan untuk pengisian juga semakin lama. Hal ini terjadi karena gravitasi dan tekanan pada saat lem yang memiliki ketinggian 27 cm dan 2 cm berbeda. Tekanan dan gravitasi yang terdapat pada saat ketinggian lem sebesar 27 cm lebih besar dibanding dengan ketinggian lem sebesar 2 cm.

Pada saat ketinggian lem sebesar 0.5 cm waktu yang diperlukan untuk pengisian sangat berbeda jauh dengan yang lainnya karena lem yang terdapat di reservoir tinggal sedikit. Oleh karena itu, ketinggian lem sebesar 0.5 cm adalah ketinggian lem terakhir yang dapat digunakan untuk pengisian.

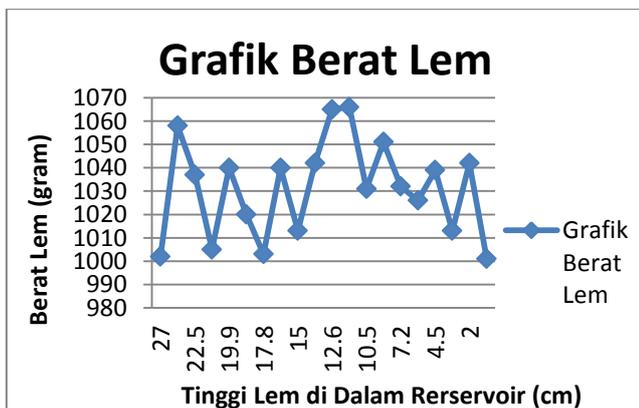
Waktu yang diperlukan untuk mengisi lem dengan metode pertama ini cukup lama, tetapi berat yang didapatkan dapat lebih akurat yaitu dengan toleransi sebesar 2%.

Pengujian ketepatan berat lem yang kedua dilakukan dengan cara mengukur berat yang didapatkan melalui hasil pembacaan *load cell*. Berikut adalah hasil pengujian ketepatan berat lem dengan metode yang kedua :

Tabel. 2. Hasil Pengujian Ketepatan Berat Lem menggunakan Metode Kedua

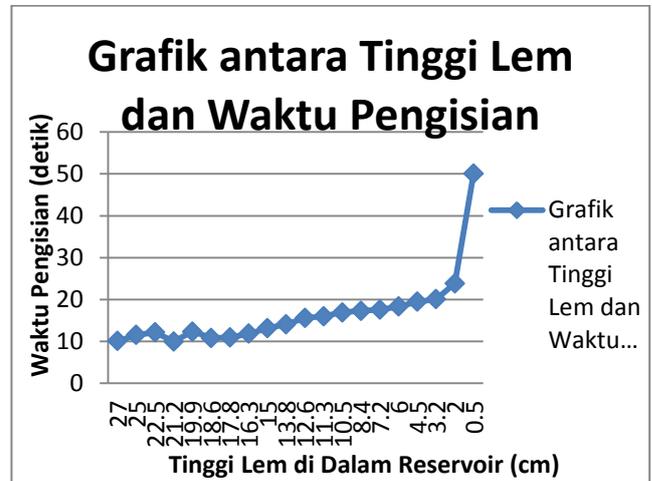
No.	Tinggi Lem di Dalam Reservoir (cm)	Waktu Pengisian (detik)	Berat Lem yang Dihasilkan (gram)	Error (%)
1	27	10.12	1002	0.2
2	25	11.55	1058	5.8
3	22.5	12.15	1037	3.7
4	21.2	9.99	1005	0.5
5	19.9	12.34	1040	4
6	18.6	10.84	1020	2
7	17.8	10.96	1003	0.3
8	16.3	11.87	1040	4
9	15	13.17	1013	1.3
10	13.8	14.12	1042	4.2
11	12.6	15.6	1065	6.5
12	11.3	16.01	1066	6.6
13	10.5	16.95	1031	3.1
14	8.4	17.33	1051	5.1
15	7.2	17.57	1032	3.2
16	6	18.34	1026	2.6
17	4.5	19.5	1039	3.9
18	3.2	20.09	1013	1.3
19	2	23.88	1042	4.2
20	0.5	50.07	1001	0.1

Tabel 2 adalah hasil pengujian yang dilakukan dengan metode kedua untuk ketepatan berat lem. Dengan pengujian yang dilakukan sebanyak 20 kali dapat dilihat hasil ketepatan berat lem yang didapatkan bermacam-macam. Untuk metode ini ketepatan berat lem yang dihasilkan tidak pernah berada di bawah 1 kg. Hal ini terjadi karena karakteristik *load cell* itu sendiri sehingga membuat pembacaan langsung dari *load cell* tidak akurat dan cepat.



Gambar. 14. Grafik Berat Lem menggunakan Metode Kedua

Pada gambar di atas terdapat sumbu X sebagai tinggi lem di dalam *reservoir* dengan satuan cm sedangkan sumbu Y adalah berat lem yang dihasilkan dengan satuan gram. Dapat dilihat setiap tinggi lem yang berkurang tidak mempengaruhi berat lem yang dihasilkan, tetapi berat lem yang dihasilkan tidak sesuai dengan kapasitas lem yang diinginkan.



Gambar. 15. Grafik antara Tinggi Lem dan Waktu Pengisian menggunakan Metode Kedua

Gambar di atas adalah grafik antara tinggi lem dan waktu pengisian yang memiliki sumbu X sebagai tinggi lem di dalam *reservoir* dengan satuan cm sedangkan sumbu Y sebagai waktu dengan satuan detik. Dapat dilihat pada gambar 15 setiap tinggi lem yang berkurang, waktu yang diperlukan untuk pengisian juga semakin lama. Hal ini terjadi karena gravitasi dan tekanan pada saat lem yang memiliki ketinggian 27 cm dan 2 cm berbeda. Tekanan dan gravitasi yang terdapat pada saat ketinggian lem sebesar 27 cm lebih besar dibanding dengan ketinggian lem sebesar 2 cm.

Pada saat ketinggian lem sebesar 0.5 cm waktu yang diperlukan untuk pengisian sangat berbeda jauh dengan yang lainnya karena lem yang terdapat di *reservoir* tinggal sedikit. Oleh karena itu, ketinggian lem sebesar 0.5 cm adalah ketinggian lem terakhir yang dapat digunakan untuk pengisian.

Waktu yang digunakan untuk mengisi lem pada metode kedua ini cukup cepat, tetapi berat yang didapatkan tidak sesuai dengan toleransi yang ditentukan yaitu sebesar 2%.

Hasil dari perbandingan menggunakan metode pertama dengan kedua adalah metode pertama lebih baik karena berat lem yang dihasilkan dapat lebih akurat daripada metode kedua. Metode pertama ini membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menghasilkan berat lem yang diinginkan dibandingkan dengan metode kedua. Hal ini terjadi karena metode kedua menggunakan pembacaan langsung dari *load cell* dimana karakteristik dari *load cell* sendiri masih belum memadai sehingga pembacaan hasil yang didapatkan dapat terlewat dari yang ditentukan. Metode kedua dilakukan dengan cara membuka dan menutup *valve* menggunakan waktu yang ditentukan.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan dari pengujian ketepatan berat lem pada mesin pengisian :

- Hasil ketepatan berat lem yang didapatkan dengan metode pertama lebih baik dibandingkan dengan metode kedua.
- Desain pada sistem mesin pengisian ini, error yang diperbolehkan maksimal 2%. Pada metode pertama hasil error dari data yang diuji sebesar 0.675%, sedangkan pada metode kedua sebesar 3.13%.
- Pada metode pertama regresi linear yang dihasilkan lebih baik karena memiliki nilai korelasi yang mendekati 1. Selain itu, nilai regresi yang didapatkan sebesar 995.15 ± 6.83 gram dan pada metode kedua sebesar 1031.3 ± 20.53 gram.
- Berat yang dihasilkan paling tinggi pada metode pertama adalah 1010 gram, sedangkan yang paling rendah adalah 982 gram.
- Waktu pengisian dengan metode pertama lebih lama dibanding dengan menggunakan metode kedua.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. I. Supardi, "Penggunaan plc dalam pengontrolan temperatur, simulasi pada prototype ruangan," vol. 2, no. 2, pp. 261–268, 2012.
- [2] I. Hr and A. Hamzah, "OTOMATISASI PENYIRAMAN BIBIT BERBASIS SMART RELAY," pp. 1–5, 1986.