

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM PENGANTONGAN MATERIAL OTOMATIS BERBASIS PLC OMRON CPM 1A

Lovely Son* dan Septia Rinaldi

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang 25163

Telp: +62 751 72586, Fax: +62 751 72566

*Email: lovelyson@ft.unand.ac.id

ABSTRAK

Proses pengantongan material merupakan salah satu tahap akhir dari serangkaian proses produksi. Untuk material hasil produksi yang dikemas dengan berat tertentu, maka dibutuhkan suatu alat pengisi material ke dalam kemasan yang mampu memenuhi kebutuhan tersebut. Alat pengantongan ini merupakan sebuah alat yang membantu proses pengisian dan sekaligus mengontrol berat bersih material produk yang dikemas sesuai dengan berat bersih yang diinginkan, atau dengan kata lain setiap kemasan nantinya mempunyai kapasitas atau isi yang sama. Untuk mendapatkan hasil pengantongan dengan tingkat ketelitian tinggi dan keterulangan yang cukup baik maka diperlukan suatu alat pengantongan yang otomatis. Alat pengantongan otomatis sangat mendukung kelancaran dalam serangkaian proses produksi. Salah satu manfaat yang dapat diperoleh dengan adanya alat ini adalah efisiensi waktu produksi khususnya dalam hal pengepakan karena pengisian material produk kemasan dengan berat yang sama secara konvensional (manual) akan membutuhkan waktu lama. Jika tahap proses ini dilakukan oleh mesin, masalah tersebut akan bisa teratasi. Pada penelitian ini dikembangkan sistem pengantongan yang bekerja secara otomatis, memanfaatkan PLC OMRON CPM 1A sebagai kendali proses yang akan mengatur kerja aktuator berdasarkan kondisi sensor yang diterimanya. Alat ini dapat digunakan sebagai salah satu contoh aplikasi PLC dalam industri.

Kata Kunci : pengantongan, otomatis, efisiensi, PLC

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dewasa ini di bidang teknologi elektronika secara tidak langsung mempengaruhi kehidupan masyarakat untuk melangkah lebih maju (modernisasi), berfikir praktis dan simple. Kondisi ini memerlukan sarana pendukung yang sederhana, praktis dan berteknologi tinggi. Salah satu contoh sederhana yang dapat disaksikan saat ini adalah munculnya peralatan-peralatan yang serba otomatis yang mengesampingkan peran manusia sebagai subjek pekerjaan. Untuk memenuhi kebutuhan otomatisasi ini diperlukan peralatan kontrol yang bisa memenuhi kebutuhan tersebut. Alat-alat kontrol ini diantaranya kontrol otomatis yang dalam hal ini PLC, diharapkan mampu mengatasi kendala yang muncul tersebut. PLC (Programmable Logic Controller) dapat dibayangkan seperti sebuah personal komputer konvensional (konfigurasi internal pada PLC mirip sekali dengan konfigurasi internal pada personal komputer). Akan tetapi dalam hal ini PLC dirancang khusus untuk tujuan kontrol dan otomasi.

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membuat mesin pengantongan (pengisian) otomatis berskala laboratorium yang dapat digunakan untuk pengantongan (pengisian) produk-produk padat berbentuk bubuk, seperti: susu, gula, pupuk, tepung dan material produk sejenisnya menggunakan PLC sebagai alat kontrol pengendali kerja motor dan sensor.
2. Membuat alat pengantongan (pengisian) yang dapat dikembangkan lebih lanjut.

1.3. Manfaat

Melalui penelitian ini dapat diketahui prinsip dasar pembuatan sistem otomasi berbasis PLC sebagai pusat kendali. Disamping itu juga dikembangkan suatu sistem kendali alat pengisian material otomatis berbasis PLC Omron CPM 1A untuk menghasilkan sebuah sistem kendali yang ringkas, mudah serta dapat dikembangkan lebih lanjut. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan sebagai bahan penunjang praktikum di Laboratorium Mekatronika dan Otomasi Produksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Andalas.

1.4. Batasan Masalah

Masalah yang dibahas dan dikaji meliputi:

1. Pengendalian sistem pengantongan produk menggunakan pengendali PLC OMRON CPM 1A.
2. Sensor berat yang digunakan memanfaatkan sebuah limit switch, yang merupakan salah satu sensor mekanik (on-off). Kepekaan sensor ini dapat diubah dengan pengaturan ketinggian atau pasangan LED dan phototransistor.
3. Material produk yang digunakan dapat berupa bubuk, serbuk atau butiran dengan kondisi kering serta tidak mudah lengket dan mempunyai diameter yang lebih kecil dari 0,5 mm.

2. PLC (Programmable Logic Controller)

Dalam bidang industri, penggunaan sistem kontrol dalam pengaturan proses produksi merupakan hal yang umum ditemui. Sistem pengontrolan dengan komponen elektromekanik mempunyai banyak kelemahan, diantaranya kontak-kontak yang dipakai mudah aus karena panas/terbakar atau karena hubungan singkat. Disamping itu, pengontrolan jenis ini membutuhkan biaya yang besar saat instalasi, pemeliharaan dan modifikasi jika dikemudian hari diperlukan modifikasi dari sistem. Dengan menggunakan PLC kondisi di atas dapat diatasi karena PLC merupakan pengintegrasian berbagai macam komponen menjadi suatu sistem kendali terpadu dan mudah direnovasi tanpa harus mengganti semua instrumen yang ada. PLC banyak digunakan pada aplikasi-aplikasi industri, misalnya pada proses penanganan material, perakitan otomatis dan lain sebagainya. Dengan kata lain, hampir semua aplikasi yang memerlukan kontrol listrik atau elektronik lainnya memerlukan PLC

Dengan demikian, semakin kompleks proses yang harus ditangani semakin penting penggunaan PLC untuk mempermudah proses-proses tersebut. Salah satu contoh PLC diperlihatkan pada Gambar 1.

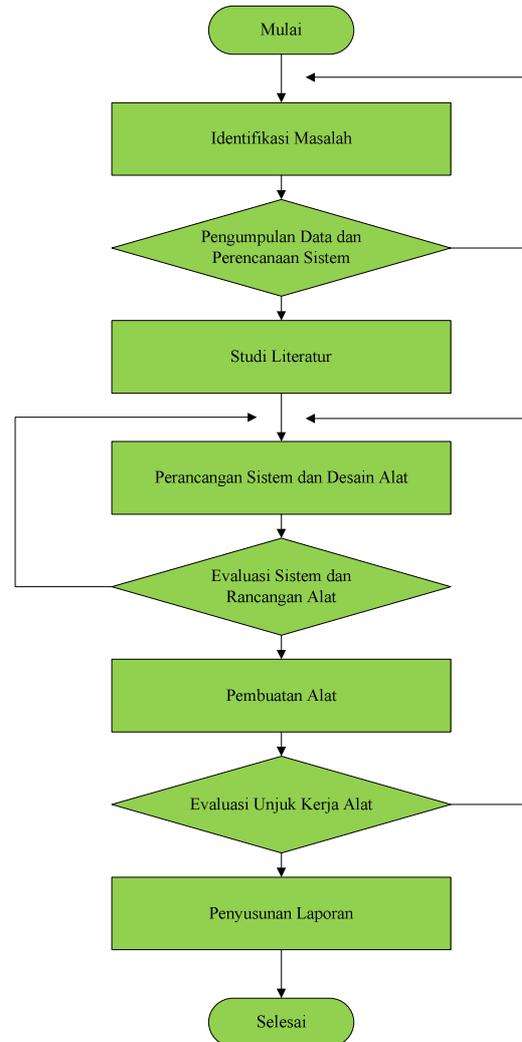


Gambar 1. PLC OMRON CPM 1A

3. METODOLOGI

3.1. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini, dilakukan beberapa langkah pengerjaan mulai dari identifikasi masalah sampai dengan penyusunan laporan. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3.2. Identifikasi Masalah

Sistem pengantongan merupakan masalah yang dikaji pada penelitian ini. Dalam sistem pengantongan konvensional yang menggunakan sistem mekanik, hasil dari pengantongan seringkali tidak memiliki berat yang seragam. Disamping itu, untuk perubahan parameter pengantongan diperlukan proses cukup lama.

Dalam penelitian ini dikembangkan model sistem untuk menjalankan katup pengisian material ke dalam kotak penampung. Pengantongan otomatis

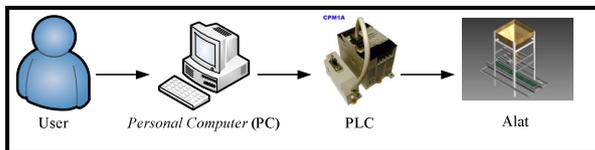
menggunakan PLC sebagai sistem kontrol. Dengan menggunakan sistem berbasis PLC ini maka keseragaman berat produk yang dihasilkan akan lebih baik dari pada pengantongan menggunakan sistem konvensional.

3.3. Pengumpulan Data dan Studi Literatur

Untuk merancang suatu sistem pengantongan otomatis, maka diperlukan informasi-informasi yang berhubungan dengan cara kerja dan teknik pengantongan dan metode-metode yang telah digunakan orang untuk proses pengantongan produk. Data-data ini diperoleh dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, internet dan pengamatan langsung ke pabrik untuk melihat secara lebih dekat proses pengantongan di lapangan.

3.4. Perancangan Sistem

Berdasarkan pengumpulan data dan studi literatur yang telah dilakukan maka dipilih suatu teknik pengendalian otomatis dengan basis PLC. Pemakaian PLC sebagai alat kontrol pada sistem otomatisasi telah banyak digunakan di industri. Pada Gambar 3 diperlihatkan skema proses pengantongan produk menggunakan PLC. Dari blok diagram pada Gambar 3 tersebut dijelaskan bahwa PLC dapat diprogram dengan komputer sehingga proses pengantongan produk dapat berjalan sesuai program yang diberikan.

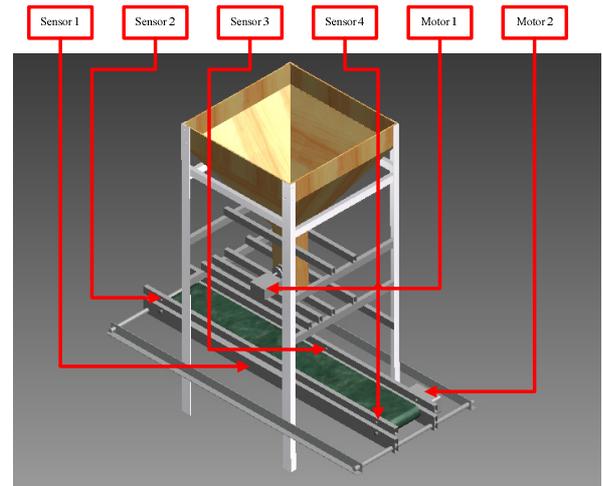


Gambar 3. Blok Diagram Sistem

Pada sistem ini, sebagai masukan PLC menggunakan sebuah *switch power*, sebuah sensor berat memanfaatkan *limit switch* dan 3 (tiga) pasang sensor keberadaan objek yaitu pasangan LED dan phototransistor. Sebagai aktuatornya (keluaran) digunakan 2 (dua) buah motor DC. Untuk menjalankan konveyor digunakan motor DC *power window* yang dilengkapi dengan *screw gear*. Sebuah motor DC yang sudah dilengkapi *gear box* digunakan

3.5. Perancangan Alat

Hasil perancangan dan desain awal alat pengantongan otomatis berbasis PLC OMRON CPM 1A dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Alat Pengantongan Otomatis Berbasis PLC OMRON CPM 1A

Keterangan Gambar 4:

Sensor 1: sensor berat

Sensor 2: sensor posisi awal penampung

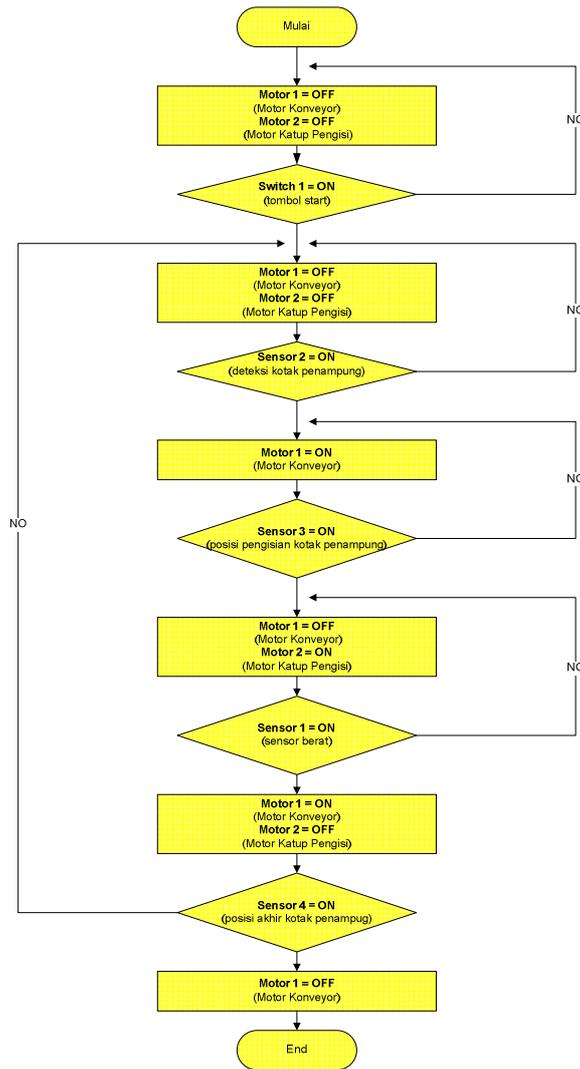
Sensor 3: sensor posisi pengisian

Sensor 4: sensor posisi akhir penampung

Motor 1: motor penggerak katup pengisian

Motor 2: motor penggerak konveyor

Diagram alir cara kerja alat pengantongan ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Cara Kerja Alat

3.5.1. Perancangan Sistem Mekanik

Sistem mekanik yang dirancang pada proses otomatisasi pengantongan produk skala laboratorium ini terdiri dari rangka alat, bak penampung, katup dan konveyor yang digerakkan dengan motor, serta sensor untuk mendeteksi berat.

3.5.2. Perancangan Perangkat Elektronik

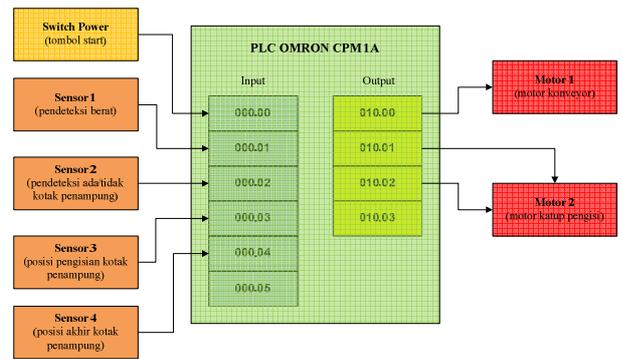
Perangkat elektronik yang dirancang pada penelitian ini diantaranya adalah sistem kontrol PLC, catu daya, rangkaian sensor dan rangkaian driver motor.

3.5.3. Perancangan Program

Program yang dirancang pada penelitian ini merupakan aplikasi dari program SYSWIN 3.4 dengan menggunakan diagram ladder.

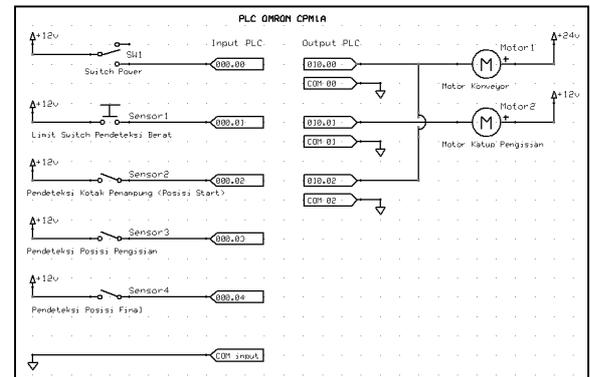
3.6. Pengintegrasian Sistem

Pengintegrasian sistem dilakukan setelah seluruh komponen dari alat otomatisasi pengantongan material produk ini telah selesai dibuat, mulai dari sistem mekanik, catu daya (power supply), driver motor dan rangkaian sensor. Pada Gambar 6 diperlihatkan blok diagram pengintegrasian dari seluruh sistem.



Gambar 6. Pengintegrasian Sistem

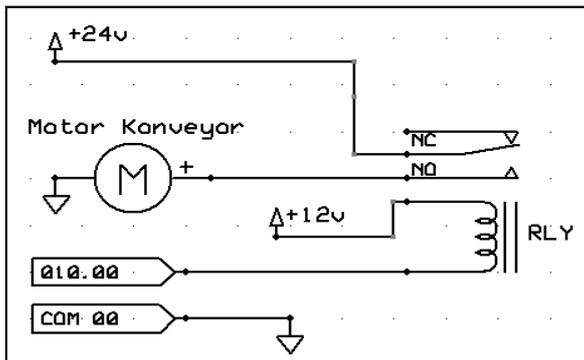
Skema pengintegrasian sistem secara lengkap dalam bentuk rangkaian wiring atau pengkabelan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Wiring PLC Omron CPM 1A pada Pengintegrasian Sistem

Motor DC digunakan sebagai aktuator pada sistem ini. Motor DC ini digunakan sebagai penggerak katup dan penggerak konveyor. Kedua motor DC ini akan diaktifkan oleh sebuah driver dengan menggunakan relay.

Penggunaan relay dimaksudkan agar beban switching pada PLC tidak terlalu besar dan sekaligus mengisolasi PLC dari sumber tegangan dari luar (sumber tegangan untuk mengaktifkan motor). Penerapan rangkaian driver ini digunakan pada kedua aktuator. Skema rangkaian driver ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Driver Motor Konveyor

3.8. Tahap Pembuatan Alat

3.8.1. Pembuatan Sistem Mekanik dan Kerangka Alat

Pembuatan sistem mekanik dan kerangka alat ini terdiri dari pembuatan bak penampung, pembuatan konveyor, katup serta pembuatan komponen dan bagian-bagian pendukung lainnya.

3.8.2. Pembuatan Rangkaian Elektronik

Rangkaian elektronik yang dibuat merupakan rangkaian yang akan digunakan pada proses pengantongan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Rancangan Alat Pengantongan Otomatis

Pembuatan alat dilakukan setelah desain perancangan selesai dikerjakan. Bentuk alat yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Rancangan Alat Pengantongan

4.2. Data Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan material sampel yang berbeda yaitu beras dan kopi.

Pengujian dengan Beras sebagai Produk

Material Produk Sampel : Beras

Berat Kotak Penampung : 134,84 gram

Berat yang diset : 278,00 gram

Tabel 1. Pengujian Alat dengan Beras sebagai sampel produk

No	Pengujian Ke-	Berat Total (gram)	Berat Bersih (gram)
1	1	413,77	278,93
2	2	413,98	278,14
3	3	413,09	278,25
4	4	413,68	278,84
5	5	413,33	278,49
Berat Bersih rata-rata			278,83

Pengujian dengan Kopi sebagai Produk

Material Produk Sampel : Kopi

Berat Kotak Penampung : 134,84 gram

Berat yang diset : 220,00 gram

Tabel 2. Pengujian Alat dengan Kopi sebagai sampel produk

No	Pengujian Ke-	Berat Total (gram)	Berat Bersih (gram)
1	1	356,13	221,29
2	2	355,43	220,59
3	3	354,21	219,37
4	4	355,74	220,90
5	5	355,36	220,52
Berat Bersih rata-rata			220,53

Dari pengujian dan perhitungan yang dilakukan, selisih berat yang diperoleh untuk setiap proses pengisian tidak terlalu jauh berbeda. Untuk mendapatkan ketelitian alat yang lebih tinggi menggunakan variasi berat yang berbeda maka pemilihan sensor berat, mekanisme penghitungan berat pada sistem dan ketepatan kerja katup harus dipertimbangkan dan dirancang dengan baik.

4.3. Analisa

“Otomatisasi Proses Pengantongan Material Produk menggunakan model Pengantongan Skala Laboratorium Berbasis PLC Omron CPM 1A” merupakan salah satu bentuk penerapan kontroler PLC pada alat pengisian material produk kemasan dengan cara mengontrol berat yang sama untuk setiap kali pengisiannya. Pengontrolan berat ini dilakukan dengan memanfaatkan sebuah *limit switch* yang terhubung dengan konveyor. *Limit*

switch bekerja dengan memanfaatkan lendutan dari sebuah plat aluminium yang terpasang pada konveyor sehingga dapat menekan *limit switch* pada posisi yang ditentukan.

Kotak penampung yang digunakan terbuat dari kaleng. Berat bersih produk yang diperoleh merupakan selisih berat total dengan berat kotak penampung. Pengujian dilakukan dengan menggunakan material produk yang berbeda yaitu beras dan kopi. Perbedaan material produk ini dilakukan untuk melihat efektifitas katup pengisian yang dibuat. Pengujian pada produk beras menunjukkan bahwa proses pengisian berlangsung lancar tanpa adanya penumpukan beras pada bagian lorong menuju katup. Pada pengujian menggunakan material kopi, ditemukan sedikit kendala berupa penumpukan pada lorong menuju katup. Penumpukan ini disebabkan oleh ukuran partikel kopi yang relatif lebih halus serta ringan.

Penerapan sensor posisi pada konveyor menggunakan pasangan LED dan phototransistor. Pengaktifan sensor tergantung cahaya LED yang diterima oleh sensor. Jika sensor terhalang oleh kotak penampung atau *box* yang dilewatkan pada konveyor maka sensor akan aktif. Sebuah motor DC *power window* digunakan sebagai penggerak konveyor dan sebuah motor DC yang dilengkapi dengan *gearbox* digunakan untuk menggerakkan katup. Kondisi aktif atau tidaknya motor tergantung dari kondisi sensor.

Secara keseluruhan, hasil yang diperoleh dari pengujian yang dilakukan menunjukkan keterulangan yang cukup baik namun untuk dapat meningkatkan ketelitian dari alat ini penerapan sensor berat yang lebih presisi perlu dipertimbangkan. Pada penelitian ini digunakan *limit switch* sebagai sensor berat sehingga ketelitian tidak terlalu baik. Hal ini disebabkan karena *limit switch* hanya bekerja ON/OFF. Jika alat ini dikembangkan secara luas dan skala yang lebih tinggi maka aplikasinya dapat diterapkan pada industri pengisian material/produk ke dalam kemasan seperti kaleng atau kotak dengan prinsip kerja yang sama.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Proses pengantongan (pengisian) material produk merupakan suatu proses yang dibutuhkan di industri yang menghasilkan produk dengan ukuran berat yang sama pada setiap kemasan. Untuk memenuhi kondisi tersebut dibutuhkan sebuah alat yang mampu mengisi produk secara otomatis ke dalam kemasan dengan berat yang sama pada setiap kemasannya. Penelitian ini dilakukan mulai dari tahap identifikasi masalah, pengumpulan data dan

studi literatur serta dilanjutkan dengan tahap perencanaan alat, perancangan alat dan pembuatan komponen mekanik dan komponen elektronik. Dari pembuatan dan pengujian alat, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada pengujian yang dilakukan menggunakan material sampel berupa beras dan kopi diperoleh harga berat yang relatif sama untuk setiap kali proses pengisian.
2. Berat yang diperoleh merupakan selisih berat total dengan berat penampung. Hasil dari selisih berat ini merupakan berat bersih material/produk yang akan dikemas.
3. Posisi dari *limit switch* menentukan berat yang diperoleh. Dengan demikian, untuk menentukan berat yang diinginkan terlebih dahulu harus dilakukan kalibrasi posisi *limit switch*.
4. Karena alat pengantongan yang dibuat hanya berskala laboratorium maka kapasitas maksimal pengisian berat akan terbatas. Untuk alat yang telah dibuat ini kapasitas maksimal adalah sekitar 1 kg.
5. Waktu pengisian menggunakan sampel berat 1/2 kg berlangsung rata-rata selama 12 detik. Pengisian dengan berat berbeda memerlukan waktu yang juga berbeda. Faktor lain yang juga berpengaruh adalah rancangan katup pengisian yang digunakan.

5.2. Saran

Dari penelitian ini perlu dilakukan kembali beberapa pengembangan, baik itu dari segi perancangan dan desain maupun pemilihan komponen utama dan pendukung lainnya diantaranya:

1. Untuk mendapatkan berat yang lebih presisi dan keterulangan proses pengisian yang lebih baik, pemilihan dan penerapan sensor berat sangat menentukan. Pengembangan ini misalnya dengan mengganti sensor berat *limit switch* dengan sensor berat jenis lain.
2. Untuk pembuatan alat dengan skala pengisian yang berbeda beberapa faktor perlu diperhatikan, mulai dari desain sistem mekanik, pemilihan sensor dan pemilihan aktuator.
3. Jika alat ini dikembangkan, penambahan alat monitoring berat akan sangat membantu karena dengan adanya penambahan fitur ini pemantauan proses pengisian akan lebih mudah.
4. Untuk pengembangan selanjutnya, penambahan beberapa tombol untuk pemilihan berat yang diinginkan dirasa perlu

sehingga jika alat ini digunakan pada pengisian dengan berat yang berbeda pengkalibrasian berat tidak perlu lagi dilakukan.

5. Penumpukan material menggunakan bahan bahan uji dengan partikel halus seperti kopi dapat dikurangi dengan sistem penggetar material.

REFERENSI

1. David G. Alciatore and Michael B. Histan. 2007. *Introduction Mechatronics and Measurement Systems*. 3 rd. Singapore: Mc. Graw-Hill.
2. Muljo Widodo dan Indra Djodikusumo. *Mekatronika*. Jurusan Mesin Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Bandung.
3. Nitaigour Premchand Mahalik. *Mechatronics-(Principle, Concepts, and Applications)*. Mc. Graw Hill Book.
4. Richard A. Cox And Terry Borden. 2007. *Technician's Guide To Progamable Logic Controlle*. 5 Th Edition.