

APLIKASI PLC SEBAGAI SISTEM KONTROL PADA MESIN PRESS DENGAN SISTEM PNEUMATIK UNTUK PEMBUATAN PAVING BLOK

Moh. Dahlan^{1*}, Budi Gunawan¹, Sugeng Slamet²

¹ Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus

² Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus

Kampus UMK Gondangmanis PO.BOX 53.Kudus.

*Email: dahlan.kds@gmail.com

Abstrak

Paving blok merupakan produk bahan bangunan dari semen yang digunakan sebagai salah satu alternatif penutup atau pengerasan permukaan tanah. Paving blok dikenal juga dengan sebutan bata beton atau cone blok. Dipasaran, paving blok yang ada cepat retak dan patah karena paving blok bersifat getas. Hal ini bisa jadi disebabkan oleh mutu bahan yang kurang memenuhi syarat, komposisi bahan yang tidak memenuhi standart, gerusan air hujan, beban-beban kejut akibat lintasan roda kendaraan, kurangnya penambahan pressing pada saat proses pembuatan paving blok dan lain-lain. Tujuan dari kegiatan ini adalah mengaplikasikan system otomatisasi berbasis PLC untuk prototype mesin pembuat paving blok sehingga diharapkan akan didapat tekanan yang sama dan konstan pada setiap cetakan. Metode pembuatan mesin ini adalah dengan metode rancang bangun sebuah prototype mesin press paving blok dengan pneumatic sebagai penggeraknya dan PLC sebagai system kontrolnya, setelah mesin jadi diuji coba dengan membuat paving blok dengan beberapa komposisi bahannya dan masing-masing hasilnya akan diuji. Pengujian yang dilakukan meliputi; gaya tekan mesin dan uji tekan pada paving hasil produksi. Dari proses pembuatan tersebut dihasilkan mesin paving block dengan sistem penggerak pneumatis dengan gaya tekan maksimum 50000 N untuk ukuran paving 20 cm x 10 cm x 6 cm. Sedangkan besar gaya yang diperlukan sistem pneumatik ini untuk menekan adonan paving sebesar 39283,16 N. Aktuator menggunakan diameter torak 63 mm serta diameter batang torak 36 mm menurut standar BS 5785 : 1980. Kompresor yang digunakan dengan daya 1,24 kW, serta daya motor yang digunakan sebesar 1,30 kW.

Kata kunci : mesin, press, paving, block, system, pneumatik.

1. PENDAHULUAN

Menurut SNI 03 0691 1996, Bata Beton (Paving Blok) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton tersebut. Sedangkan menurut SK SNI T-04-1990-F, paving blok adalah segmen-segmen kecil yang terbuat dari beton dengan bentuk segi empat atau segi banyak yang dipasang sedemikian rupa sehingga saling mengunci (Dudung Kumara, 1992; Akmaluddin dkk. 1998).

Lapis perkerasan paving blok adalah jenis perkerasan lentur (*flexible pavement*), dimana lapis permukaannya menggunakan unit-unit blok beton atau segmental beton yang disusun sedemikian rupa sehingga unit-unit blok beton tersebut saling kunci mengunci (*interlocking*) antara unit blok yang satu dengan unit blok lainnya. Paving blok dapat berwarna seperti aslinya atau diberikan zat pewarna pada komposisinya dan digunakan untuk lantai, baik di dalam maupun di luar bangunan. Paving blok untuk lantai harus mempunyai bentuk yang sempurna, tidak terdapat retak-retak dan cacat, serta bagian sudut dan rusuknya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan tangan.

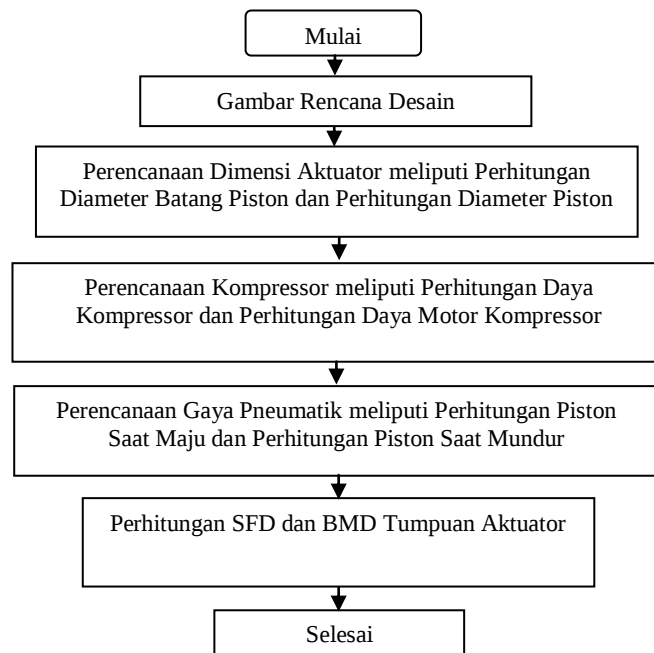
Beberapa kenyataan yang ada dipasaran, mutu paving blok yang ada cepat retak dan patah karena paving blok bersifat getas. Hal ini bisa jadi disebabkan oleh mutu bahan yang tidak memenuhi syarat, komposisi bahan yang tidak memenuhi standart, gerusan air hujan, beban-beban kejut akibat lintasan roda kendaraan, kurangnya penambahan pressing pada saat proses pembuatan paving blok dan lain-lain.

Tujuan dari kegiatan ini adalah mengaplikasikan PLC sebagai system control pada mesin press paving blok sehingga hasil penekanan dari mesin press tersebut bisa seragam dan sesuai dengan standar.

2. METODOLOGI

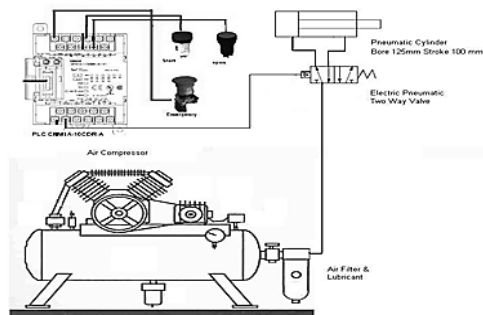
2.1 Langkah Kegiatan

Data proses perancangan konstruksi rangka mesin *press paving block* berbasis PLC seperti terlihat pada diagram alir berikut ini :



Gambar 1. Diagram alir perancangan dan perhitungan

2.2 Hasil Rancangan



(a). Rancangan Pneumatic



(b). Rancangan Mesin



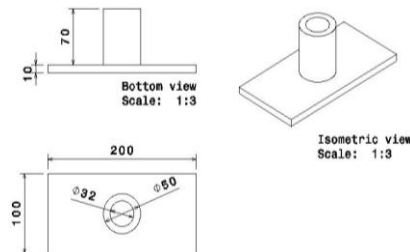
(c). Mesin press dengan sistim pneumatik

Gambar 2. Hasil Rancangan mesin press paving blok dengan pneumatic.

3. HASIL PERHITUNGAN DAN PENGUJIAN

3.1 Perhitungan Gaya Tekan Aktuator

Dalam perhitungan perencanaan pneumatik diketahui bahwa gaya yang diperlukan untuk pengepresan ini adalah jumlah gaya normal yang dihasilkan aktuator ditambah dengan gaya yang dibutuhkan untuk menekan paving block.



Gambar 3. Dudukan penekan

$$\text{Volume total} = \text{volume 1} + \text{volume 2} - \text{volume 3}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume 1} &= 20 \times 10 \times 1 \\ &= 200 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume 2} &= 3,14 \times 2,5^2 \times 7 \\ &= 137,37 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume 3} &= 3,14 \times 1,6^2 \times 7 \\ &= 56,26 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume total} &= 200 + 137,37 - 56,26 \\ &= 281,11 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa benda} &= \text{volume} \times \text{massa jenis } (\rho) \\ &= 281,11 \times 7,86 \\ &= 2209,5 \text{ gr} \\ &= 2,20 \text{ kg.}\end{aligned}$$

Terdapat dua buah massa benda dikalikan dua, yaitu 4,4 kg.

1. Berat/ massa (m) keseluruhan adalah : Massa total = 4,4 kg

$$\begin{aligned}2. \text{ Gaya normal keseluruhan adalah : } F &= m \times g \\ &= 4,4 \text{ (kg)} \times 9,81 \text{ (m/s}^2\text{)} \\ &= 43,16 \text{ N}\end{aligned}$$

Jadi gaya normal keseluruhan adalah 43,16 N

3.2 Perhitungan Gaya Menekan Butiran Pasir

Direncanakan luasan yang akan di press :	Panjang	= 20 cm
	Lebar	= 10 cm
	Tebal	= 7 cm

Tebal butiran pasir yang akan di press adalah 7 cm. akan di press menjadi 6 cm. maka dari itu perlu dicari dahulu beban untuk menekan butiran pasir dari ketebalan 7 cm menjadi 6 cm. dengan melakukan percobaan memberi beban pada sebuah tempat dengan luasan 1 cm^2 . Tempat ini diberi butiran pasir setinggi 7 cm, kemudian diberi beban diatasnya sampai menjadi ketebalan serbuk 6 cm. setelah melakukan percobaan, didapatkan beban sebesar 20 kg untuk menekan butiran pasir dari ketebalan 7 cm menjadi 6 cm pada luasan 1 cm^2 .

Tabel 1. Data Percobaan Beban Butiran Pasir

Percobaan	Beban	Ketebalan
Pertama	15 kg	6,2 cm
Kedua	20 kg	6 cm
Ketiga	20 kg	6 cm

Kesimpulan : dengan dilakukan tiga kali percobaan, didapatkan hasil untuk menekan butiran pasir dari tebal 7 cm menjadi 6 cm adalah sebesar 20 kg. artinya tekanan untuk menekan adalah sebesar 20 kg/cm^2 . Maka gaya yang dibutuhkan untuk menekan serbuk pasir dengan luasan yang direncanakan adalah : $F = P \cdot A$

Dimana, P = tekanan per cm^2

A = luasan yang akan di press ($20 \times 10 = 200 \text{ cm}^2$)

$$F = 20 \times 200$$

$$= 4000 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 39240 \text{ N}$$

Jadi gaya yang dibutuhkan untuk menekan butiran pasir dari tebal 7 cm menjadi 6 cm dengan luasan 20×10 adalah sebesar 39240 N.

3.3 Besar Gaya Yang Diperlukan Pada Saat Pengepressan

Gaya yang diperlukan untuk pengepressan ini adalah jumlah gaya normal yang didorong aktuator ditambah dengan gaya yang dibutuhkan untuk menekan serbuk pasir.

$$F = 43,16 + 39240$$

$$= 39283,16 \text{ N}$$

Jadi seluruh gaya yang diperlukan untuk pengepressan adalah 39283,16 N.

3.4 Perhitungan Pneumatik

Bagian-bagian dari pneumatik yang perlu dihitung sebagai berikut:

1) gaya efektif piston, gaya efektif mempunyai dua arah dan bisa dihitung dengan cara:

a). Gaya efektif piston saat maju, gaya efektif piston saat maju dapat dihitung dengan rumus :

$$F_a = A \times P \quad (\text{Didactis } F, \text{ Pneumatics, TP 101})$$

Dimana:

A = luas permukaan silinder pneumatik

$$A = 0,015386 \text{ m}^2$$

P = Tekanan Kerja untuk pneumatik rata-rata 600000 N/m^2

Maka:

$$F_a = 0,015386 \times 600000$$

$$F_a = 9231 \text{ N}$$

b). Gaya efektif piston saat mundur

$$F_b = A \times P$$

Dimana:

$$A = \frac{\pi}{4} \times (d_s^2 - d_p^2)$$

$$A = 0,016 \text{ m}^2$$

Maka:

$$F_b = 0,016 \times 600000$$

$$F_b = 9600 \text{ N}$$

2) Konsumsi Udara Tiap Langkah Piston

Konsumsi udara tiap langkah piston mempunyai dua arah, dan dapat dihitung sebagai berikut:

a). Konsumsi udara saat piston maju

Konsumsi udara kompresi pada waktu silinder bergerak maju dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_1 = p \times \frac{\pi}{4} \times d^2 \times h \quad (\text{Festo Didactis, Pneumatics})$$

$$= 6,8 \times 0,785 \times 0,14^2 \times 0,84$$

$$= 0,088 \text{ m}^3$$

b). Konsumsi Udara Saat Piston Mundur

Konsumsi udara kompresi pada waktu silinder bergerak mundur dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_2 &= p \times \frac{\pi}{4} \times (d^2 - d_1^2) \times h \quad (\text{Festo Didactis, Pneumatics}) \\
 &= 6,8 \times 0,785 \times (0,14^2 - 0,06^2) \times 0,84 \\
 &= 0,072 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

c). Konsumsi Udara Total

Silinder kerja ganda dengan diameter (d) 140 mm, panjang langkah (h) 840 mm, tiap menit membutuhkan udara sebesar :

$$\begin{aligned}
 Q &= V_1 + V_2 \\
 &= 0,088 + 0,072 \\
 &= 0,16 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3) Konsumsi Udara Yang Diperlukan Tiap Menit

a). Perbandingan kompresi

Perbandingan kompresi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Perbandingan kompresi} = \frac{1,031 + p}{1,031} \quad (\text{Teks Book FESTO : 184})$$

$$\text{Perbandingan kompresi} = \frac{1,031 + 6}{1,031} = 6,8$$

b). langkah maju

Konsumsi udara yang diperlukan tiap menit untuk langkah maju dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= \frac{\pi}{4} \times d^2 \times h \times n \times \text{perbandingan kompresi} \\
 &= 0,785 \times 0,14^2 \times 0,84 \times 0,33 \times 6,8 \\
 &= 0,0167 \text{ m}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

c). langkah mundur

Konsumsi udara yang diperlukan tiap menit untuk langkah mundur dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q_2 &= \frac{\pi}{4} \times (d_1^2 - d_2^2) \times h \times n \times \text{perbandingan kompresi} \\
 &= 0,785 \times (0,14^2 - 0,06^2) \times 0,84 \times 0,33 \times 6,8 \\
 &= 0,014 \text{ m}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

3.5 Uji Tekan Paving

Proses pengujian dilakukan dengan menggunakan material berupa pasir, pecahan batu/abu batu, semen dan cairan perekat beton. Komposisi paduan meliputi pasir: 3 kg, abu batu 3 kg, semen 1 kg dan 5 sendok cairan perekat beton yang dicampur dengan air. Komposisi diatas untuk membuat dimensi paving blok dengan volume 20 x 10 x 6 cm. Tekanan yang digunakan untuk menekan adonan paving pada sistem pneumatik ini sebesar 128 kg.

Kekuatan tekan paving blok juga sangat dipengaruhi oleh waktu penahanan setelah dicetak. Waktu penahanan berkisar 25-30 hari untuk mendapatkan kekerasan paving blok yang maksimal. Sample uji dilakukan penahanan selama 12 hari sebelum dilakukan pengujian kuat tekan. Pengujian dilakukan dengan mesin universal testing GOTECH-GT-7001-LC30. Adapun hasil pengujian sebagaimana ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Uji tekan paving

No	Material	Max. Load Kgf	Kuat Tekan kgf/cm ²
1	Mesin pres Hidrolik (A)	14771,1	73,85
2	Mesin pres pneumatik (B ₁)	5908,4	29,54
	Mesin pres pneumatik (B ₂)	5806,8	29,03
	Mesin pres pneumatik (B ₃)	6203,0	31,01

Dari tabel 2. diatas dapat dijelaskan bahwa rata-rata kuat tekan paving blok hasil press dengan sistem pneumatik menunjukkan nilai lebih rendah sebesar 40% jika dibandingkan dengan paving blok hasil press sistem hidrolik. Sedangkan rata-rata kuat tekan sebesar 29,86 Kgf/cm². Beban maksimal merupakan besarnya gaya tekan yang mampu diterima oleh paving blok sampai pecah rata-rata sebesar 5972,73 Kgf. Sedangkan kuat tekan merupakan nilai bagi antara beban maksimal (Kg) dengan luas paving yang ditekan (cm²).

Melihat nilai kuat tekan paving blok hasil press pneumatik tersebut maka hanya sesuai untuk pengerasan bagi pejalan kaki dan taman sesuai Standar mutu yang harus dipenuhi paving block untuk SNI 03-0691-1996. Untuk meningkatkan kuat tekan paving dapat dilakukan dengan meningkatkan gaya tekan pada mesin, dimana hal ini akan meningkatkan kepadatan/densitas dari material paving, menentukan komposisi antar bahan baku. Selain itu juga perlunya penambahan waktu penahanan paving setelah dicetak selama minimal 30 hari.

4. KESIMPULAN

1. Telah dirancang mesin press otomatis berbasis PLC untuk produksi paving blok dengan bagian-bagian mesin terdiri : konstruksi rangka mesin, input bahan baku (hopper), cetakan paving blok, tuas pengangkat cetakan dan silinder pneumatik *single action*.
2. Telah dibuat prototype cetakan paving standart SNI ukuran 20 x 10 x 6 cm, dan direncanakan tekanan yang diberikan sebesar 3 : 2.
3. Dari pengujian manual penggerak pneumatik ini dapat melakukan proses pembuatan paving blok dengan kuat tekan rata-rata sebesar 29,86 Kgf/cm².

DAFTAR PUSTAKA

- Curtis Johnson, 1993, *Process Control Instrumentation Technology*, 4th Edition, Prentice Hall International Inc, New Jersey.
- Deutchman, Aaron D, 1975, *Machine Design: Theory And Practice*, Macmillan Publishing Co Inc., New York.
- Eckman, P, and Donald. 1995. *Industrial Instrumentaion*. New York: John Willey & Sons Inc.
- Hanif, ahmad. 2006, *Penerapan PLC Sebagai Sistem Kendali Pada Mesin Konveyor*. Universitas Negeri Semarang, Teknik Mesin.
- Kollman, F. F. P. E. W, Kuenzi dan A. J Stamm, 1975, *Principles of Wood Science and Technology II*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
- Krist, T., 1993, "Dasar-DasarPneumatik", Erlangga, Jakarta.
- Santoso, E., 2013, "PembuatanMesin Hot Press PapanPartikel Sistem Hidrolik", Universitas Muria Kudus, Kudus.
- Tjahjono, A. 1998., "Programmable LogicController", Politeknik Elektronika NegeriSurabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
- The Hydro-Pneumatic Technical Centre,"Buku Petunjuk Teknik Tenaga Fluida Pneumatik", Jepang.
- Ogata, Katsuhiko,"Teknik Kontrol Automatik", Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta