

PENGERAK PINTU PADA INTEGRATED STORAGE SYSTEM

Ignasius David Christian Mujiarto¹, Anggy Yuandari²

^{1,2}Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: anggy.yuandari@atmi.ac.id

Abstrak

Integrated Storage System merupakan mesin penyimpanan berukuran panjang 2,64 meter, lebar 2,24 meter, dan tinggi 3,3 meter. Integrated Storage System dapat meringkas penyimpanan pada Gudang C PT ATMI divisi Machine Development Center yang sistem penyimpanannya masih menggunakan banyak lemari. Sistem penyimpanan yang digunakan Gudang C PT ATMI divisi Machine Development Center dapat menyebabkan penyimpanan yang tidak rapi, tidak teliti, dan masih dilakukan secara manual. Tujuan dari tugas akhir ini adalah mengubah sistem penyimpanan tersebut yang tidak rapi, tidak teliti, dan masih dilakukan secara manual menjadi sistem penyimpanan yang rapi, teliti, serta dapat berjalan secara semi-otomatis menggunakan Integrated Storage System. Integrated Storage System mulai bekerja ketika operator memasukkan nomor rak tujuan ke HMI, lalu tombol konfirmasi gerakan ditekan. PLC akan memberikan sinyal agar rak akan berputar naik atau turun ke rak tujuan. Pintu akan dapat aktif ketika nilai rak tujuan sudah sama dengan nilai rak pada posisi riil. Gerakan rak dan gerakan pintu pada Integrated Storage System tidak konflik satu sama lain, dan dapat bekerja secara semi-otomatis dengan maksimal beban per rak 100 kg. Integrated Storage System dapat meringkas dan meminimalisir kesalahan penyimpanan Gudang C PT ATMI divisi MDC.

Kata kunci: motor, PLCHMI, storage, sensor

1. PENDAHULUAN

PT. ATMI adalah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur. Produk yang dihasilkan oleh PT. ATMI adalah : *filling cabinet*, tempat tidur rumah sakit, dan lemari. Pembuatan produk-produk ini memerlukan bahan baku dan *spareparts*. Barang-barang tersebut disimpan di gudang secara manual lalu dicatat juga secara manual kedalam *stockbar*. Salah satu tempat penyimpanan pada PT. ATMI adalah Gudang C PT. ATMI divisi *Machine Development Center*. Pengambilan atau pemasukkan barang dan pencatatan pada *stockbar* masih dilakukan secara manual, sehingga dapat menyebabkan penyimpanan yang tidak tertata secara rapi serta dapat menyebabkan kesalahan dalam pengisian data

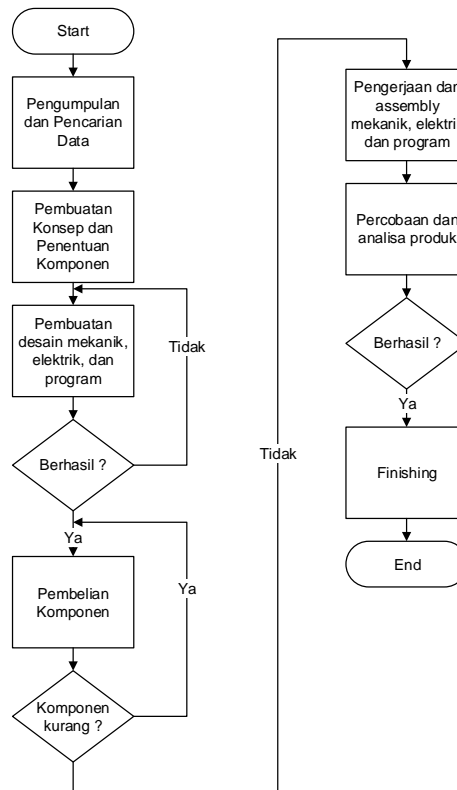
Sistem penyimpanan ini dapat diganti menggunakan sistem penyimpanan dengan *Integrated Storage System*, yang dapat bekerja secara semi-otomatis. *Integrated Storage Sytem* berukuran 2,64 meter, 2,24 meter, dan 3,3 meter untuk panjang, lebar, dan tinggi. Satu unit *Integrated Storage System* terdiri dari 14 rak dan tiap rak tersebut berkapasitas maksimal 100 kg yang dapat memudahkan operator dalam pencarian barang, sehingga dapat meminimalisir kesalahan dalam kesesuaian tempat penempatan barang. *Integrated Storage System* terdiri dari 2 sistem gerakan utama yaitu gerakan rak dan gerakan pintu.

Aktuator motor 1 fasa pada gerakan pintu menggunakan motor TPG GV-15-0090-5A dengan tegangan yang diperlukan untuk mengaktifkan motor tersebut adalah 220VAC dengan arus 0,9 A. Sistem kendali pada *Integrated Storage System* menggunakan komponen elektrik dan program *PLC* sebagai pengendali aktuator pintu 1 fasa yang digunakan untuk menggerakkan pintu supaya dapat membuka dan menutup. *Relay* yang digunakan sebagai pengendali aktuator pintu 1 fasa yang berfungsi untuk mengaktifkan dan juga memutus aktuator 1 fasa jika terjadi *error*.

2. METODOLOGI

Proses penelitian ini memerlukan beberapa bahan dan peralatan sebagai perlengkapan dalam proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

2.1. Proses Pengerjaan



Gambar 1. Flowchart Proses Penelitian

Metode pengerjaan ditunjukkan oleh *flowchart* pada Gambar 1. Pengerjaan dimulai dengan pengumpulan dan pencarian data. Data-data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut :

- Sistem penyimpanan pada PT. ATMI terutama Gudang C divisi *Machine Development Center*
- Sistem pendataan pada Gudang C PT. ATMI divisi *Machine Development Center*
- Tempat penyimpanan Gudang C PT. ATMI divisi *Machine Development Center*

Data yang telah didapatkan dapat digunakan untuk membuat konsep, baik konsep secara mekanik, elektrik, dan program. Konsep yang telah dibuat juga dapat menjadi dasar dari pembuatan desain mekanik yang meliputi gambar mesin secara 2 dimensi dan 3 dimensi, elektrik yang meliputi *wiring diagram*, dan program yang meliputi *programming PLC* dan *HMI*. Desain yang telah dibuat kemudian dapat menunjukkan komponen-komponen yang diperlukan. Pembelian komponen merupakan langkah selanjutnya yang dilakukan agar desain dapat dibuat. Komponen-komponen yang telah dibeli kemudian digunakan untuk pengerjaan sistem mekanik, elektrik, dan program dari mesin *Integrated Storage System*. Proses selanjutnya setelah pengerjaan ketiga sistem tersebut adalah proses *assembly* menjadi satu sistem mesin utuh. Mesin yang sudah dirakit ini kemudian diuji dan dianalisa dengan menggunakan desain dan konsep awal sebagai pembanding. Hasil pengujian dan analisis dapat memperlihatkan kekurangan-kekurangan mesin, sehingga pada tahap *troubleshooting* dan *finishing* masalah-masalah tersebut dapat diselesaikan.

2.2. Tinjauan Pustaka

Pembuatan mesin *Storage System* sebelumnya sudah dilakukan dan terdapat jurnal dan karya ilmiah yang membahas mengenai *Storage System*. “*Development of Automated Storage and Retrieval System (ASRS) for Flexible Manufacturing System (FMS)*” membahas mengenai beberapa keuntungan penggunaan sistem *ASRS* untuk manufaktur yaitu : Industri dapat menghemat *space* kerja serta pendataan barang-barang yang disimpan atau diambil dari *storage system* yang selalu terupdate secara otomatis dan berkala. *Storage System* diperkirakan akan menjadi bagian penting dari proses manufaktur kedepannya. (Mohammad Khasasi. Dkk. (2016))

Pengulasan mengenai penggunaan sistem *ASRS* dibahas pada jurnal berjudul “*A Review On Automated Storage & Retraival System (ASRS)*”. Jurnal ini membahas mengenai keuntungan-keuntungan yang dapat dicapai dengan penggunaan sistem *ASRS*. Ulasan yang dilakukan pada sistem *ASRS* meliputi apa saja keuntungan yang didapat dengan penggunaan sistem *ASRS* pada proses manufaktur, perhitungan efisiensi penggunaan sistem *ASRS*, pengoperasian *ASRS*, dan perhitungan-perhitungan yang diperlukan untuk perancangan sistem *ASRS*. (Mr. Sagar R, Prof. V. A. Kane (2014))

2.3. Metode Penelitian

Integrated Storage System memiliki 2 mekanisme gerakan utama dalam sistem kerjanya. Mekanisme gerakan utama tersebut adalah gerakan rak dan gerakan pintu. Gerakan pintu pada *Integrated Storage System* digerakkan oleh motor AC 1 fasa dengan *lead screw* putaran dari motor dapat disalurkan sehingga dapat menggerakkan pintu dengan arah gerak naik dan turun. Gerakan dari pintu mesin *Integrated Storage System* adalah menutup yang berarti pintu naik dan membuka yang berarti pintu turun. Gerakan naik dan gerakan turun pintu dibatasi oleh sensor *proximity*. Posisi pintu pada saat mencapai posisi menutup maksimal dan membuka maksimal akan mengaktifkan *proximity* sensor dan mendeteksi pintu tersebut. *Proximity* sensor akan memberi sinyal kepada *PLC* yang akan mengaktifkan *relay* supaya memerintahkan motor AC 1 fasa untuk berhenti. *Relay* yang digunakan adalah *relay* Omron MY4. *Brake* pada motor AC 1 fasa berperan untuk menahan pintu supaya dapat berhenti ketika pintu sudah mencapai batas maksimal membuka atau menutup. Pintu pada *Integrated Storage System* memiliki dimensi panjang 2500 mm dan tinggi 270 mm.



Gambar 2. Desain Pintu

Motor 1 fasa berfungsi sebagai penggerak utama untuk pintu. Pemilihan motor 1 fasa ini memerlukan perhitungan guna mengetahui daya yang diperlukan untuk pembebanan maksimal. Perhitungan yang diperlukan dapat dilihat pada penjelasan berikut.

a. Perhitungan torsi *load*

Perhitungan ini digunakan untuk menentukan nilai torsi *load* pada pintu *Integrated Storage System*. Sistem pintu ini menggunakan *lead screw*. Parameter-parameter yang harus diketahui untuk perhitungan torsi *load* adalah gaya pembebanan pada pintu yang bernilai 245 N, *pitch lead screw* yang bernilai 0,002 m. Torsi *load* dapat dihitung dengan perhitungan dibawah.

$$TL = \frac{F \times \text{pitch lead screw}}{2\pi \times \eta}$$

$$TL = \frac{245 \times 0,002}{2\pi \times \omega}$$

$$TL = 0,0974 Nm$$

Rumus 1. Perhitungan Torsi Load

- b. Perhitungan inersia poros (J_p)

Perhitungan inersia poros (J_p) diperlukan untuk mengetahui nilai inersia poros pada pintu *Integrated Storage System*. Parameter yang diperlukan untuk menghitung inersia poros pada pintu adalah massa kopling yaitu 2 kg dan diameter poros yaitu 0,022 m. Perhitungan inersia poros dapat dihitung dengan perhitungan berikut.

$$J_p = \frac{1}{8} m \cdot d^2$$

$$J_p = \frac{1}{8} 2 \cdot 0,022^2$$

$$J_p = 1,21 \times 10^{-4} Kgm^2$$

Rumus 2. Perhitungan Inersia Poros

- c. Perhitungan inersia beban (J_b)

Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui nilai inersia beban pada pintu *Integrated Storage System*. Parameter yang diperlukan untuk menghitung inersia beban pada pintu adalah massa beban yang bernilai 25 kg dan pitch yang bernilai 0,002 m. Perhitungan inersia beban dapat dilihat pada perhitungan berikut:

$$J_b = m \left(\frac{p}{2\pi} \right)^2 \times 10^{-6}$$

$$J_b = 25 \left(\frac{0,002}{2\pi} \right)^2 \times 10^{-6}$$

$$J_b = 2,533 \times 10^{-12} Kgm^2$$

Rumus 3. Perhitungan Inersia Beban

- d. Perhitungan inersia *lead screw* (J)

Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui nilai inersia *lead screw* yang digunakan pada sistem pintu *Integrated Storage System*. Parameter-parameter yang diperlukan untuk perhitungan inersia *lead screw* adalah massa yang bernilai 2 kg, diameter 0,0016 m. Perhitungan inersia *lead screw* dapat dilihat pada perhitungan berikut.

$$J = \frac{m \cdot d^2}{8} \times 10^{-6}$$

$$J = \frac{2 \cdot 0,0016^2}{8} \times 10^{-6}$$

$$J = 6,4 \times 10^{-11} Kgm^2$$

Rumus 4. Perhitungan *Lead Screw*

- e. Perhitungan torsi akselerasi (TA)

Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui nilai torsi akselerasi sistem pintu *Integrated Storage System*. Parameter-parameter yang diperlukan untuk perhitungan ini adalah putaran per menit yang bernilai 6000 RPM, waktu akselerasi 1 detik, inersia poros yang bernilai $1,21 \times 10^{-4} Kgm^2$, inersia beban yang bernilai $2,533 \times 10^{-12} Kgm^2$, dan inersia *lead screw* yang bernilai $6,4 \times 10^{-11} Kgm^2$. Perhitungan torsi akselerasi dapat dilihat pada perhitungan berikut.

$$TA = \frac{2\pi \cdot N}{60ta} \times (Jp + J + Jb)$$

$$TA = \frac{2\pi \cdot 6000}{60 \times 1} \times (1,21 \times 10^{-4} + 6,4 \times 10^{-11} + 2.533 \times 10^{-12})$$

$$TA = 0,0218 \text{ Nm}$$

Rumus 5. Perhitungan Torsi Akselerasi

- f. Perhitungan torsi total (T total)

Perhitungan torsi total dihitung dengan menjumlahkan torsi *load* dan torsi akselerasi. Parameter-parameter yang perlu diperhatikan adalah torsi *load* yang bernilai 0,0974 Nm dan torsi akselerasi 0,0183 Nm. Perhitungan torsi total dapat dilihat pada perhitungan berikut.

$$T \text{ total} = TL(\text{Torsi beban}) + TA(\text{Torsi akselerasi})$$

$$T \text{ total} = 0,0974 \text{ Nm} + 0,0218 \text{ Nm} = 0,1192 \text{ Nm}$$

Rumus 6. Perhitungan Torsi Beban

- g. Perhitungan daya (P)

Perhitungan daya diperlukan untuk dapat menentukan arus motor yang diperlukan. Parameter yang perlu diperhatikan untuk perhitungan daya adalah torsi total yang bernilai 0,1192 Nm dan putaran per menit yang bernilai 6000 RPM. Perhitungan daya dapat dilihat pada perhitungan berikut.

$$P = \frac{T \times 2\pi \times Nr}{60}$$

$$P = \frac{0,1192 \times 2\pi \times 6000}{60}$$

$$P = 21,47 \text{ Watt}$$

Rumus 7. Perhitungan Daya

- h. Perhitungan *Safety Factor* (V)

Nilai *safety factor* yang digunakan pada perhitungan daya yaitu angka 2. Perhitungan daya yang telah dilakukan perlu dikalikan dengan *safety factor*. Nilai daya yang dibutuhkan untuk penggerak pintu dapat dihitung dengan perhitungan berikut.

$$P = P \times 2$$

$$P = 21,47 \times 2$$

$$P = 42,94 \text{ V}$$

Rumus 8. Perhitungan Safety factor

- i. Perhitungan arus (I)

Perhitungan arus diperlukan untuk menentukan arus motor yang diperlukan untuk sistem pintu *Integrated Storage System*. Parameter yang diperlukan untuk perhitungan arus adalah daya yang bernilai 42.94 watt dan tegangan yang digunakan yaitu 220 VAC. Perhitungan arus dapat dilihat pada perhitungan berikut.

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{42,94}{220}$$

$$I = 0,19 \text{ A}$$

Rumus 9. Perhitungan Arus

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penjelasan metodologi telah menjelaskan syarat-syarat antara lain dimensi pintu dan juga *spesifikasi* untuk aktuator gerakan pintu. Pintu dikendalikan menggunakan *relay*. Spesifikasi syarat-syarat tersebut harus menjadi bagian dari perancangan program yang mengatur gerakan pintu dapat membuka dan menutup dengan pembebanan maksimal.

3.1. Mekanisme Gerakan Pintu

Tabel 1. Pembebanan Aktuator Pintu

Torsi Akselerasi	0,0974 Nm
Torsi Beban	0,0218 Nm
Torsi Total	0,1192 Nm
Daya yang dibutuhkan	42,94 W

Motor yang dipilih adalah motor 1-fasa jenis TPG GV-15-0090-5A. Motor ini memiliki spesifikasi seperti Tabel 1. Spesifikasi motor ini nantinya dibandingkan dengan pembebanan motor untuk menganalisa kesesuaian pemilihan motor.

Tabel 2. Perbandingan Pembebanan Aktuator Pintu dan Spesifikasi Aktuator Pintu AC-1 fasa jenis TPG-GV-15-0090-5A

Kategori	Pembebanan Aktuator Pintu	Spesifikasi Aktuator Pintu
Daya	42,94 W	90 W
Tegangan	220VAC	220VAC

Tabel 2 menjelaskan mengenai tabel perbandingan spesifikasi aktuator pintu dan juga pembebanan maksimal pada peenggerak pintu . Tabel 2 menjelaskan bahwa dengan melihat perbandingan pembebanan maksimal dengan spesifikasi aktuator pintu dapat menggerakkan pintu pada pembebanan maksimal. Pintu dengan dimensi 2500 mm dengan tinggi 270 mm dapat *support* dimensi rak.

3.2. Pengaruh Gerakan Pintu terhadap Gerakan Rak

Tabel 3. Spesifikasi Relay

Omron MY4	
Tegangan Koil	24 VDC
Tegangan Max Kontak	250 V
Arus Max Kontak	3 A
Kontak NO	4
Kontak NC	4

Kendali aktuator pintu menggunakan *relay* dengan spesifikasi dapat dilihat pada Tabel 3. *Relay* yang digunakan yaitu *relay* Omron MY4. *Relay* ini dapat aktif ketika kumparan mendapat tegangan 24VDC. *Relay* Omron MY4 memiliki 4 kontak NO yang dapat mengalirkan tegangan maksimal sebesar 250 VAC dan arus max 3A

Tabel 4. Perbandingan Spesifikasi Relay Omron MY4 24VDC dan kebutuhan motor AC-1 fasa jenis TPG-GV-15-0090-5A

Kategori	Kebutuhan motor AC-1 fasa jenis TPG-GV-15-0090-5A	Spesifikasi kontak Relay Omron MY4 24VDC
Arus	0,9A	3 A
Tegangan	220VAC	250VAC

Tabel 4 merupakan tabel perbandingan yang menjelaskan mengenai perbandingan kebutuhan kendali aktuator pintu dengan spesifikasi *relay* sebagai kendali. arus dan tegangan pada kebutuhan motor AC-1 fasa jenis TPG-GV-15-0090-5A menunjukkan angka lebih besar dari spesifikasi kontak pada relay maka *relay* bisa *overheat* atau panas berlebih yang menyebabkan kontak pada *relay* rusak. Arus dan tegangan pada motor AC-1 fasa jenis TPG-GV-15-0090-5A menunjukkan angka yang tidak lebih besar

dari spesifikasi *relay*. Analisa yang dilakukan pada sub bab ini, dapat disimpulkan bahwa *relay* Omron MY4 24VDC memenuhi kebutuhan *Integrated Storage System* sebagai kontrol motor AC-1 fasa jenis TPG-GV-15-0090-5A.

3.3. Mekanisme Program PLC untuk Gerakan Pintu

Tabel 5. Memori PLC dan HMI untuk Proses pergerakan pintu

No	Alamat	Comment pada PLC	Keterangan
1	MB	Memori Input Area Sensor	Memori PLC
2	MD	Memori Input Sensor limit pintu tutup	Memori PLC
3	MF	Memori Input Sensor Limit Pintu Buka	Memori PLC
4	D0	Memori Nilai Posisi Rak Riil	Memori PLC
5	D1	Memori Nilai Input Nomor Rak Tujuan	Input HMI PLC
6	M106	Memori Syarat D0=D1	Memori PLC
7	M400	Memori Set/Reset Syarat D0 = D1	Memori PLC
8	M401	Memori Input HMI pintu buka	Memori PLC
9	M402	Memori Input HMI pintu tutup	Memori PLC
10	M405	Memori Hold Sensor Area	Memori PLC
11	M204	Memori Pengaktifan Output Y4	Memori PLC
12	M206	Memori Pengaktifan Output Y6	Memori PLC
13	T0	Timer Pengaktifan Pintu Membuka	Memori PLC
14	T1	Timer Pengaktifan Pintu Menutup	Memori PLC

Tabel 5 merupakan tabel penjelasan mengenai memori pada *PLC HMI*. Tabel 5 juga berisikan keterangan memori yang digunakan. Program ini berfungsi untuk mengaktifkan gerakan membuka dan menutup pada pintu

Tabel 6. Memori PLC dan HMI untuk Proses Pergerakan Pintu

M400	M402	M401	MD	MB	MF	T0	T1	M206	M204
ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	ON
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF
ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF
ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

Tabel 6 merupakan tabel kebenaran memori *PLC* dan *HMI* proses pergerakan pintu. Tabel 6 berfungsi untuk membandingkan memori yang mana yang akan aktif. Program ini memastikan bahwa pintu hanya dapat bergerak ketika aktuator motor dalam keadaan mati. Program ini juga memastikan tidak ada tabrakan antara gerakan membuka dan menutup pada aktuator pintu.

4. KESIMPULAN

Pengujian dan analisis yang telah dilakukan menghasilkan beberapa kesimpulan utama. Kesimpulan ini didapatkan dari pembahasan gerakan pintu. Kesimpulan tersebut adalah :

- Gerakan pintu hanya dapat bergerak ketika aktuator rak dalam keadaan tidak aktif
- Pintu dapat berfungsi dengan pembebanan maksimal karena integrasi satu sama lain antara komponen motor, komponen elektrik pengendali, *program PLCHMI*, dan *wiring*.

Pengujian ini membuktikan bahwa penggerak pintu telah memenuhi kebutuhan yang diperlukan pada pembebanan maksimal. Gerakan pintu dapat bergeak membuka dan menutup. Kondisi ini tercapai dengan penggunaan alamat-alamat pada program *PLCHMI*.

DAFTAR PUSTAKA

- Mohammad, K. F. H. (2016). Development of Automated Storage and Retrieval System (ASRS) for Flexivle Manufacturing System (FMS). Malaysia: Universitas Kuala Lumpur British Malaysian.
- Sagar, W. R., & Kane, V. A. (2014). A Review on Automated Storage & Retraival System (ASRS). India: Internation Journal of Research In Aeronautical and Mechanical Engineering. M.I.T. Aurangabad.