

PENGERAK RAK PADA INTEGRATED STORAGE SYSTEM

Pandu Muktiarsa¹, 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 System* 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.

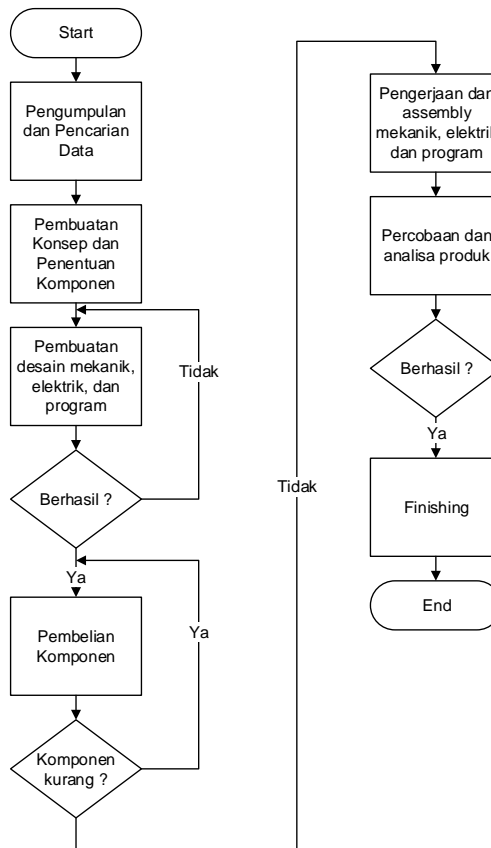
Integrated Storage System terdiri dari 2 sistem gerakan utama yaitu gerakan rak dan gerakan pintu. Rak yang berjumlah 14 digerakkan oleh aktuator motor WEG POLYREX EM-ESSO yang membutuhkan tegangan sebesar 380 V. Sistem kendali pada *Integrated Storage System* menggunakan komponen elektrik dan program *PLC* sebagai pengendali motor WEG POLYREX EM-ESSO supaya 14 rak dapat bergerak dengan arah gerakan naik dan turun. Komponen elektrik yang digunakan yaitu *relay* dan kontaktor. *Relay* berperan untuk mengaktifkan koil pada kontaktor sehingga kontaktor dapat mengalirkan arus yang berasal dari sumber listrik 3 fasa untuk mengaktifkan aktuator rak.

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

2.2.



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.

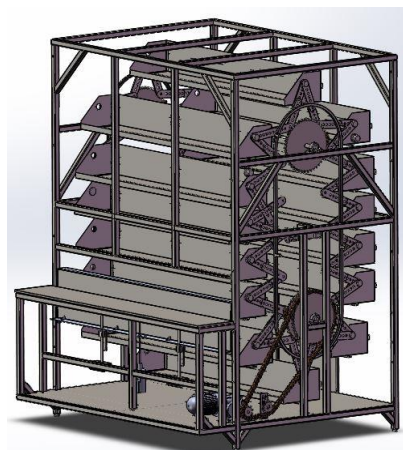
2.3. Tinjauan Pustaka

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 Autoamted 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))

2.4. Metode Penelitian

Rak pada *Integrated Storage System* digerakkan oleh motor induksi 3 fasa yang menggunakan *gear ratio* untuk menurunkan kecepatan putaran dari motor induksi 3 fasa. Putaran kemudian disalurkan menggunakan *chain* dan *sprocket* supaya dapat digunakan untuk menggerakkan 14 rak pada *Integrated Storage System*. Rak dapat bergerak ketika kondisi pintu sudah dalam keadaan menutup maksimal dan ketika operator sudah memasukkan nomor tujuan dari rak yang kemudian menekan tombol untuk aktivasi tujuan. Rak berhenti ketika nomor tujuan sudah sesuai dengan posisi *real* dari rak yang dapat terbaca menggunakan *photoelectric sensor*. Rak memiliki dimensi panjang 2200 mm, lebar 400 mm dan tinggi 273 mm.



Gambar 2. Susunan Rak pada *Integrated Storage System*

Motor 3 fasa berfungsi sebagai penggerak utama untuk 14 rak. Pemilihan motor 3 fasa memerlukan perhitungan untuk mengetahui daya yang diperlukan untuk pembebanan maksimal. Perhitungan yang diperlukan dapat dilihat pada penjelasan berikut.

a. Perhitungan $F_{tension}$

Perhitungan $F_{tension}$ dilakukan untuk menentukan gaya tarik pada rantai. Parameter yang harus diketahui dahulu sebelum menghitung $F_{tension}$ adalah

konstanta percepatan gravitasi (g) yang bernilai $9,8 \text{ m/s}^2$ dan massa tensioner yang bernilai 10 kg . Nilai F_{tension} dapat diketahui dengan perhitungan :

$$F_{\text{tension}} = 10 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{tension}} = 98 \text{ N}$$

Rumus 1. Perhitungan F_{tension}

b. Perhitungan massa total (m)

Perhitungan massa total dilakukan untuk mengetahui massa total maksimal yang dapat dibebankan pada aktuator rak *Integrated Storage System*. Parameter yang diperlukan untuk menghitung massa total adalah m_{beban} yang disimpan yang bernilai 600 kg dan $m_{\text{beban rak}}$ yang bernilai 173 kg . Nilai massa total dapat diketahui dengan perhitungan :

$$m = 600 \text{ kg} + 173 \text{ kg}$$

$$m = 773 \text{ kg}$$

Rumus 2. Perhitungan massa total (m)

c. Perhitungan gaya total (F)

Perhitungan gaya total dilakukan untuk mengetahui gaya total yang terdapat pada rak *Integrated Storage System*. Perhitungan gaya total memerlukan beberapa parameter terlebih dahulu yang harus diketahui, yaitu F_{tension} yang bernilai 98 N , massa total yang bernilai 773 kg , konstanta percepatan gravitasi yang bernilai $9,8 \text{ m/s}^2$, dan konstanta gaya gesek yang bernilai $0,5$. Nilai gaya total dapat diketahui dengan perhitungan :

$$F = F_{\text{tension}} + m \times g \times \mu$$

$$F = 98 + 773 \times 9,8 \times 0,5$$

$$F = 3885,7 \text{ N}$$

Rumus 3. Perhitungan gaya total (F)

d. Perhitungan torsi *load* (TL)

Perhitungan ini dilakukan untuk menghitung torsi *load* pada rak *Integrated Storage System* dengan pembebanan maksimal. Nilai parameter yang perlu diketahui terlebih dahulu adalah jari-jari *sprocket* yang bernilai $0,225 \text{ m}$, efisiensi yang digunakan yaitu $0,85$, gaya total yang bernilai $3885,7 \text{ N}$, dan rasio *sprocket* yang digunakan yaitu $0,333$. Nilai torsi *load* dapat diketahui dengan perhitungan berikut.

$$TL = \frac{F \times r}{\eta} \times i$$

$$TL = \frac{3885,7 \times 0,225}{0,85} \times 0,333$$

$$TL = 342,513 \text{ Nm}$$

Rumus 4. Perhitungan torsi *load* (TL)

e. Perhitungan momen inersia (J)

Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui momen inersia pada rak dengan pembebanan maksimal. Parameter yang perlu diketahui terlebih dahulu adalah massa total yang bernilai 773 kg dan diameter *sprocket* yang bernilai $0,225 \text{ m}$. Nilai dari momen inersia dapat dihitung dengan perhitungan berikut.

$$J = m \times L^2$$

$$J = 773 \times 0,183^2$$

$$J = 25,887 \text{ kgm}^2$$

Rumus 5. Perhitungan momen inersia (J)

f. Perhitungan torsi akselerasi (TA)

Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui nilai torsi akselerasi pada rak ketika pembebanan maksimal. Perhitungan ini membutuhkan parameter yang harus diketahui terlebih dahulu yaitu kecepatan putar motor yang bernilai 20 RPM, momen inersia sistem yang bernilai 39,133 kgm², dan waktu akselerasi 3 sekon. Nilai torsi akselerasi dapat dihitung dengan perhitungan berikut.

$$TA = \frac{2\pi \times N \times J}{60 \times ta}$$

$$TA = \frac{2\pi \times 20 \times 25,887}{60 \times 3}$$

$$TA = 18,072 \text{ Nm}$$

Rumus 6. Perhitungan torsi akselerasi (TA)

g. Perhitungan torsi total (T)

Torsi total merupakan jumlah dari torsi *load* dan torsi akselerasi. Torsi ini dapat dihitung menggunakan nilai torsi *load* yaitu 27,32 Nm dan torsi akselerasi yang bernilai 369,833 Nm. Nilai torsi total dapat dihitung dengan perhitungan berikut :

$$T = TA + TL$$

$$T = 18,072 + 342,513$$

$$T = 360,586 \text{ Nm}$$

Rumus 7. Perhitungan torsi total (T)

h. Perhitungan daya (P)

Nilai daya yang dihitung dapat digunakan untuk penentuan motor yang diperlukan. Perhitungan-perhitungan sebelumnya digunakan untuk menentukan parameter yang akan digunakan untuk perhitungan daya. Parameter yang diperlukan adalah torsi total yang bernilai 369,833 Nm dan jumlah putaran per menit yang bernilai 72,5 RPM.

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

$$P = \frac{360,586 \times 2\pi \times 72,5}{60}$$

Rumus 8. Perhitungan daya (P)

i. Perhitungan *Safety Factor* (V)

Nilai *safety factor* yang digunakan pada perhitungan daya yaitu angka 2. Perhitungan daya yang telah dilakukan perlu dikali dengan angka keamanan yang bernilai 2. Nilai daya yang dibutuhkan untuk penggerak rak dapat dihitung dengan perhitungan berikut :

$$P = 2,73 \times 2$$

$$P = 5,46$$

Rumus 9. Perhitungan *safety factor* (V)

Perhitungan sebelumnya dilakukan dengan pembebanan maksimal sebesar 773 kg. Perhitungan diatas menyatakan bahwa dibutuhkan motor induksi 3 fasa dengan spesifikasi daya sebesar 5,46 kW. Spesifikasi tersebut digunakan untuk pemilihan motor induksi 3 fasa yang dapat menggerakkan rak sesuai arah gerakannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penjelasan metodologi telah menjelaskan syarat-syarat dari spesifikasi untuk aktuator rak dan spesifikasi komponen kendali untuk aktuator rak. Syarat-syarat tersebut harus menjadi bagian dari perancangan program yang mengatur gerakan rak supaya dapat bergerak naik dan turun dengan pembebanan maksimal.

3.1. Mekanisme Penggerak Rak

Tabel 1. Perbandingan Kebutuhan dengan Spesifikasi Motor WEG POLYREX EM-ESSO

	Pembebanan	TYRONE S003188484
Tegangan	380 V	380 V
Daya	5,46 kW	5,5 kW

Tabel 1 menjelaskan kebutuhan aktuator untuk penggerak rak pada *Integrated Storage System*. Motor induksi 3 fasa menggunakan merk WEG POLYREX EM-ESSO. Motor WEG POLYREX EM-ESSO dipilih karena mampu menggerakkan rak. Motor induksi 3 fasa memiliki spesifikasi tegangan yang dibutuhkan yaitu sebesar 380 V dirangkai secara delta dan memiliki daya 5,5 kW.

Tabel 2. Perbandingan Kebutuhan dengan Spesifikasi Kontaktor Schneider LC1DT25

	WEG POLYREX EM-ESSO	Schneider LC1DT25
Tegangan	380 V	380 V
Arus	6,63 A	25 A

Tabel 2 menjelaskan kebutuhan kontaktor supaya dapat mengaktifkan aktuator rak. Kontaktor yang digunakan yaitu kontaktor *Schneider LC1DT25* dengan spesifikasi arus maksimal yang dapat dilewatkan sebesar 25 A. Kontaktor Schneider LC1DT25 memiliki 5 kontak NO dan 1 kontak NC yang dapat mengalirkan arus dari sumber tegangan 380 V.

Tabel 3. Perbandingan Kebutuhan dengan Spesifikasi Relay Omron MY4

	Schneider LC1DT25	Omron MY4
Tegangan Koil	220 V	24 VDC
Tegangan Max Kontak	380 V	250 V

Tabel 3 menjelaskan kebutuhan *relay* supaya dapat mengaktifkan koil kontaktor. *Relay* yang digunakan yaitu *relay* Omron MY4 yang dapat aktif ketika kumparan mendapat tegangan 24 VDC. *Relay* Omron MY4 memiliki 4 kontak NO dan 4 kontak NC yang dapat mengalirkan arus yang berasal dari sumber tegangan 220 V. *Relay* Omron MY4 dipilih karena kontak pada *relay* dapat menyalurkan arus yang berasal dari sumber tegangan 220 V untuk mengaktifkan koil kontaktor.

3.2. Mekanisme Program PLC untuk Gerakan Rak

Tabel 4. Tabel Kebenaran Program PLC

M102	M103	M104	M105	M350	M351
ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON
OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF

Tabel 4 merupakan tabel kebenaran yang menjelaskan mengenai program yang digunakan untuk memberikan perintah supaya komponen kendali dapat mengaktifkan aktuator rak. Tabel 4 menjelaskan bahwa memori M102 dan M105 merupakan *set* atau *reset* gerakan rak naik, memori M103 dan M104 merupakan *set* atau *reset* gerakan rak turun. M350 dan M351 merupakan memori untuk *output PLC* sehingga *PLC* dapat memberi perintah untuk komponen kendali aktuator.

Tabel 5. Memori PLC

No	Alamat	Comment	Keterangan
1	M102	Memori D2>0 & D2<8	Memori PLC
2	M103	Memori D2>0 & Memori D2>7	Memori PLC
3	M104	Memori D2<0 & Memori D2>-7	Memori PLC
4	M105	Memori D2<0 & Memori D2<-6	Memori PLC
5	M350	Memori <i>Set</i> Hitungan Naik	Memori PLC
6	M351	Memori <i>Set</i> Hitungan Turun	Memori PLC

4. KESIMPULAN

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

- Rak dapat aktif menggunakan aktuator motor WEG POLYREX EM-ESSO.
- Aktuator WEG POLYREX EM-ESSO dapat aktif menggunakan komponen kendali kontaktor Schneider LC1DT25 dan *relay* Omron MY4.
- Relay* Omron MY4 dapat aktif ketika mendapat perintah dari *PLC*

Pengujian ini membuktikan bahwa motor penggerak rak dapat berfungsi sesuai dengan sistem rancangan yang telah dibuat. Aktuator mampu menggerakkan rak sesuai dengan arah gerakan naik dan turun sehingga rak dapat menuju posisi tujuan yang diperintah oleh operator. 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.