

TUGAS AKHIR

Perancangan Alat Pemasang Karton Box pada Lini Produksi Lemari Es dan Show case

**Diajukan Guna Melengkapi Sebagian Syarat
Dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)**



Disusun Oleh :

Nama : Jhony Abdurrahim Abdjul
NIM : 4130412-044
Program Studi : Teknik Mesin

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2007**

LEMBAR PENGESAHAN

Perancangan Alat Pemasang Karton Box pada Lini Produksi Lemari Es dan Show case



Disusun Oleh :

Nama : Jhony Abdurrahim Abdjul
NIM : 4130412-044
Program Studi : Teknik Mesin

Pembimbing

Mengetahui
Koordinator TA

(Ir.Rully Nutranta M.Eng)

(Nanang Ruhyat, ST.MT)

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Jhony Abdurrahim Abdjul

NIM : 4130412-044

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah saya yang berjudul "Perancangan Alat Pemasang Karton Box Pada Lini Produksi Lemari es dan Showcase" adalah benar-benar hasil karya saya sendiri dan tidak menjiplak karya dari orang lain

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, Desember 2007

Yang menyatakan

(Jhony Abdurrahim Abdjul)

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Allah swt karena atas kehendak Nya lah perancangan mesin ini dapat dilaksanakan di sela berbagai kesibukan antara kerja dan keluarga.

Pada kesempatan ini saya hendak menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir.Rully Nutranta M.Eng sebagai dosen, ketua jurusan dan dosen pembimbing yang banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Segenap staff UMB yang membantu dalam pengurusan berbagai hal administrasi selama menjalani kuliah di UMB.
3. Rekan-rekan kuliah yang telah membantu dan berdiskusi dalam berbagai persoalan perkuliahan dan juga dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Isteri dan anak-anak yang dengan kebesaran jiwa mendampingi dan memberikan support selama proses perkuliahan sampai selesainya tugas akhir ini
5. Berbagai kalangan yang baik langsung ataupun tidak yang tidak dapat disebut satu-persatu yang telah memberikan support dan ide-ide sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Akhirnya dengan penuh kerendahan hati saya mengharapkan masukan dari berbagai pihak sebagai bahan koreksi atas kekurangan-kekurangan yang terdapat dalam tugas akhir ini yang akan menjadikan perbaikan-perbaikan kelak dikemudian hari.

Bekasi, Desember 2007

Penulis.

ABSTRAKSI

Tugas akhir

Perancangan alat Pemasang Karton Box Pada Lini Ptduksi Lemari Es dan Showcase

Alat pemasang karton box unit lemari es dan showcase ini memiliki fungsi membantu untuk memasang karton box pada unit lemari es dengan cepat dan tepat serta mekanisme lebih stabil karena tidak dipengaruhi mood dan kelelahan seperti kalau menggunakan tenaga manusia. Alat ini sangat efektif digunakan untuk memasang karton box berukuran besar karena dalam hal ini tenaga manusia akan kesulitan dari segi posisi pemasangan, berat beban dan kestabilan kerja karena umumnya dilini manufacturing proses pemakingan membutuhkan waktu yang relatif cepat dan stabil. Perancangan ini menggunakan metodologi VDI 2221 dan mekanisme yang dipilih pada perancangan pembuatan alat ini adalah dengan menggunakan penggerak pneumatik dengan siklus : mengambil karton – mengangkat – membuka karton – menempatkan posisi (dengan memutar) - memasang pada unit.

Dengan menggunakan alat ini proses pemasangan karton box pada lini produksi lemari es dan showcase dapat dilakukan dengan stabil dan waktu yang relatif singkat.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAKSI	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Permasalahan	1
Tujuan	2
Sistematika Perancangan	2
Batasan masalah	3
Metodologi Perancangan	3
Sistematika penulisan	4
II. LANDASAN TEORI	5
Metode VDI 2221	5
2.1.1. Tujuan VDI 2221.....	5
2.1.2. Langkah kerja VDI 2221.....	6
2.2. Pneumatic	7
2.2.1. Kompresor	8
2.2.2. Unit pemeliharaan	8
2.2.2.1. Filter Udara	8
2.2.2.2. Pressure regulator	9
2.2.2.3. Lubrikoator	9
2.2.3. Valve	10
2.2.4. Aktuator	10
2.3. Perhitungan kemampuan angkat dengan sistem Vacuum	11
2.3.1. Mengangkat dengan memegang bagian atas benda kerja	11

2.3.2. Mengangkat dengan memegang bagian samping benda kerja	11
2.4. Analisa pembebanan.....	12
2.4.1. Beban dan tegangan	12
2.4.2. Momen Inersia (I)	16
2.5. Gesekan	16
III. PERANCANGAN PRODUK	19
3.1. Prinsip kerja sistem	19
3.1.1. Gambaran Umum	19
3.2. Daftar Kehendak	23
3.3. Kalsifikasi daftar kehendak	25
3.4. Struktur fungsi	26
3.4.1. Base (basis konstruksi yang terikat ke lantai)	26
3.4.2. Bearing Housing	26
3.4.3. Housing cover	27
3.4.4. Shaft (As)	27
3.4.5. Shaft holder	27
3.4.6. Pillar	28
3.4.7. Slider Block	28
3.4.8. Fix arm	28
3.4.9. Moving arm	29
3.4.10. Pad holder	30
3.4.11. Vacuum Pad	31
3.4.12. Axial Bearing	31
3.4.13. Radial Bearing	32
3.4.14. Bearing lock	32
3.4.15. Baut dan mur	32
3.4.16. Moving arm cylinder	33
3.4.17. Sliding arm cylinder	33
3.4.18. Linier motion system	33
3.4.19. Rotary actuator	34
3.4.20. Motor	34
3.4.21 Rantai (chain)	34
3.4.22. Gear	35
3.4.23. Kopling	35
3.4.23. Motor/ actuator frame	36
3.5. Prinsip Solusi	37
3.6. Varian Prinsip Solusi	48
3.7. Jalur varian prinsip solusi	55

3.8. Evaluasi	64
3.9. Varian yang dipilih	67
IV. PERHITUNGAN DAN ANALISA.....	68
Perhitungan berat komponen	68
Pilar	68
Lengan tetap (fix arm).....	69
Lengan bergerak (moving arm).....	69
4.1.3.1. Arm Support	70
4.1.3.2. Arm	71
4.1.3.3. Sliding Arm	72
4.1.3.4. Pin	73
Pad holder.....	74
Blok Slider.....	75
Berat Poros.....	75
Berat linier, motion rel dan block.....	76
Perhitunan pembebanan	76
Pilar.....	77
Blok Slider.....	77
Fix dan moving arm.....	78
Pad holder.....	79
Vacuum pad dan karton box.....	79
Pemilihan ukuran vacuum pad	80
Pemilihan linier motion rail dan block	81
Linier motion pada slider block.....	81
Linier motion pada moving arm.....	83
Pemilihan bearing	84
Pemilihan rotary aktuator	87
Pemilihan motor untuk proses angkat.....	88
Pemilihan silinder pnumatik untuk moving arm	90
4.8.1. Silinder untuk gerak putar	90
4.8.2. Silinder untuk gerakan linier pada sliding arm	92
4.9. Perhitungan baut	93
4.9.1. Baut pengikat arm ke slider block	93
4.9.2. Baut pengikat pad holder ke arm/ slider arm	94
V. KESIMPULAN DAN PENUTUP	95
VI. DAFTAR REFERENSI.....	96
VII. LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	: Sistematika Perancangan	2
Gambar 2.1	: Hukum Pascal	7
Gambar 2.2	: Kompresor	8
Gambar 2.3	: Filter udara	8
Gambar 2.4	: Pressure Regulator	9
Gambar 2.5	: Lubrikator	9
Gambar 2.6	: Unit pemeliharaan	9
Gambar 2.7	: Valve	10
Gambar 2.8	: Aktuator	10
Gambar 2.9	: Mengangkat dengan memegang bagian atas benda Kerja	11
Gambar 2.10	: Mengangkat dengan memegang bagian samping Benda kerja	11
Gambar 2.11	: Klasifikasi beban berdasar lokasi dan metode Aplikasi	15
Gambar 2.12	: Gaya gesekan (a) las rolling (b) sliding	17
Gambar 3.1	: Gambaran umum proses 1	20
Gambar 3.2.	: Gambaran umum proses 2	21
Gambar 3.3.	: Gambaran umum proses 3	22
Gambar 4.1.	: Pillar	68
Gambar 4.2.	: Lengan tetap	69
Gambar 4.3.	: Moving arm	70
Gambar 4.4.	: Arm Support	70
Gambar 4.5.	: Arm	71
Gambar 4.6.	: Sliding Arn	72
Gambar 4.7.	: Pad holder	73
Gambar 4.8.	: Blok Slider	74
Gambar 4.6.	: Sliding Arn	75
Gambar 4.7.	: Perhitungan Blok slider.....	77
Gambar 4.8.	: Linier motion pada blok slider	81
Gambar 4.9.	: Moving arm	83

1. Series ZPT. Vertical Vacuum Entry without Buffer
2. Series CRQ2. Model Selection
3. Moment Inertia calculation examples
4. Gearmotor with brake G3 Series 1-Phase 100W
5. Friction coefficient
6. Air Cylinder Technical Data. Selection of Bore Size
7. Arm Suport
8. Puller
9. Bearing Housing
10. Pad Holder
11. Fix Arm
12. Vacuum Pad
13. Shaft Holder
14. Arm (Moving)
15. Sliding Arm
16. Pillar
17. Shaft
18. Slider Block
19. Base
20. Housing Cover
21. Gambar varian terpilih

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proses pemasangan karton box pada lini produksi lemari es dan showcase saat ini masih dilakukan secara manual. Untuk unit lemari es atau showcase yang besar harus dilakukan oleh dua orang karena posisi barang yang cukup tinggi. Operatorpun harus berdiri di tempat yang minimal sejajar dengan tinggi conveyer. Hal ini menjadikan suatu keterbatasan dan butuh waktu proses yang relatif lama untuk melakukannya. Sedangkan untuk tingkat produktivitas yang tinggi, proses ini harus diselesaikan dengan waktu siklus sekitar 25 detik. Untuk mengatasi hal ini maka penulis mencoba untuk merancang suatu alat yang dapat menggantikan tenaga operator untuk proses diatas dengan efisiensi yang cukup tinggi dan waktu siklus yang pendek. System ini menggunakan system pneumatic dan untuk fungsi kontrol yang lebih optimal dapat menggunakan kontrol PLC.

1.2. Permasalahan

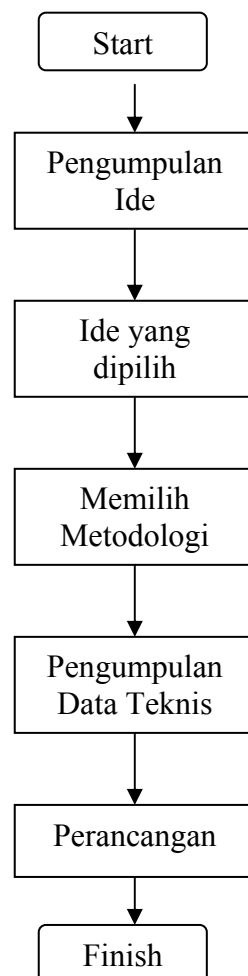
Bagaimana merancang alat pemasang karton box yang efisien dan efektif Dalam arti mempunyai keakuratan fungsi yang baik dan siklus kerja yang pendek.

1.3. Tujuan

Tujuan perancangan ini adalah sebagai tugas akhir untuk memenuhi persyaratan ujian kesarjanaan dan untuk merancang suatu alat yang efisien dan efektif untuk dapat membantu proses pemasangan karton box pada produksi lemari es dan showcase.

1.4. Sistematika Perancangan

Guna lebih mengarahkan perancangan, maka terlebih dahulu perlu disusun sistematikanya seperti yang diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 1.1 . Sistematika Perancangan

1.5. Batasan masalah

Untuk membatasi ruang lingkup penulisan tugas akhir ini perlu diambil batasan pembahasan sebagai berikut :

- Perancangan dan pemilihan komponen baik yang khusus ataupun standard yang tepat untuk system. Untuk sebagian komponen standard pemilihan berdasarkan data-data yang tertera pada katalogue yang telah tersedia.
- Mekanisme yang tepat
- Perhitungan pembebanan yang sesuai dengan fungsi yang diinginkan

1.6. Metodologi Perancangan

Metodologi perancangan yang dipakai adalah metodologi VDI 2221 dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1.6.1. Menentukan daftar kehendak
- 1.6.2. Klasifikasi daftar kehendak
- 1.6.3. Struktur fungsi
- 1.6.4. Prinsip solusi
- 1.6.5. Varian prinsip solusi
- 1.6.6. Jalur variasi prinsip solusi
- 1.6.7. Kesimpulan varian terpilih

1.7. Sistematika penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

a. Bab I : Pendahuluan

Bab ini membahas hal-hal yang melatarbelakangi penulisan tugas akhir, permasalahan yang dihadapi, tujuan perancangan, manfaat perancangan serta batasan permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini.

b. Bab II : Landasan Teori

Bab ini membahas teori yang mendasari perancangan mesin serta perhitungan-pehitungannya.

c. Bab III : Perancangan

Bab ini membahas langkah proses perancangan dengan metodologi yang digunakan

d. Bab IV : Perhitungan dan analisa

Bab ini membahas perhitungan elemen-elemen mesin penyusun alat pemasang karton box pada unit lemari es untuk penentuan bahan, konstruksi dan dimensi yang sesuai.

e. Bab V : Kesimpulan

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dalam perancangan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Metoda VDI 2221

yaitu pendekatan sistematik terhadap desain untuk sistem teknik dan produk teknik yang dijabarkan oleh G. Pahl dan W Beitz (VDI = Verein Deutscher Ingenieure / Persatuan Insinyur Jerman).

2.1.1. Tujuan VDI 2221

Ketepatan-gunaan dan efektivitas merupakan syarat utama dalam mendesain suatu produk. Berbagai macam kebutuhan harus disesuaikan terhadap kondisi perusahaan / pabrik / publik yang meminta jasa produk tersebut, situasi pasar dan perkembangan teknologi. Ketiga macam kebutuhan itulah yang dapat diatasi oleh suatu metoda yang disebut VDI 2221. Metoda VDI 2221 terdiri dari 7 langkah desain yang memudahkan seorang insinyur mewujudkan idenya secara efisien dan sistematis. Kelebihan dari metoda ini juga karena tidak terikat pada cabang industri tertentu. Tujuan lain yang ingin dicapai adalah untuk merumuskan dan mengarahkan berbagai macam metoda desain yang berkembang akibat pesatnya kegiatan riset. Dengan metoda ini diharapkan seorang insinyur dapat dengan cepat menguasai sistematika perancangan tanpa harus belajar secara detail.

2.1.2.Langkah kerja VDI 2221

Secara keseluruhan langkah kerja pada metoda ini terdiri dari 7 tahap yang dikelompokkan pada 4 fase yaitu :

1. Penjabaran tugas (Clasification of tasks)

Meliputi pengumpulan informasi mengenai permasalahan dan kendala-kendala yang dihadapi. Kemudian disusun suatu daftar persyaratan mengenai rancangan yang akan kita buat.

2. Penentuan konsep rancangan (Conceptual design)

Meliputi tiga langkah kerja yaitu :

- a. Menentukan fungsi dan strukturnya
- b. Mencari prinsip solusi dan strukturnya
- c. Menguraikan menjadi varian yang dapat direalisasikan

3. Perancangan wujud (Embodiment design)

Pada tahap ini dimulai dengan menguraikan rancangan kedalam modul-modul yang diikuti oleh desain awal dan desain jadi.

4. Perancangan rinci (Detail Design)

Tahap ini merupakan proses perancangan dalam bentuk gambar dalam arti gambar yang tersusun dan gambar detail termasuk daftar komponen, spesifikasi bahan, toleransi dan lainnya. Pada tahap ini semua pekerjaan didokumentasikan sehingga pembuatan produk dapat dilaksanakan oleh operator atau insinyur lain yang ditunjuk.

2.2. Pneumatik

Sistem pneumatik adalah sistem yang memanfaatkan udara bertekanan untuk menghasilkan gaya dan gerak. Hukum yang berlaku adalah Hukum Pascal yang mengatakan bahwa tekanan pada fluida static akan diteruskan kesegala arah dengan besar yang sama.

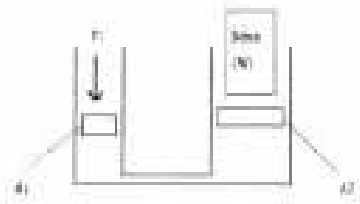
$$F = P \cdot A$$

$$P = F/A$$

Dimana : F = Gaya (N)

P = Tekanan (mPa)

A = Luas permukaan (m²)



Gambar 2.1 . Hukum Pascal

Hukum Pascal dapat ditulis :

$$\underline{F1} = \underline{F2}$$

$$A1 = A2$$

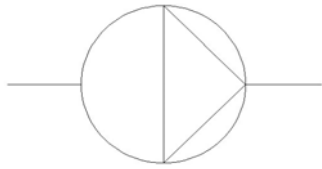
Dimana : F1 = Gaya yang dihasilkan piston 1

A1 = Luas penampang piston 1

A2 = Luas penampang piston 2

Beberapa komponen pneumatic yang digunakan pada sistem pneumatic secara umum diantaranya adalah :

2.2.1. Kompresor



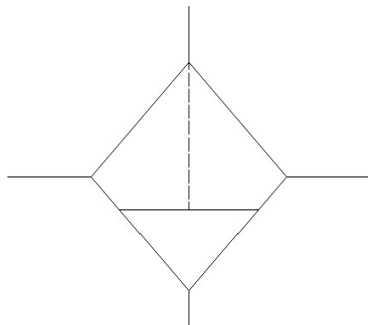
adalah komponen pneumatic yang berfungsi menghasilkan udara bertekanan.

Gambar 2.2. Simbol Kompresor

2.2.2. Unit Pemeliharaan

Rangkaian unit ini sering disebut dengan Air Service Unit (ASU) atau Filter Regulator Lubricator (FRL). Tiga komponen penyusun utama beserta fungsinya yaitu :

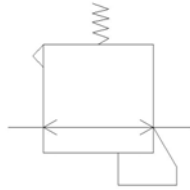
2.2.2.1. Filter Udara



Gambar 2.3. Filter Udara

Adalah komponen pneumatic yang berfungsi untuk mengikat uap air dalam sistem pneumatik.

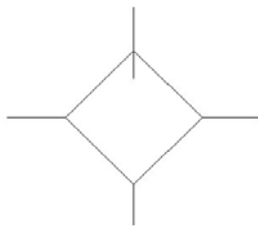
2.2.2.2 Pressure Regulator



Gambar 2.4. Pressure Regulator

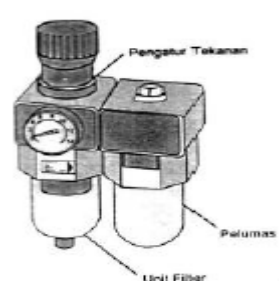
Adalah komponen pneumatik yang berfungsi untuk mengatur besar tekanan kerja dan menjaga kestabilan tekanan kerja.

2.2.2.3. Lubrikator



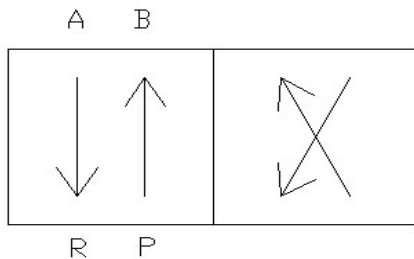
Gambar 2.5. Lubrikator

Adalah komponen pneumatik yang mensuplai pelumas dalam bentuk kabut pelumas yang melumasi komponen-komponen mekanis pada sistem pneumatic seperti actuator dan lain-lain.



Gambar.2.6 Unit Pemeliharaan

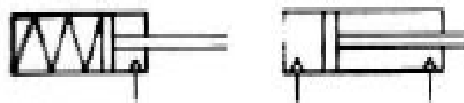
2.2.3. Valve



Gambar 2.7. Valve 4/2 (4 pole dan 2 posisi)

Komponen pneumatic yang berfungsi untuk mengontrol dan mengatur arah tekanan.

2.2.4. Aktuator



Gambar 2.8. Spring Extend dan Double Acting cylinder

Adalah komponen pneumatic yang berfungsi untuk mengubah energi tekanan menjadi energi gerak (linier/ rotasi) sesuai yang dikehendaki.

Gaya teoritis dari silinder ditentukan dengan rumus :

$$F_{th} = P \times A \times \eta$$

Dimana,

F_{th} = gaya piston teoritis (N)

P = Tekanan (Pa)

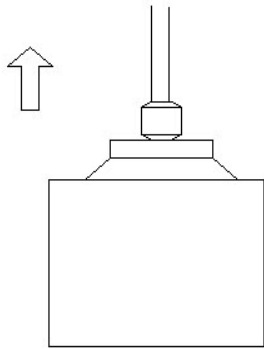
A = Luasan piston (m^2)

η = Rasio beban

2.3. Perhitungan kemampuan angkat dengan sistem Vacuum

Dua pilihan mendasar untuk sistem angkat menggunakan sistem vacuum adalah :

2.3.1. Mengangkat dengan memegang bagian atas benda kerja.



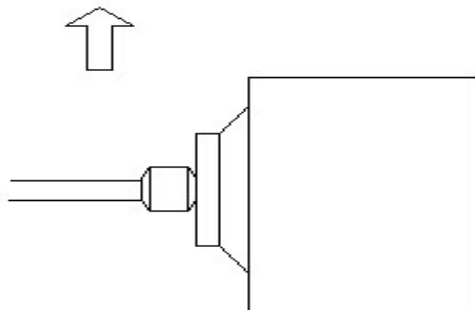
Gambar.2.9. Mengangkat dengan memegang bagian atas benda kerja

Untuk perhitungan factor safety-nya sehubungan dengan vacuum pad yang digunakan adalah :

Tipe standar : minimal X 2

Tipe Swivel : minimal X 4

2.3.2. Mengangkat dengan memegang bagian samping benda kerja



Gambar.2.10. Mengangkat dengan memegang bagian samping benda kerja

Untuk perhitungan factor safetynya sehubungan dengan vacuum pad yang digunakan adalah :

Tipe standar : minimal X 4

Tipe Swivel : minimal X 8

Untuk vacuum pad yang menggunakan pegas maka factor safetynya harus lebih besar dari yang diatas.

Kapasitas angkat yang diinginkan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

2.3.2.1. Sistem SI

$$W = P \times A \times 0.1 \times 1/S$$

W = Kapasitas angkat (N)

P = Derajat ke vacuuman (-kPa)

A = Luas area Pad (Cm²)

S = Safety factor

2.3.2.2. Sistem Metrik

$$W' = P'/760 \times 1.033 \times A \times 1/S$$

W' = Kapasitas angkat (Kgf)

P' = Tingkat kevacuuman (-mmHg)

A = Luas area Pad (Cm²)

S = Safety factor.

2.4. Analisa Pembebanan

2.4.1. Beban dan Tegangan

Beban yang dikenakan pada suatu material atau elemen mesin dapat dikategorikan berdasarkan waktu berlangsungnya pembebanan tersebut yaitu :

- a. Beban statis (static load), yaitu pembebanan bertahap dan kesetimbangan dapat dicapai dalam waktu yang singkat dan struktur tidak mengalami efek dinamis
- b. Beban tertahan (sustained load), adalah pembebanan yang nilainya tetap untuk waktu yang lama.
- c. Beban kejut (impact load), yaitu pembebanan yang terjadi dalam waktu yang sangat singkat.
- d. Beban siklus (cyclic load), adalah pembebanan yang bervariasi bahkan dapat Berbalik arah dan mempunyai karakter periode terhadap waktu.

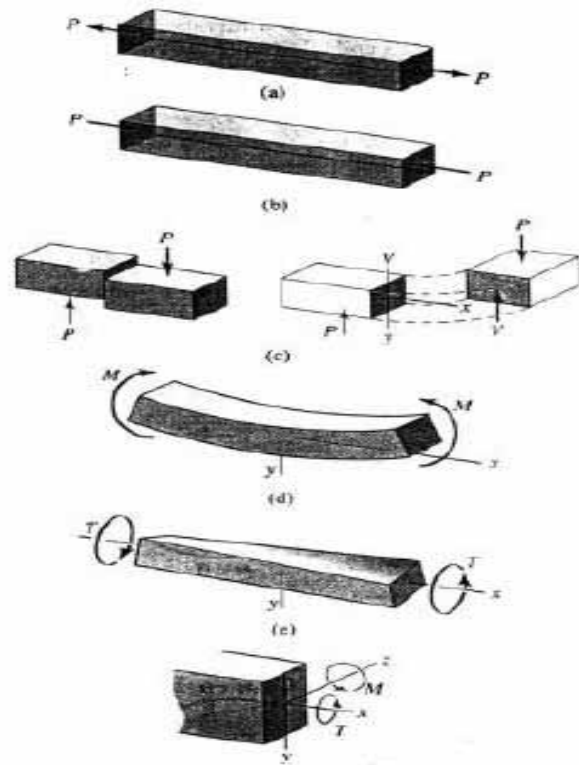
Selain itu beban dapat juga dikelompokkan berdasarkan area pembebanan yaitu :

- a. Beban ter konsentrasi (concentrated load) yaitu pembebanan dimana area beban jauh lebih kecil dari pada luasan elemen yang dibebani.
- b. Beban ter distribusi (distributed load), yaitu pembebanan yang merata keseluruh area .

Sedangkan berdasarkan lokasi dan metode aplikasi beban dapat dikelompokkan atas :

- a. Beban normal (normal load), yaitu pembebanan yang tegak lurus arah penampang Tahanan. Beban ini dapat berupa beban tarik atau beban tekan.

Beban geser (shear load) pembebanan yang searah dengan penampang tahanan.
- b. Beban Tekuk (bending load), yaitu pembebanan secara transversal terhadap Sumbu longitudinal elemen
- c. Beban puntir (torsion load), pembebanan yang terjadi karena gerak berputar.
- d. Beban kombinasi (combined load) yaitu pembebanan yang merupakan gabungan dari 2 atau lebih beban yang disebutkan sebelumnya.



Gambar 2.11 Klasifikasi beban berdasar Lokasi dan Metode Aplikasi

(a) beban tarik; (b) beban tekan; (c) beban geser; (d) beban tekuk; (e) beban puntir; (f) beban kombinasi.

Masing-masing beban yang bekerja pada suatu luasan akan mengakibatkan timbulnya tegangan, baik tegangan normal (?) maupun tegangan geser (?).

a. Beban tarik $\tau_a = T = \frac{F}{A}$

b. Beban tekan $\tau_b = c = \frac{F}{A}$

c. Beban geser $\tau_g = = \frac{F}{A}$

d. Momen Tekuk $M_b = b = \frac{MbC}{I}$

e. Momen Puntir $M = t = \frac{Tc}{J}$

Dimana :

τ_a = tegangan normal (N/m^2 ; Pa)

τ_g = tegangan geser (N/m^2 ; Pa)

F = gaya (N)

A = Luasan (m^2)

Mb= Momen tekuk (Nm)

T = Torsi (Nm)

c = jarak dari natural axis (m)

I = Inersia luasan (m^4)

J = momen tahapan polar (m^4)

2.4.2. Momen Inersia (I)

Momen inersia adalah massa dikalikan kuadrat titik berat massa ke titik putar suatu benda. Penerapan momen inersia terutama dalam hal menghitung torsi atau gaya luar yang dibutuhkan untuk menggerakkan berat mekanisme itu sendiri. (*Dinamika dan mekanika, Suharto, 1991 hal.28*)

a. Momen inersia sebuah batang dengan panjang l dari sumbu putar adalah

$$I = m \cdot l^2/3 \text{ (kg.m}^2\text{)}.$$

b. Momersia sebuah bidang dengan luas a x b dengan titik berat sejauh l dari

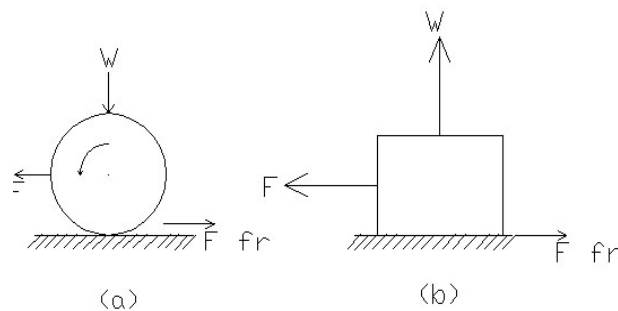
sumbu putar adalah $I = m \cdot (a^2+b^2)/12 + m \cdot l^2 \text{ (kg.m}^2\text{)}$

e. Momen inersia dari sebuah bidang berbentuk silinder dengan diameter D

sejauh l dari sumbu putar adalah $I = m \cdot D^2/8 + m \cdot l^2 \text{ (kg.m}^2\text{)}$

2.5. Gesekan

Friksi/ gesekan dapat dilihat sebagai gaya yang melawan gerakan relatif antar permukaan yang bersinggungan. Dua pembagian utama dari gesekan yaitu sliding dan rolling. Gesekan rolling melibatkan permukaan yang non-konformal sedangkan permukaan sliding adalah konformal.



Gambar. 2.12. Gaya gesekan dalam (a) rolling dan (b) sliding

Pada kedua macam gesekan dibutuhkan gaya tangensial F agar elemen bagian atas dapat bergerak terhadap elemen bagian bawah yang tetap, yaitu yang besarnya sebanding dengan gaya gesek Ffr yang ditimbulkan akibat kontak antar dua permukaan tersebut. Perbandingan antara gaya yang dibutuhkan dengan gaya normal elemen W disebut koefisien gesekan.

$$\mu = \frac{F}{W}$$

Nilai dari koefisien gesek untuk beberapa material di tunjuk pada lampiran1. Gesekan dapat diperkecil dengan menggunakan material rendah gesekan atau engan memberikan pelumasan pada permukaan. Dengan mengurangi gesekan yang terjadi maka keausan dan panas yang

terjadi juga akan berkurang, sehingga usia dari elemen mesin dapat menjadi lebih lama.

Tiga hukum gesekan (Hamrock, 1999, p.338) yaitu :

1. Gaya gesek sebanding besarnya dengan gaya normal yang terjadi.
2. Gaya gesek tidak bergantung pada luasan permukaan kontak dan tidak bergantung pada ukuran elemen.
3. Gaya gesek tidak bergantung pada kecepatan sliding.

Dua hukum yang pertama berlaku untuk material logam yang saling bergesekan namun tidak berlaku apabila yang bergesekan adalah material polimer. Gaya gesek yang dibutuhkan untuk memulai menggerakkan benda adalah lebih besar dari pada gaya yang dibutuhkan untuk mempertahankan gerakan, jadi koefisien gesek statis lebih besar dari pada koefisien gesek dinamis. Saat setelah bergerak, tidak bergantung pada kecepatan gerak benda.

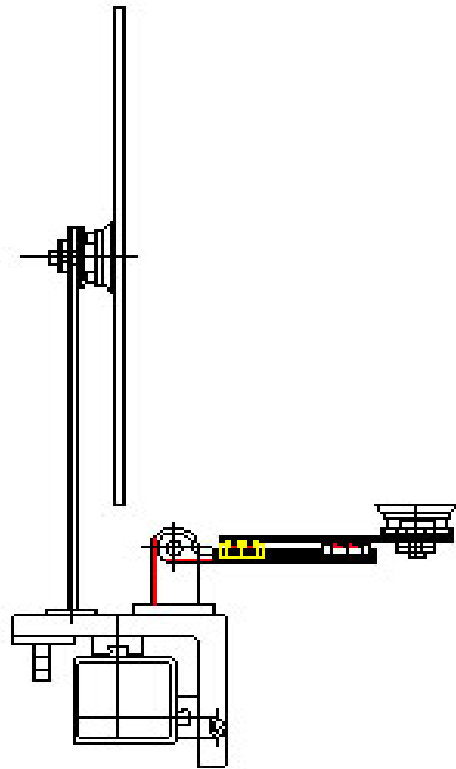
BAB III

PERANCANGAN PRODUK

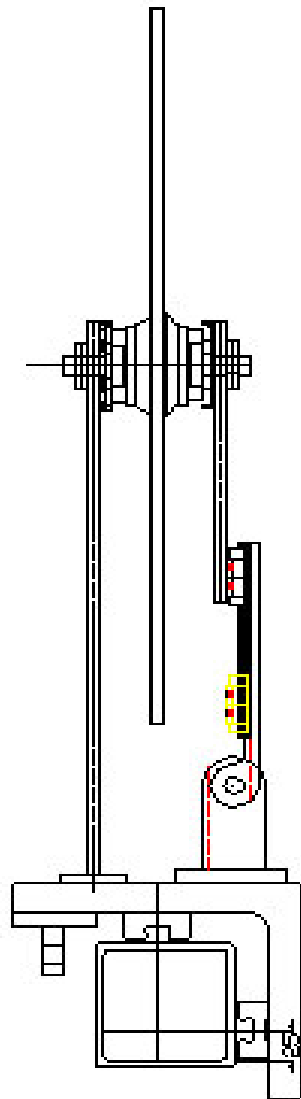
3.1. Prinsip kerja sistem.

3.1.1. Gambaran Umum

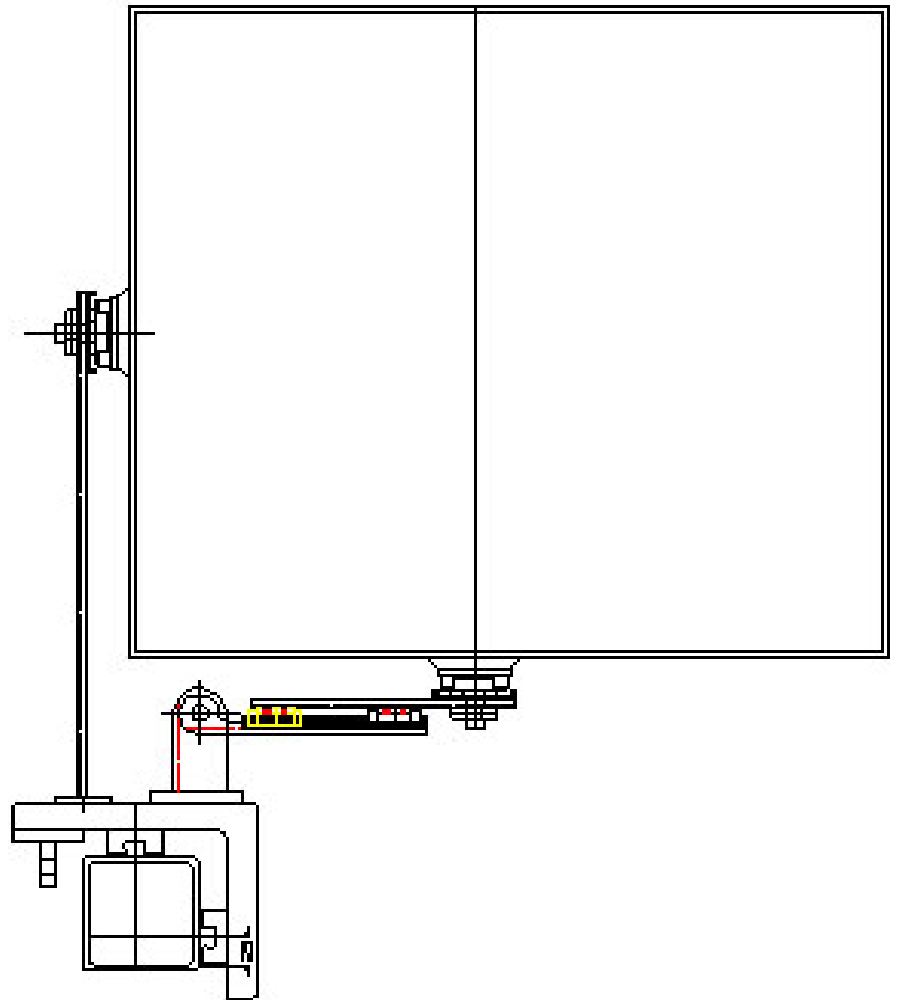
Home position (Posisi awal) system berada di bagian teratas dengan posisi vacuum pad pada lengan tetap sejajar dengan tumpukan karton box dan lengan bergerak pada posisi 90° terhadap lengan tetap. Ketika unit lemari es atau showcase datang sistem turun keposisi terbawah dan vacuum pad pada lengan tetap memegang karton box dengan proses pemakuman (gbr.3.1). Setelah tingkat kevacuman tercapai, sistem naik keposisi tertinggi dan pada saat mencapai posisi tertinggi, lengan bergerak (moving) arm berputar memegang karton box dari sisi yang berseberangan dengan lengan tetap (gbr 3.2). Setelah tingkat kevacuman tercapai moving arm bergerak berputar keposisi semula dan karton box menjadi terbuka (gbr 3.3) secara bersamaan pilar berputar 90° ke kiri dan berhenti tepat diatas unit lemari es atau showcase yang akan dipasang karton box. Setelah mendapat input dari sensor-sensor yang dipasang pada sistem bahwa posisi yang diinginkan sudah tercapai, sistem menurunkan karton box dan memasangkan pada unit. Setelah terpasang pada unit proses vacuum berhenti sehingga karton box dapat dilepas dan sistem melakukan gerakan naik keposisi tertinggi dan secara paralel berputar ke posisi "home position" (posisi awal)



Gbr.3.1. Proses 1



Gbr.3.2. Proses 2



Gbr.3.3. Proses 3

3.2. Daftar Kehendak

- 3.2.1. Mampu mengangkat beban sampai 7.5Kg
- 3.2.2. Mampu berputar sampai 90°
- 3.2.3. Konstruksi terpasang kuat dan stabil
- 3.2.4. Kemampuan angkat oleh vacuum pad cukup agar kemungkinan barang jatuh pada proses pengangkatan dan penepatan dapat dihindari
- 3.2.5. Design posisi vacuum pad disesuaikan agar pada proses pengangkatan terutama karton box yang berukuran besar dapat diangkat dengan baik (setimbang)
- 3.2.6. Desain konstruksi dapat dibuat sedemikian rupa agar dapat Menggunakan sebanyak mungkin komponen standar yang ada dipasaran
- 3.2.7. Sederhana dalam pembuatan
- 3.2.8. Mudah di bongkar pasang jika diperlukan perbaikan
- 3.2.9 .Pemasangan yang tidak terlalu sulit pada lini produksi
- 3.2.10. Terintegrasi dengan system conveyer
- 3.2.11. Mekanisme angkat dan putar harus halus (tidak berat dan berbunyi)
- 3.2.12. Instalasi slang angin dan kabel rapi
- 3.2.13. Memiliki estetika yg baik seolah-olah merupakan bagian dari conveyer yg terpasang bersamaan.
- 3.2.14. Mempunyai reliability yang baik
- 3.2.15. Biaya pembuatan yang ekonomis

3.2.1.6. Untuk gerakan utama menggunakan komponen standar

3.2.1.7. Dapat dipindahkan jika diperlukan

3.3. Klasifikasi daftar Kehendak

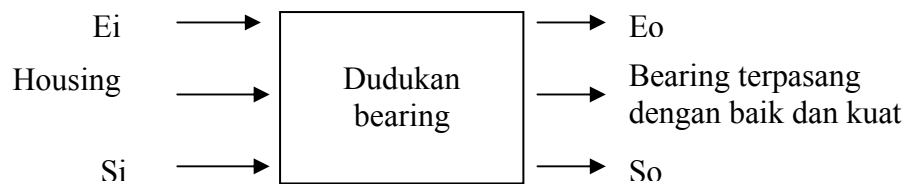
FAKTOR	D/W	PERSYARATAN
Geometri	D	Konstruksi terpasang kuat dan stabil
	W	Tidak terlalu memakan ruang yang banyak
	D	Jarak angkat minimal 1800mm
	W	Dimensi Rangka seminimal mungkin
Energi	D	Menggunakan energi listrik
	D	Menggunakan energi angin (Pneumatik)
	W	Effisien dalam menggunakan energi
	W	Menggunakan peredam untuk gerakan berputar
Material	D	Menggunakan komponen sesuai pembebanan yang diterima
	W	Desain konstruksi dapat dibuat sedemikian rupa agar dapat menggunakan sebanyak mungkin komponen standar yang ada dipasaran
	D	Untuk gerakan utama menggunakan komponen standar
	D	Menggunakan bahan yang awet
Sinyal	D	Signal dari konveyer untuk start proses
	D	Adanya signal untuk gerakan secara sequensial
	W	Menggunakan magnet switch
	W	Adanya signal error
	D	Mudah dioperasikan
Ergonomi	D	Posisi pemasangan optimal dilini produksi
	D	Jarak pengambilan dan pemasangan karton box tidak terlalu jauh
	D	Konstruksi sederhana
	W	Pemasangan tidak terlalu sulit pada lini produksi
	W	Terintegrasi dengan sistem conveyer
Produksi	D	Sederhana dalam pembuatan
	W	Proses pengerjaan yang tidak memakan waktu lama
	D	Biaya pembuatan yang ekonomis
Transportasi	D	Dapat dipindahkan jika diperlukan
Kemampuan Operasi	D	Kemampuan angkat oleh vacuum pad cukup agar kemungkinan barang jatuh pada proses pengangkatan dan penepatan dapat dihindari
	D	Mampu mengangkat beban sampai 7.5Kg
	D	Mampu berputar sampai 90°
	D	Mempunyai siklus kerja yang pendek
Perawatan	D	Mudah di bongkar pasang jika diperlukan perbaikan
	D	Instalasi slang angin dan kabel rapi
	W	Tidak membutuhkan perawatan yang khusus
Estetika	W	Memiliki estetika yg baik seolah-olah merupakan bagian dari conveyer yg terpasang bersamaan
	W	Instalasi slang angin dan kabel rapi
Perakitan	D	Dapat dibongkar pasang
	W	Mudah dibongkar pasang
Pemakaian	D	Sebagai alat bantu produksi yang lebih efektif dan efisien
	D	Tidak mengganggu keseimbangan lini

FAKTOR	D/W	PERSYARATAN
Lingkungan	D	Menggunakan material yang tidak berbahaya terhadap lingkungan
Biaya	D	Biaya pembuatan ekonomis
	D	Menurunkan biaya produksi dibanding yang manual
Kontrol Kualitas	D	Kemampuan angkat oleh vacuum pad cukup agar kemungkinan barang jatuh pada proses pengangkatan dan penepatan dapat dihindari
	D	Proses pengangkatan tidak merusak karton

3.4. Struktur fungsi

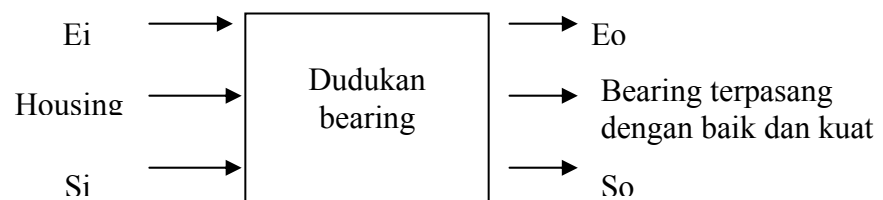
Merupakan relasi antara input dan output dalam suatu system teknik untuk fungsi tertentu. Struktur fungsi berdasarkan unsur utama dalam mesin pemasang karton box untuk lemari es dan showcase adalah sebagai berikut :

3.4.1. Base (Basis konstruksi yg terikat ke lantai)



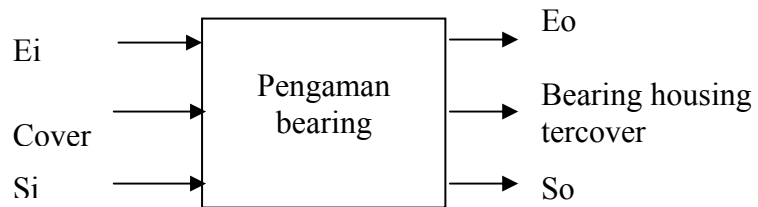
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk dan proses yang tepat agar mendapatkan basis konstruksi yang kuat

3.4.2. Bearing housing



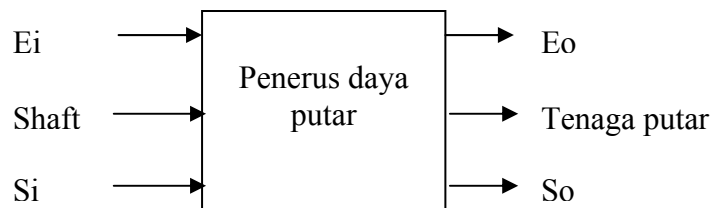
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk dan ukuran yang sesuai agar bearing dapat terpasang dengan pas dan kuat.

3.4.3.Housing cover



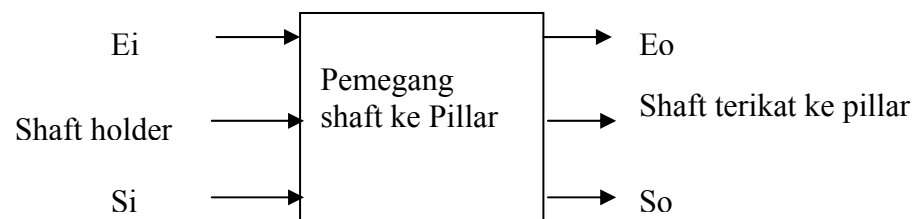
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk dan ukuran yang sesuai agar bearing housing dapat dicover dengan pas dan kuat.

3.4.4.Shaft (As)



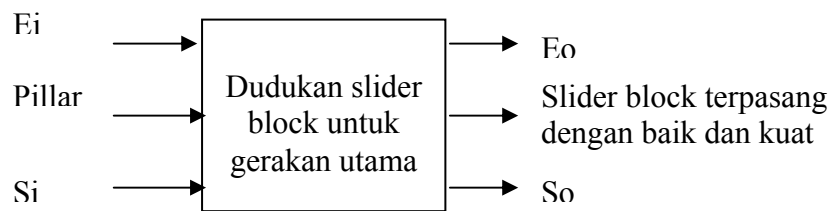
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk dan ukuran yang sesuai agar tenaga putar dapat diteruskan dengan cukup

3.4.5.Shaft holder



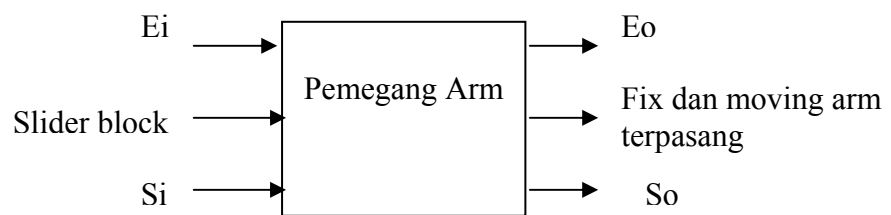
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk dan ukuran yang sesuai agar shaft dapat dipegang dengan baik dan kuat

3.4.6.Pillar



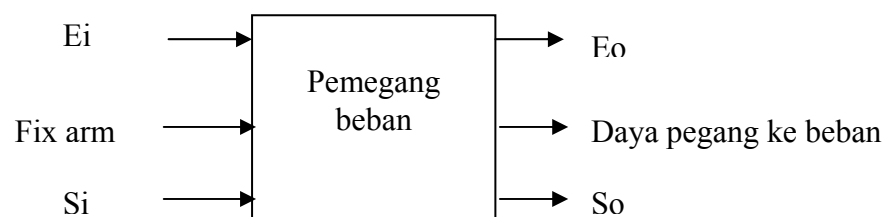
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk dan ukuran yang sesuai agar didapatkan pillar yang sesuai dan kuat

3.4.7.Slider block



Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk dan ukuran yang sesuai agar didapatkan slider block yang tepat dan kuat.

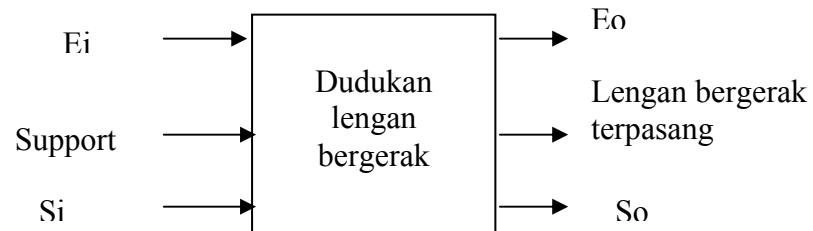
3.4.8.Fix arm



Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk, ukuran dan kekuatan yang sesuai

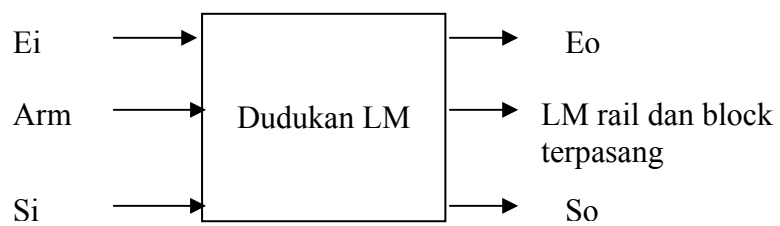
3.4.9. Moving arm

3.4.9.1. Arm support



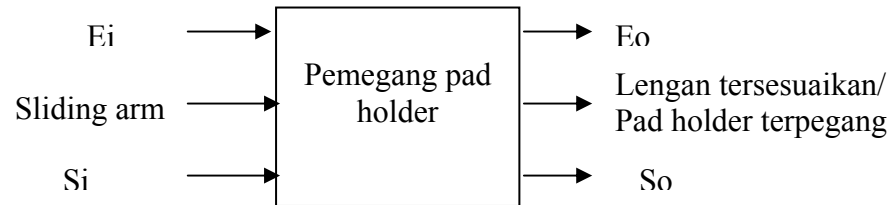
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk, ukuran dan kekuatan yang sesuai.

3.4.9.2. Arm



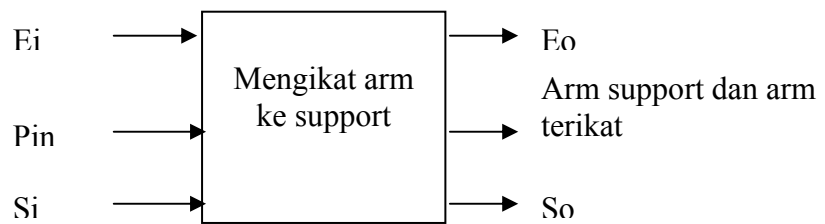
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk, ukuran dan kekuatan yang sesuai.

3.4.9.3. Sliding arm



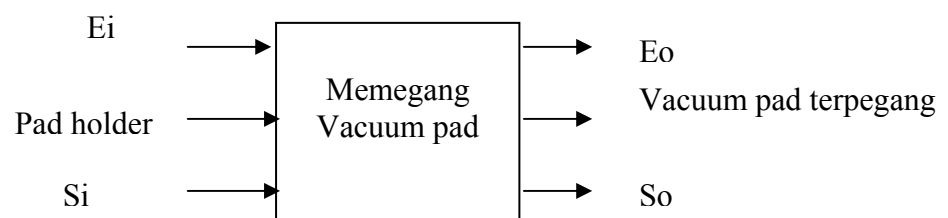
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk, ukuran dan kekuatan yang sesuai

3.4.9.4. Pin



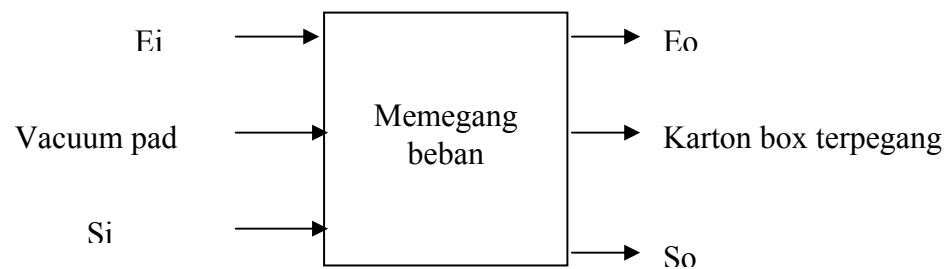
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk, ukuran dan kekuatan yang sesuai

3.4.10. Pad holder



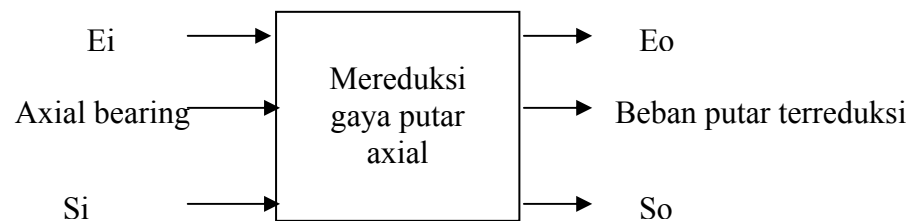
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk, ukuran dan kekuatan yang sesuai

3.4.11. Vacuum pad



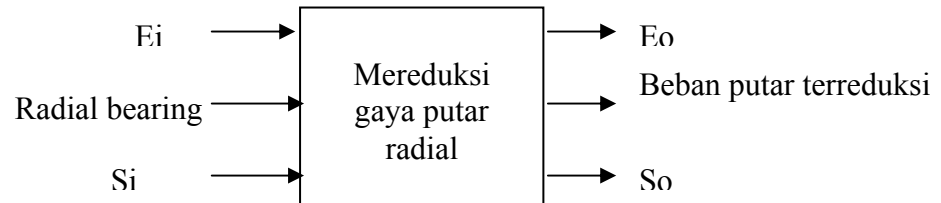
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk dan ukuran yang sesuai.

3.4.12. Axial bearing



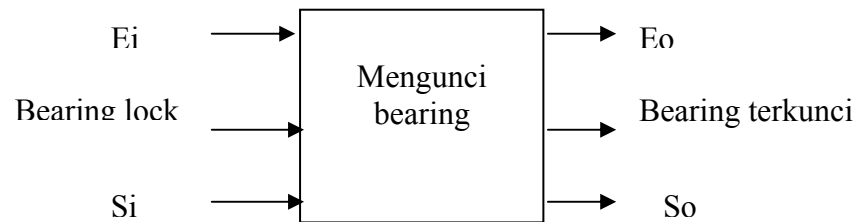
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk, ukuran dan kekuatan yang sesuai

3.4.13. Radial bearing



Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk, ukuran dan kekuatan yang sesuai

3.4.14. Bearing lock



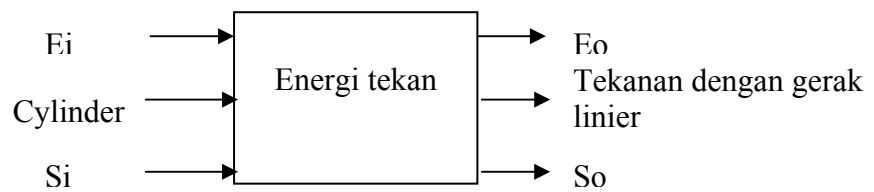
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk, ukuran dan kekuatan yang sesuai.

3.4.15. Baut dan mur



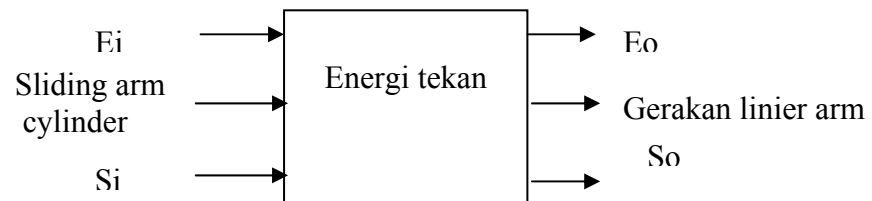
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan type, ukuran dan kekuatan yang sesuai

3.4.16. Moving arm cylinder



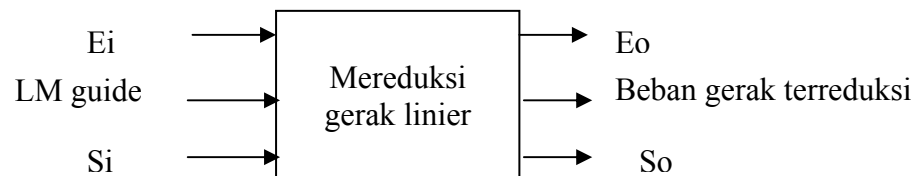
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan type dan ukuran yang sesuai

3.4.17. Sliding arm cylinder



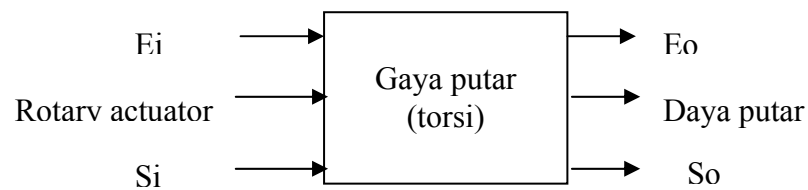
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkatype dan ukuran yang sesuai.

3.4.18. Linier motion system



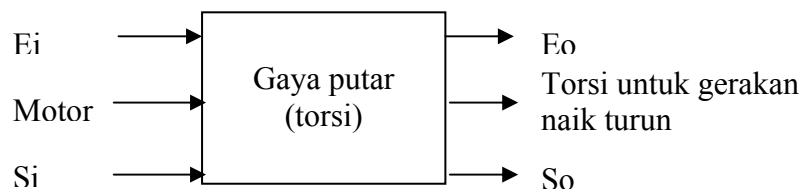
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan type dan ukuran yang sesuai

3.4.19. Rotary actuator



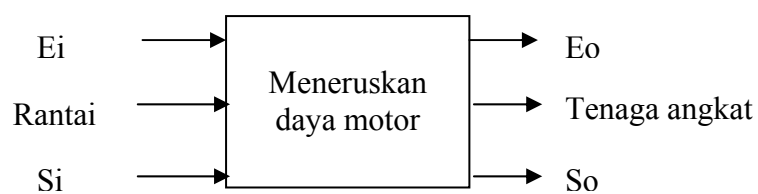
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan type dan ukuran yang sesuai

3.4.20. Motor



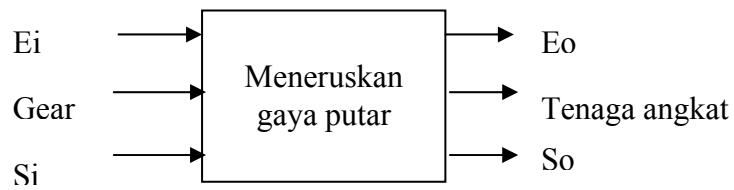
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan type dan model yang sesuai

3.4.21. Rantai (Chain)



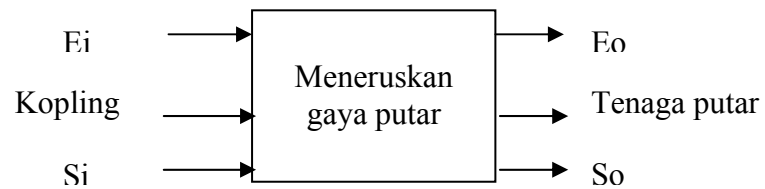
Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan type dan ukuran yang sesuai

3.4.22. Gear

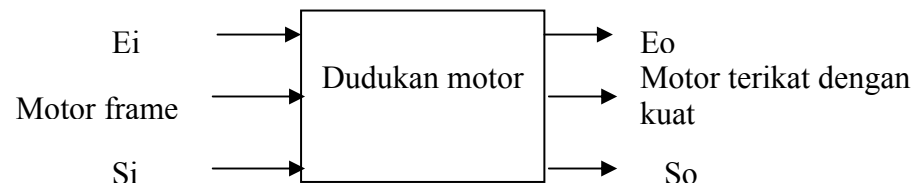


Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk dan ukuran yang sesuai

3.4.23. Kopling

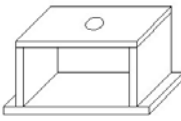
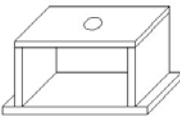
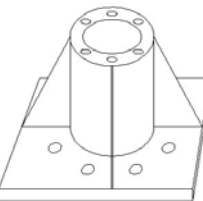
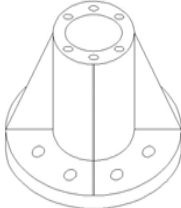
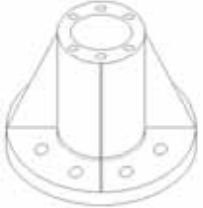
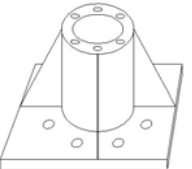


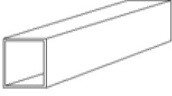
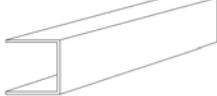


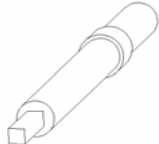

Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk, ukuran dan kekuatan yang sesuai

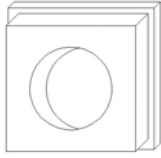
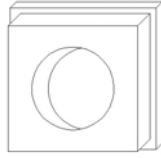
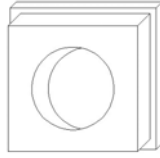
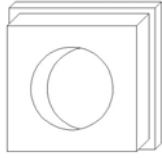
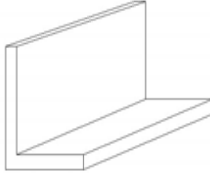
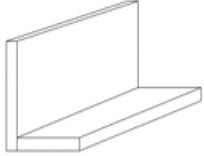
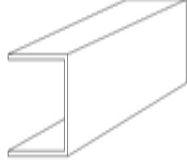
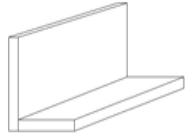


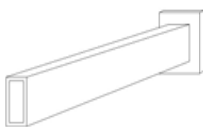

3.4.24. Motor / actuator frame


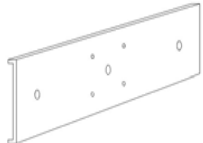
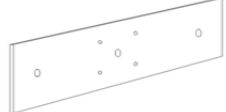

Diperlukan prinsip solusi yg tepat untuk mendapatkan bentuk, ukuran dan material yang sesuai



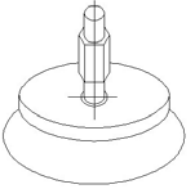
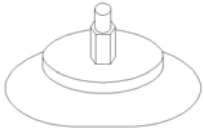

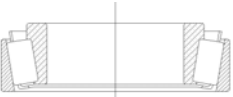

3.5.Prinsip Solusi



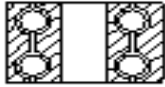



	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
A	Base	Material	-Bahan yang kuat -Bisa dilas -Bisa dicat	Konstruksi (base) Utama	 3 sisi tertutup	 2 part bulat dilas	 2 sisi tertutup	
B	Bearing housing	Material	-Bahan yang kuat -Bisa dilas -Bisa dicat	Kerangka untuk dudukan bearing dan poros	 bagian dilas	 Bagian dilas	 Dilas dengan dimesin buat dudukan	 Dilas dengan dimesin buat udukan



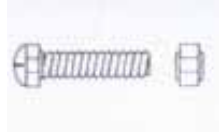




	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
C	Pillar	Material	-Bahan yang kuat -Presisi -Ringan	Dudukan slider block dan base untuk gerakan putar, naik dan turun	 Besi kotak standar	 Besi plat dibending	 Besi pipa	 Besi plat dibending dan dilas
D	Shaft (As)	Material	-Material yg kuat -Presisi -pengerjaan halus -mampu mesin	Penerus daya putar dari actuator/motor	 ujung berbentuk kotak	 ujung bulat menggunakan pasak		





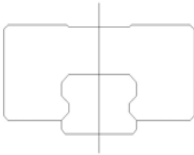

	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
E	Shaft holder	Material	-Material yang kuat -Dapat dilas -mampu mesin	Untuk mengikat shaft (poros) ke pillar	 satu part (carbon steel)	 dua part dilas (carbon steel)	 satu part (on steel)	
F	Slider block	Material	-Material yang kuat -Ringan -pengerjaan halus	Untuk dudukan arm untuk gerakan naik turun dan berputar	 Al casting	 Al block dibaut	 Al block dibaut	 Plat besi dilas
G	Fix arm	Material	-Material kuat -Dapat dilas -Ringan	Untuk sisi pemegang beban	 Bentuk U dilas	 Plat dilas	 Persegi dilas	 Bentuk U di bending






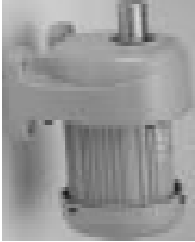


	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
H	Moving Arm	Material	-Material kuat -Ringan -Mekanisme baik	Untuk sisi lain pemegang beban				
I	Pad holder	Material	-Material kuat -Ringan	Untuk dudukan vacuum pad				







	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
J	Vacuum pad	Material /energi	-Ukuran yang tepat -Material yang kuat	Untuk memegang benda kerja	 Round with Curved surface	 Round Fix type	 Round Swivel type	 oval fix type
K	Axial bearing	Material	-Type yang sesuai -Ukuran sesuai	Untuk mereduksi gaya putar (axial)	 Rol tunggal	 Rol kerucut	 Rol ganda	

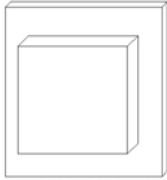
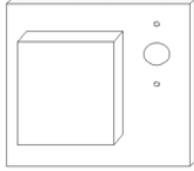
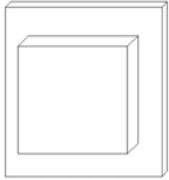
	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
L	Radial bearing	Material	-Type yang sesuai -Ukuran sesuai	Untuk mereduksi gaya putar (radial)	 Rol tunggal	 Rol kerucut	 Rol ganda	
M	Bearing lock	Material	-Type yang sesuai -Material standar	Untuk mengunci bearing agar tidak bergeser/lepas	 Pin	 Snap ring for shaft	 Snap ring for housing	

	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
N	Bolt and nut	Material/ energi	-Type yang sesuai -Material standar	Untuk mengikat antar komponen	 Hexagon type	 L type	 minus type	
O	Moving arm cylinder	Energi	-Type yang sesuai -dimensi yang sesuai -Mounting yang tepat	Untuk gerakan arm berputar membuka karton box	 Type CJ2 with Flange mounting	 Type CJ2 with Double clevis	 C M typr	 CA1 type cylinder

	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
P	Sliding arm cylinder	Energi	-Type yang sesuai -dimensi yang sesuai -Mounting yang tepat	Untuk gerakan arm mempertahankan posisi pemegangan karton box	 Type CJ2 with Flange mounting	 Type CJ2 with Double clevis	 CM type	 CA1 type cylinder
Q	linier motion system	Material	-Type yang sesuai -Ukuran yang sesuai	Untuk mereduksi gaya gerak linier	 THK type SHS 15 LV			

	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
R	Rotary actuator/ Motor	Energi	-Torsi yang cukup -Dimensi yang sesuai	Untuk sumber daya gerakan memutar	 Rack & pinion type c/w valve	 Vane type (round shaft)	 Flange mounting	 Foot mounting
S	Motor/ actuator	Energi	-Torsi yang cukup -Dimensi yang sesuai -mounting yg pas	Untuk sumber daya gerakan naik turun	 Flange mounting	 Foot mounting	 High power Cylinder Long stroke	 CA1 type cylinder

	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
T	Chain	Material	-Type yang sesuai -Dimensi yang pas -material standar	Penerus daya putar dari motor yang	 Single roller Chain	 conveyer chain		
U	Gear / sproket	Material	-Dimensi yang sesuai -Type yang sesuai	Penerus daya putar dari motor dan penyeimbang				
V	Kopling	Material	-Bahan yang kuat -mampu mesin -presisi	Penerus daya putar dari rotary actuator/ motor				

	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
W	Motor frame	Material	-Material yang kuat -mampu mesin -Ringan	Untuk dudukan motor/actuator	 plat besi dudukan motor	 Al casting Dudukan piston	 Al casting Dudukan motor	

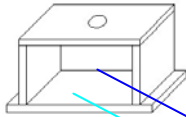
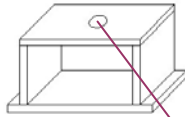
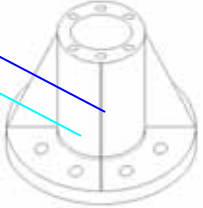
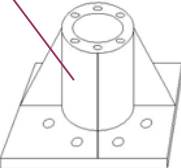
MESIN PEMASANG CARTON BOX

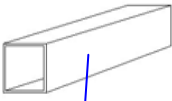
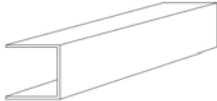






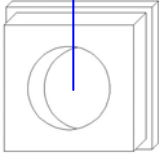

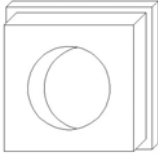

3.6. Varian Prinsip Solusi

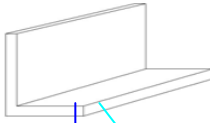

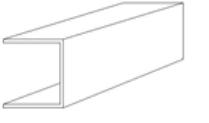

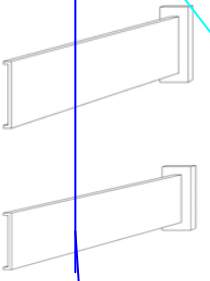
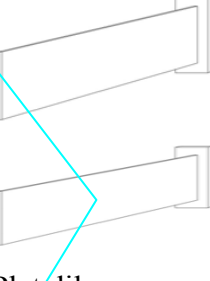
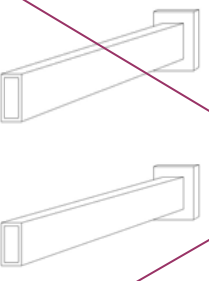
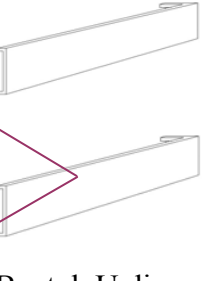

VARIAN

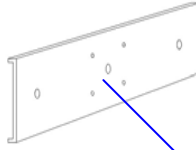
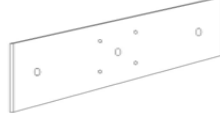



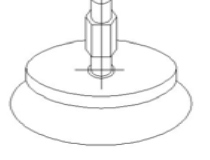




FTI PKSM UMB Teknik Mesin								Tabel Pemilihan Variasi Struktur Fungsi Untuk Turn Table Machine	
V A R I A N P R I N S I P S O L U S I	Kriteria Pemilihan							Keputusan	
	+ Ya							(+) Solusi yang dicari	
	- Tidak							(-) Hapuskan Solusi	
	? Kurang informasi							(?) Kumpulkan Informasi	
	! Periksa Spesifikasi							(!) Lihat spesifikasi	
	Sesuai dengan fungsi keseluruhan								
	Sesuai dengan daftar kehendak								
	Secara prinsip dapat diwujudkan								
	Dalam batas biaya produksi								
	Pengetahuan tentang konsep memadai								
Sesuai keinginan perancang									
Memenuhi syarat keamanan									
	A	B	C	D	E	F	G	PENJELASAN	
A1	+	+	+	+	+	+	+		+
A2	+	-	+	-	+	+	+		-
A3	+	+	+	+	+	+	+		+
B1	+	-	+	-	+	+	+		-
B2	+	-	+	+	+	-	+		-
B3	+	+	+	+	+	+	+		+
B4	+	+	+	+	+	+	+		+
C1	+	+	+	+	+	+	+		+
C2	+	-	+	+	+	+	+		-
C3	+	+	+	+	+	-	+		-
C4	+	-	+	+	+	+	+		-


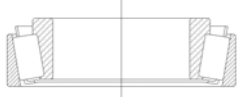
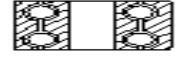

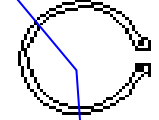




3.7. Jalur Varian prinsip solusi











	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
A	Base	Material	-Bahan yang kuat -Bisa dilas -Bisa dicat	Konstruksi (base) Utama	 3 sisi tertutup	 2 part bulat dilas	 2 sisi tertutup	
B	Bearing housing	Material	-Bahan yang kuat -Bisa dilas -Bisa dicat	Kerangka untuk dudukan bearing dan poros	 bagian dilas	 Bagian dilas	 Dilas dengan dimesin buat dudukan	 Dilas dengan dimesin buat udukan

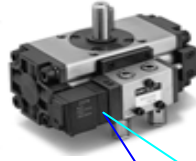




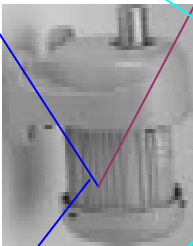
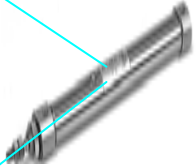

	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
C	Pillar	Material	-Bahan yang kuat -Presisi -Ringan	Dudukan slider block dan base untuk gerakan putar, naik dan turun	 Besi kotak standar	 Besi plat dibending	 Besi pipa	 Besi plat dibending dan dilas
D	Shaft (As)	Material	-Material yg kuat -Presisi -pengerjaan halus -mampu mesin	Penerus daya putar dari actuator/motor	 ujung berbentuk kotak (carbon steel)	 ujung bulat menggunakan pasak (carbon steel)	 ujung berbentuk kotak (mild steel)	 ujung bulat menggunakan pasak (mild steel)
E	Shaft holder	Material	-Material yang kuat -Dapat dilas -mampu mesin	Untuk mengikat shaft (poros) ke pillar	 satu part (carbon steel)	 dua part dilas (carbon steel)	 satu part (mild steel)	 dua part dilas (mild steel)





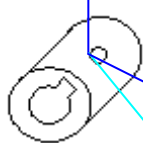

	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
F	Slider block	Material	-Material yang kuat -Ringan -pengerjaan halus	Untuk dudukan arm untuk gerakan naik turun dan berputar	 Al casting	 Al block dibaut	 Al block dibaut	 Plat besi dilas
G	Fix arm	Material	-Material kuat -Dapat dilas -Ringan	Untuk sisi pemegang beban	 Bentuk U dilas	 Plat dilas	 Persegi dilas	 Bentuk U di bending
H	Moving Arm	Material	-Material kuat -Ringan -Mekanisme baik	Untuk sisi lain pemegang beban				

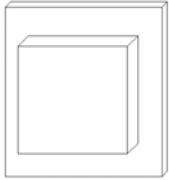
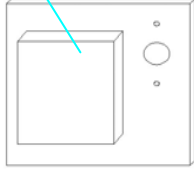
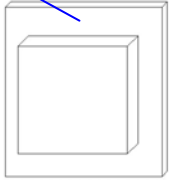
	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
I	Pad holder	Material	-Material kuat -Ringan	Untuk dudukan vacuum pad	 bentuk U	 Bentuk plat	 bentuk kotak	
J	Vacuum pad	Material /energi	-Ukuran yang tepat -Material yang kuat	Untuk memegang benda kerja	 Round with Curved surface	 Round Fix type	 Round Swivel type	 oval fix type
K	Axial bearing	Material	-Type yang sesuai -Ukuran sesuai	Untuk mereduksi gaya putar (axial)	 Rol tunggal	 Rol kerucut	 Rol ganda	

	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
L	Radial bearing	Material	-Type yang sesuai -Ukuran sesuai	Untuk mereduksi gaya putar (radial)	 Rol tunggal	 Rol kerucut	 Rol ganda	
M	Bearing lock	Material	-Type yang sesuai -Material standar	Untuk mengunci bearing agar tidak bergeser/lepas	 Pin	 Snap ring for shaft	 Snap ring for housing	
N	Bolt and nut	Material/ energi	-Type yang sesuai -Material standar	Untuk mengikat antar komponen	 Hexagon type	 L type	 minus type	

	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
O	Moving arm cylinder	Energi	-Type yang sesuai -dimensi yang sesuai -Mounting yang tepat	Untuk gerakan arm berputar membuka karton box	 Type CJ2 with Flange mounting	 Type CJ2 with Double clevis	 CM type	 CA1 type cylinder
P	Sliding arm cylinder	Energi	-Type yang sesuai -dimensi yang sesuai -Mounting yang tepat	Untuk gerakan arm mempertahankan posisi pemegangan karton box	 Type CJ2 with Flange mounting	 Type CJ2 with Double clevis	 CM type	 CA1 type cylinder
Q	linier motion system	Material	-Type yang sesuai -Ukuran yang sesuai	Untuk mereduksi gaya gerak linier	 THK type SHS 15 LV			

	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
R	Rotary actuator/ Motor	Energi	-Torsi yang cukup -Dimensi yang sesuai	Untuk sumber daya gerakan memutar	 Rack & pinion type c/w valve	 Vane type (round shaft)	 Flange mounting	 Foot mounting
S	Motor/ actuator	Energi	-Torsi yang cukup -Dimensi yang sesuai -mounting yg pas	Untuk sumber daya gerakan naik turun	 Flange mounting	 Foot mounting	 High power Cylinder Long stroke	 CA1 type cylinder

	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
T	Chain	Material	-Type yang sesuai -Dimensi yang pas -material standar	Penerus daya putar dari motor yang	 Single roller Chain	 conveyer chain		
U	Gear / sproket	Material	-Dimensi yang sesuai -Type yang sesuai	Penerus daya putar dari motor dan penyeimbang				
V	Kopling	Material	-Bahan yang kuat -mampu mesin -presisi	Penerus daya putar dari rotary actuator/ motor				

	UNSUR MESIN	BAGIAN	PERSYARATAN	FUNGSI BAGIAN/ SOLUSI UNTUK	PRINSIP SOLUSI			
					1	2	3	4
W	Motor frame	Material	-Material yang kuat -mampu mesin -Ringan	Untuk dudukan motor/actuator	 <p>plat besi dudukan motor</p>	 <p>Al casting Dudukan piston</p>	 <p>Al casting Dudukan motor</p>	

3.8. Evaluasi

Varian 1.

NO	Kriteria	Wi	Parameter	Vi	Sub Total (Wi x Vi)
		(Bobot)		(Nilai)	
1	Nyaman digunakan	0.10	Faktor kenyamanan	8	0.8
2	Mudah Dilihat	0.13	Penampilan bagus	8	1.04
3	Mudah dirakit dan di bongkar	0.09	Kecepatan dan ketepatan merakit	7	0.63
4	Jumlah komponen	0.05	Banyak komponen	7	0.35
5	Bentuk komponen sementara	0.10	Komponen tidak rumit	8	0.8
6	Komponen mudah di dapat	0.08	Banyak terdapat di pasaran	8	0.64
7	Ringkas dan tidak terlalu berat	0.06	Faktor mobilitas alat	8	0.48
8	Aman	0.15	Kemampuan angkat cukup	8	1.2
9	Perawatan Mudah	0.09	Besar biaya perawatan	8	0.72
10	Toleransi bentuk dan dimensi	0.05	Ketepatan ukuran dan bentuk	8	0.4
11	Komponen mudah dibuat	0.10	Mudah dalam pembuatan	8	0.8
(Jumlah Total)		1		86	7.86

Catatan :

Untuk Wi :

Range : 0.05 s.d 0.15

Nilai 0.05 = semakin kecil bobotnya

Nilai 0.15 = semakin besar bobotnya

Untuk Vi

Range : 1 sd 10

Nilai 1 = Semakin tidak efektif

Nilai 10 = semakin efektif

Varian 2

NO	Kriteria	Wi	Parameter	Vi	Sub Total
		(Bobot)		(Nilai)	(Wi x Vi)
1	Nyaman digunakan	0.10	Faktor kenyamanan	7	0.7
2	Mudah Dilihat	0.13	Penampilan bagus	7	0.91
3	Mudah dirakit dan di bongkar	0.09	Kecepatan dan ketepatan merakit	7	0.63
4	Jumlah komponen	0.05	Banyak komponen	7	0.35
5	Bentuk komponen sementara	0.10	Komponen tidak rumit	8	0.8
6	Komponen mudah di dapat	0.08	Banyak terdapat di pasaran	8	0.64
7	Ringkas dan tidak terlalu berat	0.06	Faktor mobilitas alat	8	0.48
8	Aman	0.15	Air yang dihasilkan tidak terlalu panas	8	1.2
9	Perawatan Mudah	0.09	Besar biaya perawatan	8	0.72
10	Toleransi bentuk dan dimensi	0.05	Ketepatan ukuran dan bentuk	8	0.4
11	Komponen mudah dibuat	0.10	Mudah dalam pembuatan	8	0.8
(Jumlah Total)		1		84	7.63

Catatan :**Untuk Wi :**

Range : 0.05 s.d 0.15

Nilai 0.05 = semakin kecil bobotnya

Nilai 0.15 = semakin besar bobotnya

Untuk Vi

Range : 1 s.d 10

Nilai 1 = semakin tidak efektif

Nilai 10 = semakin efektif

Varian 3

NO	Kriteria	Wi	Parameter	Vi	Sub Total
		(Bobot)		(Nilai)	(Wi x Vi)
1	Nyaman digunakan	0.10	Faktor kenyamanan	8	0.8
2	Mudah Dilihat	0.13	Penampilan bagus	7	0.91
3	Mudah dirakit dan di bongkar	0.09	Kecepatan dan ketepatan merakit	7	0.63
4	Jumlah komponen	0.05	Banyak komponen	7	0.35
5	Bentuk komponen sementara	0.10	Komponen tidak rumit	8	0.8
6	Komponen mudah di dapat	0.08	Banyak terdapat di pasaran	8	0.64
7	Ringkas dan tidak terlalu berat	0.06	Faktor mobilitas alat	8	0.48
8	Aman	0.15	Air yang dihasilkan tidak terlalu panas	8	1.2
9	Perawatan Mudah	0.09	Besar biaya perawatan	8	0.72
10	Toleransi bentuk dan dimensi	0.05	Ketepatan ukuran dan bentuk	8	0.4
11	Komponen mudah dibuat	0.10	Mudah dalam pembuatan	8	0.8
(Jumlah Total)		1		85	7.73

Catatan :**Untuk Wi :**

Range : 0.05 s.d 0.15

Nilai 0.05 = semakin kecil bobotnya

Nilai 0.15 = semakin besar bobotnya

Untuk Vi

Range : 1 s.d 10

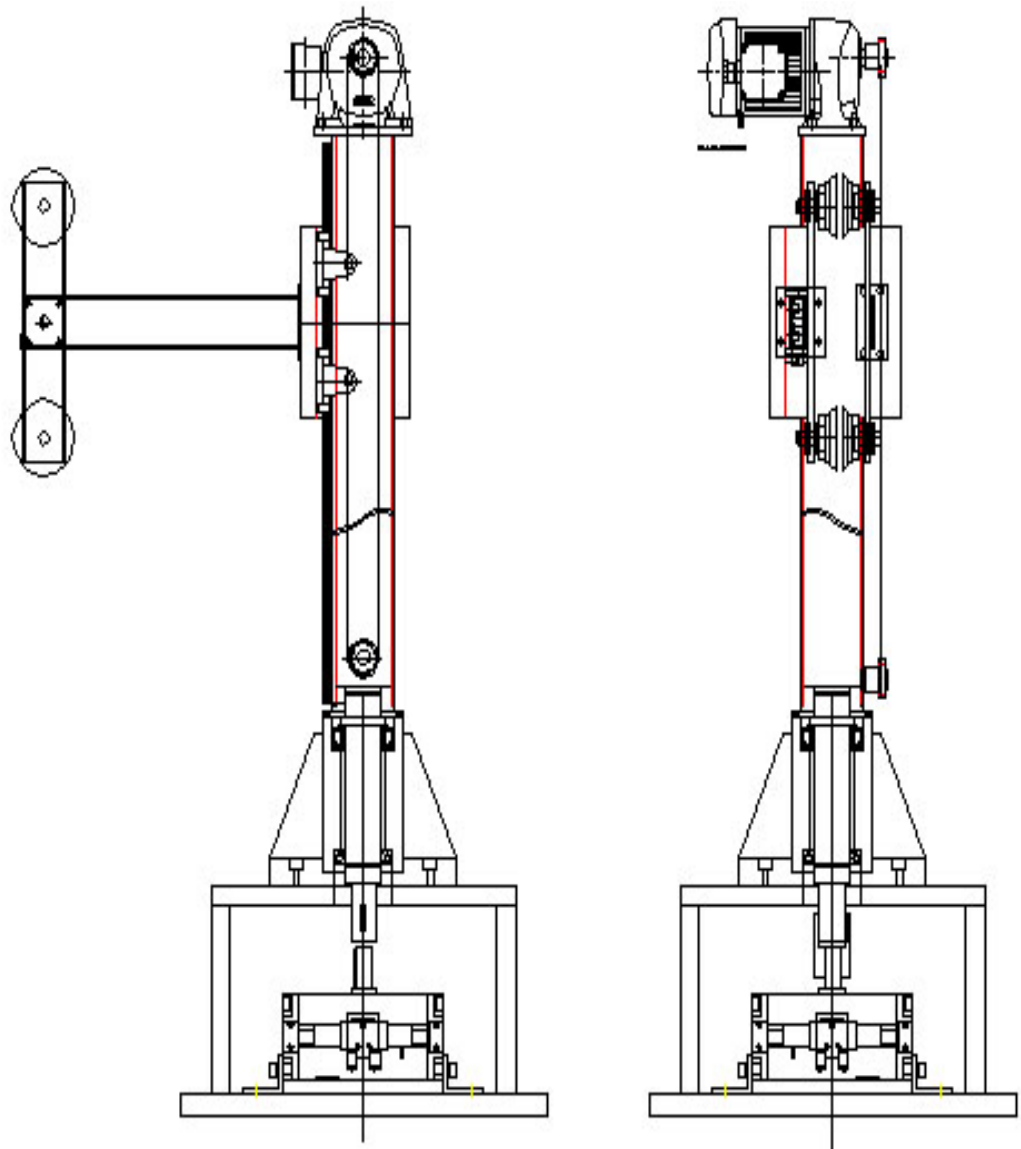
Nilai 1 = semakin tidak efektif

Nilai 10 = semakin efektif

3.9. Varian yang dipilih.

Dari hasil evaluasi didapatkan nilai tertinggi adalah pada varian 1 sehingga untuk perancangan kali ini dipilih varian 1.

Dibawah ini adalah gambar varian terpilih



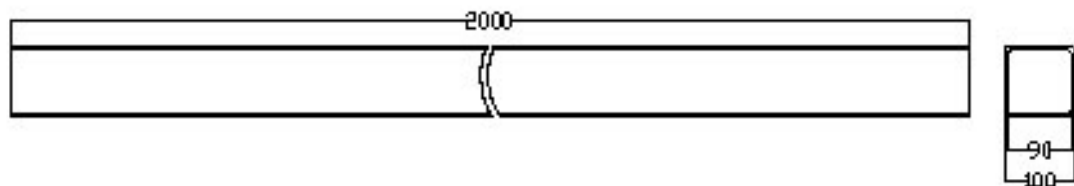
BAB IV

PERHITUNGAN DAN ANALISA

4.1 Perhitungan berat komponen.

4.1.1 Pilar

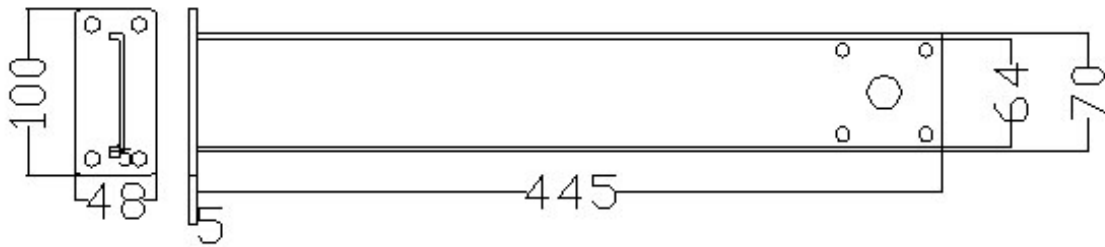
Komponen pilar dipilih dari material standar di pasaran yaitu besi kotak (square) dengan lebar sisi 100mm dan ketebalan 5mm. Karena stroke naik turun yang diinginkan adalah $\pm 1800\text{mm}$, dan block slider 250mm maka dibutuhkan pilar sepanjang minimal 2050mm. Sebagai toleransi ditentukan panjang pilar 2200mm.



Gambar 4.1. Pilar

Dari data diatas didapat berat total pilar adalah $= V \times \rho$ dimana $V = \text{luas alas (m}^2) \times \text{tinggi (m)}$ dan $\rho = \text{massa jenis bahan (kg/m}^3)$. Engan memasukkan nilai yg ada maka berat pilar adalah $[(100 \times 100) - (90 \times 90)] \times 2200 \times 7.806 / 1000000 = 32.63 \text{ kg}$. Dengan catatan radius di semua sisi diabaikan.

4.1.2 Lengan tetap (fix arm)



Gambar 4.2. Lengan tetap

Komponen lengan tetap dipilih material yang sama dengan pilar. Komponen ini terdiri dari dua part yang digabungkan dengan proses pengelasan yaitu arm holder dan arm yang berupa plat besi dengan ketebalan 3mm dibending kedua ujung pada jarak 5mm. Untuk mendapatkan total beratnya adalah sebagai berikut :

- a. arm holder dengan ukuran 48 x 100 x 5 maka didapat beratnya adalah :
 $48 \times 100 \times 5 \times 7.806/1000000 = 0.188 \text{ kg.}$
- b. arm dengan ukuran 445 x 74 x 3 maka didapat beratnya adalah :
 $445 \times 74 \times 3 \times 7.806/1000000 = 0.77\text{kg.}$

4.1.3. Lengan bergerak (moving arm)

Komponen lengan berputar dengan material yang sama tetapi terdiri dari 4 bagian part yaitu : Arm support, Arm dan sliding Arm dan pin.

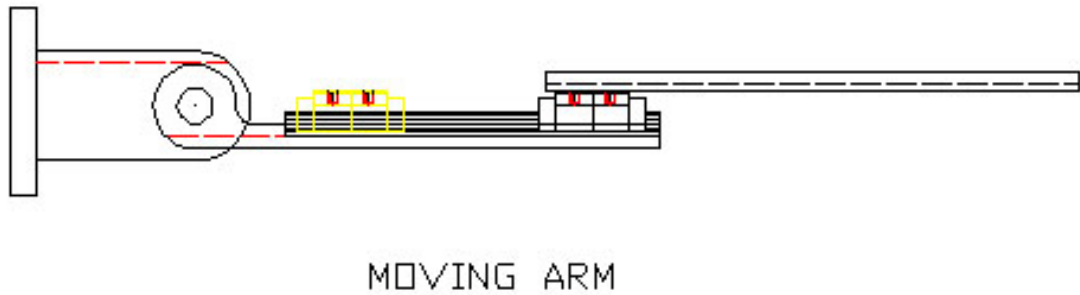
Pada kondisi terpasang pada sistem komponen ini menggunakan linier motion sistem THK dengan type HSR 12R M dengan 2 rail sepanjang 158mm dan 2 block.

Berat satu buah block adalah 0.08kg dan satu rail adalah 0.131kg

Jadi total tambahan berat dari linier motion sistem adalah:

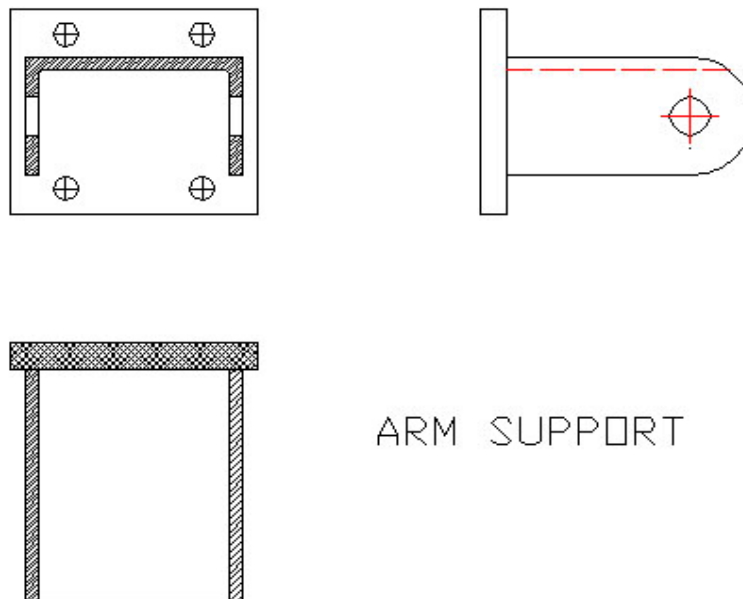
$$(0.08 \times 2) + (0.131 \times 2)$$

$$= 0.42 \text{ kg.}$$



Gambar 4.3. Lengan bergerak

4.1.3.1 Arm Support



Gambar 4.4. Arm Support

Komponen ini terdiri dari 2 bagian part dari carbon steel dengan ukuran

80mm x 90mm x 10mm dan 90mm x 80mm x 3mm

jadi total berat nya adalah :

$$\text{Berat part 1} = (80 \times 90 \times 10) \times 7.806 / 1000000 = 0.562 \text{ kg}$$

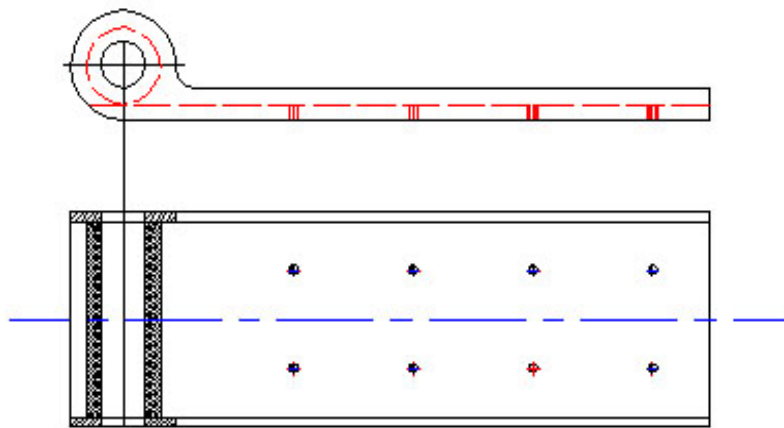
$$\text{Berat part 2} = (80 \times 90 \times 3) \times 7.806 / 1000000 = 0.168 \text{ kg}$$

Berat part1 + berat part2

$$= 0.562 \text{ kg} + 0.168 \text{ kg}$$

$$= 0.73 \text{ kg.}$$

4.1.3.2 Arm



ARM

Gambar 4.5. Arm

Komponen ini juga terdiri dari dua part dari material yang sama dengan bentuk dan ukuran :

Part 1 berbentuk plat dengan ukuran 213mm x 80mm x 3mm

Part 2 berbentuk silinder berkubeng dengan diameter luar = 25mm dan diameter dalam 15mm dan tingginya 70mm

Jadi total beratnya adalah :

$$\text{Berat part 1} = (213 \times 80 \times 3) \times 7.806 / 1000000 = 0.4 \text{ kg}$$

$$\text{Berat part2} = [\pi(50-30)^2 70 / 4] \times 7.806 / 1000000$$

$$= [3.14 \times 20^2 \times 70 / 4] \times 7.806 / 1000000$$

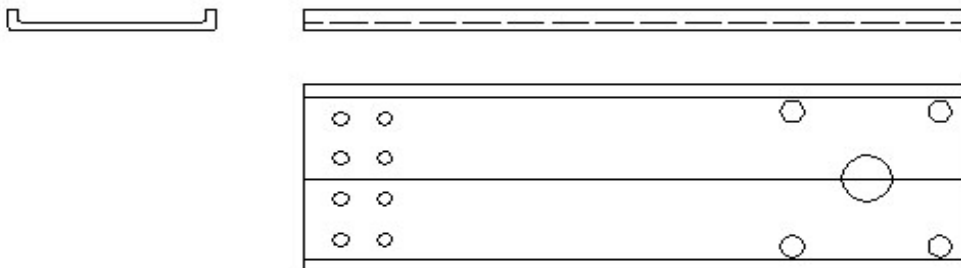
$$= 0.17 \text{ kg}$$

Berat part1 + berat part2

$$= 0.4 + 0.17$$

$$= 0.57 \text{ kg}$$

4.1.3.3. Sliding Arm



SLIDING ARM

Gambar 4.6. Sliding Arm

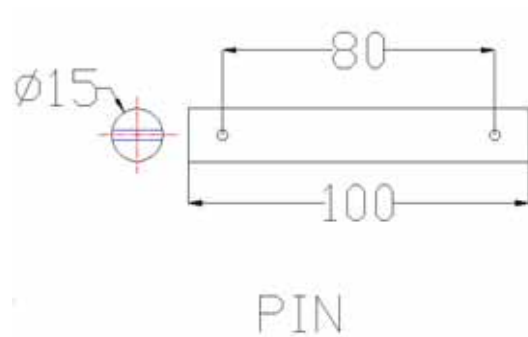
Komponen ini terbuat dari carbon steel dengan ukuran 225mm x 80mm x 3mm.

Maka beratnya adalah:

$$=225 \times 80 \times 3 \times 7.806 / 1000000$$

$$=0.42 \text{ kg}$$

4.1.3.4. Pin



Gambar 4.7. Pin

Pin terbuat dari bahan carbon steel dengan ukuran diameter 15mm dan panjang 100mm.

Jadi berat pin adalah

$$[(\pi 15^2 \times 100 / 4) \times 7.806] / 1000000$$

$$= 0.138 \text{ kg}$$

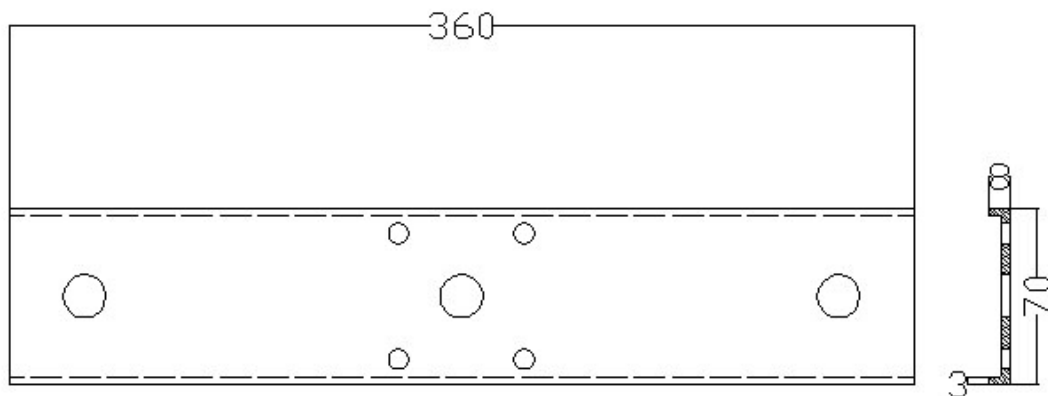
Jadi total berat Lengan bergerak (moving arm) adalah :

Berat arm support + Arm + sliding arm + pin + linier motion sistem

$$= 0.73 \text{ kg} + 0.57 \text{ kg} + 0.42 \text{ kg} + 0.138 \text{ kg} + 0.42 \text{ kg}$$

$$= 2.28 \text{ kg}$$

4.1.4. Pad Holder

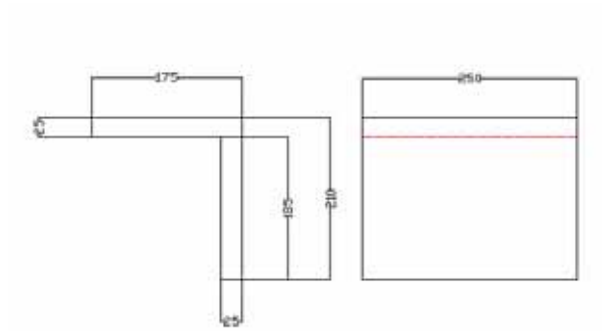


Gambar 4.8. Pad Holder

Komponen ini dibuat dengan material yang sama dengan arm dan di pasangkan pada arm dengan dibaut pada 4 titik. Dari dimensi diatas didapat berat komponen ini adalah :

$360 \times 74 \times 3 \times 7.806/1000000 = 0.62\text{kg}$. karena kedua arm baik yang fix dan bergerak menggunakan pad holder yang sama maka total beratnya adalah $0.62 \times 2 = 1.24\text{kg}$.

4.1.5. Blok slider



Gambar 4.9. Blok slider

Komponen ini dibuat dari material aluminium casting dan diproses miling untuk menghaluskan permukaan. Untuk menghitung volumenya kita bagi menjadi dua bagian yang berukuran 25 x 250 x 175 dan 25 x 250 x 185 sehingga didapatkan volume 1=1.09375m³ dan volume 2= 1.15625m³. Jadi total volume = 2.25m³.

Jadi berat komponen tersebut adalah volume x massa jenis aluminium casting =
 $2.25 \times 2.713 = 6.1\text{kg}$

4.1.6. Berat poros.

Karena diameter dan panjang poros belum diketahui, maka melihat konstruksi design dan menyesuaikan dengan komponen yang lain diasumsikan diameter poros (D) adalah 60 mm dengan panjang (L) 350mm. Bahan poros dari carbon steel (S55C) dengan $\tau_b=66 \text{ kg/mm}^2$ dan $\rho = 7806 \text{ kg/m}^3$.

$$\text{Volume poros} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \cdot L$$

$$= \frac{1}{4} \times 3.14 \times 0.06^2 \times 0.35$$

$$= 0.989 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{Massa poros} = \text{Volume poros} \times \rho \text{ carbon steel}$$

$$= 0.989 \times 10^{-3} \times 7806$$

$$= 7.72 \text{ kg.}$$

4.1.7. Berat Linier motion rail dan block

Dari catalogue THK linier motion sistem didapat harga :

- a. Linier motion pada slider block :

Type SHS 15 LV

Berat 1 blok = 0.29 kg

Berat rail/m = 1.3kg

Jadi total berat linier motion sistem yang digunakan pada slider block adalah :

4 blok = $0.29 \times 4 = 1.16\text{kg}$

2 x 2.2m rail = 4.4m. total berat rail adalah $4.4\text{m} \times 1.3\text{kg/m} = 5.1\text{kg}$

- b. Linier motion sistem pada moving arm

Type HSR 12R M

Berat 1 blok = 0.08 kg

Berat rail/m = 0.83kg

Jadi total berat linier motion sistem yang digunakan pada moving arm adalah :

2 blok = $0.08 \times 2 = 0.16\text{kg}$

2 x 0.158m rail = 0.316m. total berat rail adalah $0.316\text{m} \times 0.83\text{kg/m} = 0.262\text{kg}$

4.2. Perhitungan Pembebanan

Mesin ini digunakan untuk mengangkat carton box dengan berat max 5kg. Untuk factor safetynya ditambahkan 50% sehingga menjadi 7.5kg. Setelah proses angkat dilanjutkan dengan proses putar dengan sudut putar 90° . Kecepatan putar yang diharapkan adalah maksimum 5 detik. Pembebanan yang terjadi dalam sistem ini adalah pembebanan inersial sehingga perhitungan torsinya adalah $T = I \cdot \omega$ (N.m) dimana :

T = Torsi yang terjadi dari beban yang diputar (N.m)

I = momen inersia (kg.m^2)

ω = kecepatan sudut. Kecepatan sudut didapat dari 2 kali sudut putar dibagi kuadrat waktu putar atau bisa ditulis $\omega = 2\theta/t^2$. (rad/s²)

t = waktu putar (s)

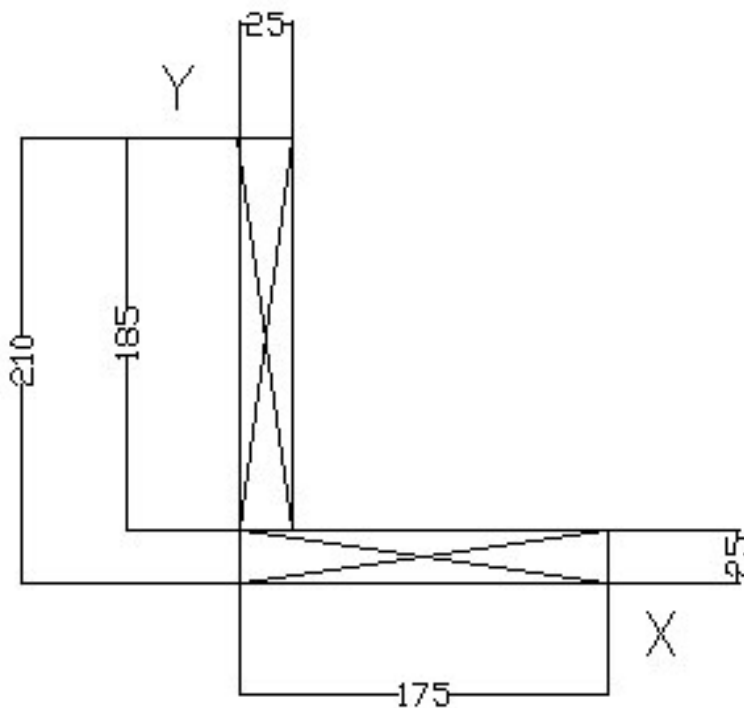
Untuk perhitungan momen inersia pada masing-masing komponen adalah sbb :

4.2.1. Pilar

Momen inersia pilar adalah $[m \times (0.1^2+0.1^2)-(0.09^2+0.09^2)/12]$ (kg.m²)

=32.63 x 0.0038/12 = 0.01 kg.m².

4.2.2. Block slider



Gambar 4.10. Perhitungan Blok slider

Penampang slider dibagi atas dua bagian yaitu A1 dan A2 dimana :

$$A1 = 185 \times 25 = 3125 \text{ mm}^2$$

$$A2 = 175 \times 25 = 4375 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 X &= [(A1.X1) + (A2.X2)] / A1+A2 \\
 &= [(3125. 12.5) + (4375.87.5)]/3125+4375 \\
 &= 56.25 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y &= [(A1.Y1)+(A2.Y2)]/A1+A2 \\
 &= [(3125.117.5)+(4375.12.5)]/3125+4375 \\
 &= 56.25
 \end{aligned}$$

Dengan titik berat di (56.25, 56.25) maka jarak titik berat ke sumbu putar adalah

$$(50+49)-56.25 = 42.75\text{mm}.$$

Jadi momen inersia dapat dihitung sbb :

$$\begin{aligned}
 I &= m.l^2 \\
 &= 6.1 \times 0.04275^2 \\
 &= 0.01 \text{ kg.m}^2.
 \end{aligned}$$

4.2.3. Fix dan moving Arm

Untuk pendekatan dianggap kedua arm mempunyai dimensi yang sama dengan perhitungan massa mengambil massa yang paling berat yaitu massa moving arm (2.28kg).

Jarak titik putar ke titik berat arm adalah

$$(50+49) + (445/2) = 321.5\text{mm}$$

Untuk menghitung momen inersia dari arm adalah :

$$\begin{aligned}
 I &= m.l^2/3 \\
 &= 2.28. 0.3215^2/3 \\
 &= 0.078 \text{ kg.m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{untuk 2 buah arm} = 0.078 \times 2 = 0.157 \text{ kg.m}^2$$

4.2.4. Pad holder

Jarak titik putar ke titik berat pad holder adalah $(50+49)+410 = 509\text{mm}$

Jadi untuk menghitung momen inersia dari pad holder adalah

$$\begin{aligned} I &= m \cdot l^2/3 \\ &= 1.24 \cdot 0.509^2/3 \\ &= 0.107 \text{ kg.m}^2 \end{aligned}$$

untuk dua buah pad holder $= 0.107 \times 2 = 0.214 \text{ kg.m}^2$

4.2.5. Vacuum pad dan carton box

Untuk pendekatan perhitungan maka vacuum pad dan carton box dianggap satu dan merupakan beban pada ujung sistem. Jarak titik berat terhadap sumbu putar adalah $(50+49) + 410 = 509\text{mm}$. sehingga perhitungan untuk momen inersia adalah :

$$\begin{aligned} I &= (m_1+m_2) \cdot l^2 \\ &= (7.5+0.896) \cdot 0.509^2 \\ &= 2.17 \text{ kg.m}^2 \end{aligned}$$

Jadi total momen inersia adalah :

$$\begin{aligned} I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 \\ &= 0.01 + 0.01 + (0.078 \times 2) + (0.107 \times 2) + 2.17 \\ &= 2.56 \text{ kg.m}^2 \end{aligned}$$

Jadi untuk perhitungan torsi yang terjadi adalah :

$$T = I \cdot \omega$$

$$\text{Dimana } \omega = 2\theta/t^2$$

Maka :

$$T = I \cdot 2\theta/t^2$$

$$= 2.56 \times 2 \times 90 / 5^2$$

$$= 18.432 \text{ N.m}$$

4.3. Pemilihan ukuran Vacuum Pad

Seperti yang sudah disebutkan sebelumnya bahwa mesin ini akan mengangkat beban seberat 7.5 kg. Untuk tingkat kevacuuman (P) yang umum dari supply angin 5-8 bar adalah min -30 kpa. Dan untuk proses mengangkat dengan memegang benda kerja dari samping maka faktor keamanannya (S) diambil 8 dengan kemungkinan penggunaan type pad swivel atau dengan pegas.

Dari data data diatas maka untuk menghitung diameter pad digunakan rumus :

$$W = P \times A \times 0.1 \times 1/S$$

$$7.5 \times 9.81 = 30 \times A \times 0.1 \times 1/8$$

$$A = 75.575 / 0.375$$

$$A = 196.2$$

$$\text{Untuk } A = \pi/4 \cdot D^2$$

$$196.2 = 0.785 D^2$$

$$D = \sqrt{249.8}$$

$$D = 15.8 \sim 16 \text{ cm.}$$

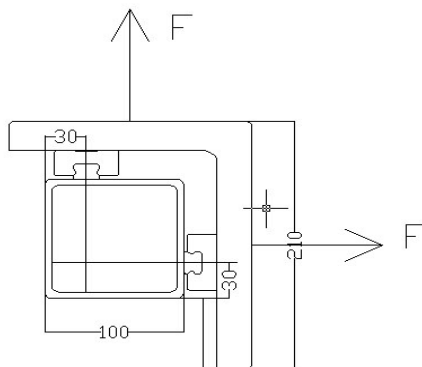
$$= 160 \text{ mm}$$

Karena untuk pengangkatan ini menggunakan dua buah Pad sebagai pengangkat utama dan dua buah pad sebagai pembantu maka diameter yang didapat bisa dibagi dua menjadi 80mm atau 8cm. Dari catalogue Koganei didapat type vacuum pad KPHF dengan diameter 80mm dan berat 224 g.

Karena menggunakan 4 vacuum pad maka total berat keseluruhan vacuum pad adalah $224 \times 4 = 896 \text{ g} = 0.896 \text{ kg}$.

4.4. Pemilihan Linier motion Rail dan Block

4.4.1 Linier motion pada block slider



Gambar 4.11. Linier Motion pada Blok slider

Dengan konstruksi diatas maka pembebanan yang terjadi pada linier motion block adalah momen akibat beban benda kerja dan beban komponen arm, pad holder dan vacuum pad dan gaya tarik menjauh akibat proses berputar yang dapat dihitung sbb :

1. Momen akibat berat

Momen ini dihitung hanya pada satu sisi untuk pembebanan dilinier motion di sisi yang bersangkutan.

$M_a =$ berat arm x jarak titik berat ke LM + berat arm holder x jarak titik berat ke LM + berat pad holder x jarak titik berat ke LM + berat pad dan benda kerja x jarak titik berat ke LM.

$$= 0.77 \times 222.5 + 0.188 \times 2.5 + 1.24 \times 410 + (0.448 + 7.5) \times 410$$

$$= 3939 \text{ kg.mm} = 3.939 \text{ kg.m} = 38.64 \text{ N.m}$$

2. Gaya tarik akibat proses yang berputar

$$T = F \cdot L$$

$$F = T/l$$

Untuk l di titik beban = 509mm dan torsi yang didapat 18.432 N.m

Maka didapatkan harga

$$F = 18.432/0.509$$

$$= 36.2 \text{ kg.}$$

Dari pembebanan diatas dan dengan melihat kataloge THK linier motion sistem didapatkan bahwa dengan konstruksi 4 block yang dipilih maka linier motion yang terkecilpun (type HSR-RM) dapat digunakan (THK catalogue terlampir). Sehingga pemilihan lebih ditentukan oleh kesesuaian dimensi.

Dari kataloge THK didapat type yg sesuai dengan konstruksi ini adalah type SHS 15LV

Dengan kapasitas sebagai berikut :

a. Basic load rating

$$C = 12500 \text{ N}$$

$$C_0 = 31900 \text{ N}$$

b. Permissible moment load

$$M_a = 1010 \text{ N.m (dua block tandem)}$$

$$M_b = 1010 \text{ N.m (dua block tandem)}$$

$$M_c = 230 \text{ N.m (satu block)}$$

Dari hasil perhitungan ini kita juga dapat menguji diameter poros yang telah di asumsikan sebelumnya. Dengan nilai yang di ketahui ($\tau_b = 66 \text{ kg/mm}^2$) adalah:

Tegangan geser yang di jinkan (τ_a) yang diambil dari kekuatan tarik (τ_b)

dengan perhitungan $\tau_a = \tau_b / (sf_1 \times sf_2)$

dimana $sf_1 = 6.0$ dan $sf_2 = 1.3$ (*Elemen mesin, Sularso hal 8*)

$$\text{Jadi } \tau_a = 66 / (6 \times 1.3)$$

$$= 8.46 \text{ kg/mm}^2$$

Maka rumus mencari diameter poros dapat menggunakan :

$$\tau_a = 5.1T/D^3, \text{ atau}$$

$$D = \sqrt[3]{5.1T / \tau_a}$$

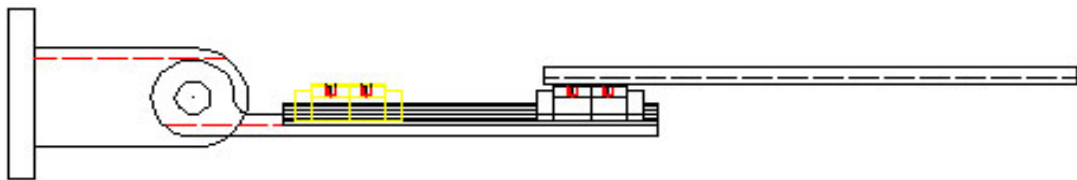
$$= \sqrt[3]{5.1 \times 18432 / 8.46}$$

$$= 22.315 \text{ mm.}$$

Tapi untuk menyesuaikan dengan konstruksi yang menggunakan besi kotak

100 x 100 maka dipilih diameter poros sebesar 60mm.

4.4.2. Linier motion pada moving arm.



MOVING ARM

Gambar 4.12. moving arm

Pada komponen ini linier motion sistem hanya menerima beban kecil yang terdiri dari gaya berat sliding arm, pad holder, vacuum pad dan sedikit berat carton box karena berat utama di tanggung oleh fix arm.

Total berat yang ditanggung oleh linier motion sistem ini adalah:

Berat sliding arm + Pad holder + vacuum pad + 50% berat karton box

$$= 0.42\text{kg} + 1.24\text{kg} + 0.448\text{kg} + 3.75\text{kg}$$

$$= 5.85 \text{ kg.}$$

Pemilihan untuk linier motion ini bisa langsung ditentukan dengan melihat katalogue dan menyesuaikan dengan dimensi arm.

Dari katalogue THK didapat type HSR 12R M dengan kapasitas :

a. Basic load rating :

- $C = 4700\text{N}$
- $C_o = 8530\text{N}$

b. Static permissible moment (untuk 2 blok tandem) :

- $M_a = 200 \text{ N.m}$
- $M_b = 200 \text{ N.m}$
- $M_c = 52 \text{ N.m}$ (untuk 1 blok)

4.5 Pemilihan bearing.

Mesin ini menggunakan 2 buah bearing yang satu sebagai penyangga beban axial dan satu sebagai penyeimbang dengan tahanan beban radial.

Dalam system ini pembebanan yang diterima oleh bearing adalah beban axial dari berat komponen yang disangga dan beban radial akibat gaya berputar. Karena beban axial dari system ini lebih besar maka bearing yang teratas dipilih yang bisa menahan beban axial dengan baik . Dari catalogue NSK didapatkan type bearing dengan rol kerucut mempunyai kemampuan menahan beban axial yang cukup baik. Untuk bearing penyeimbang dan tahanan radial digunakan rol bearing.

Dari perhitungan massa komponen-komponen sebelumnya didapat total berat yang disangga oleh bearing adalah berat pilar + berat arm fix dan bergerak + pad holder + blok slider + berat vacuum pad. Gaya ini merupakan beban axial yang terjadi pada bearing.

Jadi dapat dituliskan gaya-gaya yang bekerja pada bearing adalah :

1. Gaya axial (F_a)

= massa pilar + massa poros + Massa arm + massa pad holder + massa slider
block + berat vacuum pad + berat carton box

$$= 32.63 + 0.958 + 1.24 + 6.1 + 7.72 + 0.896 + 7.5$$

$$= 57.044 \text{ kg.}$$

2. Gaya Radial (Fr)

$$= \text{gaya akibat proses berputar} = 34.9 \text{ kg.}$$

Untuk mencari beban equivalen dinamis maka dapat digunakan perhitungan :

$$P = X_{fr} + Y_{fa} \text{ dimana :}$$

$$X = 0.4 \text{ dan } Y = Y_1 = 1.5$$

Jadi :

$$P = (0.4 \times 34.9) + (1.5 \times 57.044)$$

$$= 99.526 \text{ kg.}$$

Dengan menyesuaikan dimensi terhadap poros yang dipilih, maka digunakan ukuran bearing rol kerucut dengan diameter dalam (d) = 60mm dan diameter luar (D) = 100mm dengan kode HR33112J (NSK katalog hal B122)

Dengan data sebagai berikut :

a. Basic load rating :

$$- C_r = 115000 \text{ N}$$

$$- C_{or} = 166000 \text{ N}$$

b. Axial load factor :

$$- Y_1 = 1.5$$

$$- Y_0 = 0.83$$

dan single- row deep groove rol bearing dengan diameter dalam (d) = 60mm dan diameter luar (D) = 95mm dengan kode 16012 (NSK katalog hal B12).

Dengan data sebagai berikut :

Basic load rating :

- $C_r = 20000 \text{ N}$
- $C_{or} = 17500 \text{ N}$

3. Umur bearing

Dengan kebutuhan untuk berputar selama 5 detik untuk 90° maka satu putaran (360°) ditempuh dalam waktu 20 detik. Ini berarti dalam satu menit kecepatan putar adalah 3 rpm.

a. Bearing rol kerucut

faktor kecepatan (f_n) :

$$F_n = (33.3/n)^{3/10}$$

$$= 2.05$$

faktor umur (f_h) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$f_h = f_n \times (C/P)$$

$$= 2.05 \times (11700/99.526)$$

$$= 240.992$$

Umur nominal (L_h) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$L_h = 500 \times f_h^{10/3}$$

$$= 500 \times 240.992^{10/3}$$

$$= 3.627 \times 10^{10}$$

b. Bearing rol tunggal

Faktor kecepatan (f_n)

$$F_n = (33.3/n)^{1/3}$$

$$= 2.21$$

faktor umur (f_h) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 f_h &= f_n \times (C/P) \\
 &= 2.21 \times (3000/99.526) \\
 &= 66.7
 \end{aligned}$$

Umur nominal (Lh) dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 L_h &= 500 \times f_h^{10/3} \\
 &= 500 \times 66.7^{10/3} \\
 &= 593347383
 \end{aligned}$$

4.6. Pemilihan rotary actuator.

Proses berputar yang dilakukan pada penempatan carton box pada unit lemari es dan showcase dilakukan oleh komponen rotary actuator.

Dengan Torsi yang dibutuhkan untuk proses berputar = 18.432 N.m maka dengan melihat pada katalogue digital SMC didapatkan type Rotary Actuator model CVRA1 (rack pinion type) dengan kode model :

CDVRA1LS100-90C-25H

Dengan data-data sebagai berikut :

Type : CRA1

Mounting : Foot mounting, built in magnet

Shaft : Single shaft

Size : 100

Rotation angle : 90°

Solenoid valve : double

Voltage : 24 Volt DC dengan kabel panjang 600mm.

Output Torque : 74 N.m pada operating pressure 0.5 Mpa.

Weight : 9.9 kg

4.7. Pemilihan motor untuk proses angkat

Proses mengangkat dan menurunkan carton box pada sistem ini dilakukan oleh gear motor yang dilengkapi brake dengan menggunakan transmisi gear dan rantai rol.

Gaya yang dibutuhkan untuk proses angkat adalah harus lebih besar dari beban yang akan diangkat. Berat beban yang akan diangkat pada proses angkat adalah

- a. Berat slider blok + berat block (6.1 kg + 1.16= 7.26kg)
- b. Berat lengan tetap (fix arm) dan lengan bergerak (moving arm)+LM=3.238kg
- c. Berat pad holder = 1.24kg
- d. Berat vacuum pad = 0.896kg
- e. Berat karton box.= 7.5kg

Jadi total berat yang akan diangkat = gaya radiak pada sproket $F_b =$

$$7.26 + 3.238 + 1.24 + 0.896 + 7.5$$

$$F_b = 20.134 \text{ kg}$$

Dari data diatas dapat dihitung tegangan rantai efektif (K_b):

$$K_b = F_b/f_b, \text{ dimana}$$

$$F_b = \text{Gaua radial pada gear}$$

$$K_b = \text{Tegangan rantai efektif}$$

$f_b =$ faktor rantai (dari tabel katalag bearing asahi nilai $f_b = 1.25-1.5$) untuk aman diambil angka 1.5. karena putaran yang sangat pelan.

$$\text{Jadi didapat nilai } K_b = 20.134/1.5 = 13.42\text{kg} = 131.65 \text{ N}$$

Untuk sproket pada poros motor ditentukan diameter 80mm maka maka dapat dihitung torsi pada sproket dengan perhitungan :

$$R = T/Kb$$

$T = R.Kb$, dimana :

R = jari-jari efektif sproket (m)

T = Torsi pada sproket (N.m)

Kb = Tegangan rantai efektif (N)

Jadi torsi yang terjadi pada sproket adalah :

$$0.08 \times 131.65$$

$$= 10.53 \text{ N.m}$$

Dari nilai torsi ini dapat dihitung besaran daya (P) yang dibutuhkan dengan persamaan:

$P = T.n/9555$ dimana :

P = daya (KW)

T = torsi (N.m)

n =putaran poros.(di tentukan motor 1 phase dengan putaran 1420 rpm dengan rasio reduksi 1:50.Dari tabel didapat output putaran setelah direduksi adalah 30rpm.

$$\text{Jadi } P = 10.53 \times 30/9555$$

$$= 0.033 \text{ Kw}$$

$$= 33 \text{ Watt.}$$

Dari katalog GTR gear motor didapat type motor G3LM-18-50-100 dengan data sebagai berikut :

Type : G3 paralel shaft 3 phase

Daya : 100 watt = 0.1kW

N : 1420 rpm

Reduction ratio : 1:50

Torsi : 29 N.m

Current : 2.7A

Massa : 7.5 kg

4.8. Pemilihan silinder pneumatik untuk moving arm

4.8.1. Silinder untuk gerak putar.

Torsi yang dibutuhkan untuk memutar moving arm dapat dihitung dari perkalian momen inersia dengan kecepatan sudut.

Waktu putar yang diharapkan untuk arm ini maksimum 2.5 detik untuk putaran 90°.

$T = I \times \omega$, dimana ω adalah $2\theta/t^2$, maka :

$$T = I \times 2\theta/t^2$$

Pada perhitungan sebelumnya didapat momen inersia untuk moving arm adalah 0.078 kg.m².

Jadi torsi yang terjadi adalah :

$$= 0.078 \times 2 \times 90/2.5^2$$

$$= 2.24 \text{ N.m}$$

Dari harga ini didapatkan gaya dengan persamaan :

$F = T/r$ dimana r adalah jarak titik putar ke titik berat beban yaitu

338mm.

Jadi :

$$F = 2.24/0.338$$

$$= 6.6 \text{ N}$$

Untuk $P = 0.5 \text{ Mpa}$, maka

$$A = F/P = 6.6/0.5$$

$$= 13.4 \text{ mm}^2$$

$$A = \pi/4 D^2$$

$$13.4 = 0.785 D^2$$

$$D = \sqrt{17.07}$$

$$= 4\text{mm}$$

Dari katalog SMC dipilih silinder type CDJ2KD16-200-A80C dengan data data sebagai berikut :

Type : CJ2K double acting cylinder.

Mounting : double clevis

Diameter : 16mm

Stroke : 200

Built in magnet and c/w auto switch.

Untuk menghitung gaya tekan silinder dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$F = \eta \times A \times P \text{ dimana :}$$

F = gaya tekan

η = rasio beban (dari katalog SMC didapat nilai 1)

A = Luasan piston (dari table SMC untuk diameter 16mm A=201mm²)

P = tekanan kerja. (diambil tekanan kerja 0.5 Mpa)

Jadi gaya tekan silinder adalah :

$$1 \times 201 \times 0.5$$

$$= 100.5\text{N}$$

$$= 10.24 \text{ Kg.}$$

4.8.2. Silinder untuk gerakan linier pada sliding arm

Silinder pada komponen ini hanya dibutuhkan untuk mengembalikan posisi sliding arm pada posisi terjauh.. Gaya yang dibutuhkan untuk mengembalikan sliding arm adalah

$F = \mu W$ dimana :

F = Gaya tekan

μ = koefisien gesekan

W = berat beban (berat sliding arm + pad holder + berat pad) =
2.108kg.

Dari katalog THK didapat bahwa koefisien gesekan untuk linier motion guide adalah 0.002 – 0.003. untuk aman diambil 0.003.

Jadi gaya untuk mengembalikan sliding arm adalah :

$= 0.003 \times 2.108$

$= 0.0063 \text{ kg}$.

Dilihat dari gaya yang sangat kecil maka pilihan untuk silinder yang terkecilpun dapat digunakan. Untuk pergerakannya dibutuhkan stroke 100mm. Dari katalog SMC dipilih silinder dengan type : CDJ2KF16-100T

Dengan data sebagai berikut :

Type : CJ2K single acting with spring extend

Mounting : front flange

Diameter : 10mm

Stroke : 100mm

Built in magnet c/w auto switch

Gaya spring : 3.53N = 0.36kg.

4.9. Perhitungan baut

4.9.1. Baut pengikat arm ke slider block.

Material yang digunakan ditentukan adalah S45C dengan $\sigma_b = 58$ kg/mm².

Gaya yang bekerja (W) adalah gaya berat arm + pad holder + sliding arm+ LM + vacuum pad +50% berat carton box = 7.718kg. sf dik adalah 6.

$$\begin{aligned}\sigma_a &= \sigma_b / sf \\ &= 58 / 6 \\ &= 9.66 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tau_a &= 0.5 \sigma_a \\ &= 0.5 \times 9.66 \\ &= 4.83 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Untuk mencari diameter baut dipakai persamaan :

$$\begin{aligned}D &= \sqrt{4 \cdot W / \pi \cdot \tau_a \cdot 0.64} \\ &= \sqrt{4 \times 7.718 / 3.14 \times 4.83 \times 0.64} \\ &= \sqrt{3.18} \\ &= 1.78 \text{ mm.}\end{aligned}$$

Karena menggunakan 4 baut maka diameter minimal perbaut adalah $1.78 / 4 = 0.445$ mm.

Dari perhitungan ini didapatkan bahwa dengan konstruksi yang dibuat maka baut yang paling kecil sekalipun dapat digunakan.

Untuk menyesuaikan dengan konstruksi dipilih baut M6 x 25mm.

4.9.2 Baut pengikat pad holder ke arm/slider arm

Material yang digunakan ditentukan adalah S45C dengan $\sigma_b = 58$ kg/mm².

Gaya yang bekerja (W) adalah pad holder + vacuum pad +50% berat carton box = $0.448+1.24+(0.5 \times 7.5) = 5.438$ kg. sf dik adalah

$$\begin{aligned}\sigma_a &= \sigma_b / sf \\ &= 58 / 6 \\ &= 9.66 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tau_a &= 0.5 \sigma_a \\ &= 0.5 \times 9.66 \\ &= 4.83 \text{ kg/mm}^2\end{aligned}$$

Untuk mencari diameter baut dipakai persamaan :

$$\begin{aligned}D &= \sqrt{4 \cdot W / \pi \cdot \tau_a \cdot 0.64} \\ &= \sqrt{4 \times 5.438 / 3.14 \times 4.83 \times 0.64} \\ &= \sqrt{2.24} \\ &= 1.5 \text{ mm.}\end{aligned}$$

Karena menggunakan 4 baut maka diameter minimal perbaut adalah $1.5/4 = 0.375$ mm.

Dari perhitungan ini didapatkan bahwa dengan konstruksi yang dibuat maka baut yang paling kecil sekalipun dapat digunakan.

Untuk menyesuaikan dengan konstruksi dipilih baut M5 x 25mm dengan mur.

BAB V

KESIMPULAN DAN PENUTUP

Beberapa hal dapat disimpulkan pada perancangan alat ini yaitu :

- Alat ini efektif digunakan untuk pemasangan karton box besar dimana orang akan mengalami kesulitan pada pemasangannya dan membutuhkan lebih dari 1 operator
- Proses total yang stabil yang bisa diselesaikan dalam waktu yang singkat sehingga dapat meningkatkan efisiensi produksi.
- Dalam jangka panjang lebih ekonomis karena bisa mengurangi operator.
- Perlu diamati kendala-kendala seperti putaran yang kurang stabil dan lain-lain serta dicarikan langkah-langkah perbaikan.
- Sistem supply angin harus stabil untuk mendapatkan standar proses yang diinginkan.

Akhirnya tak lupa penulis dengan penuh kerendahan hati mengharapkan masukan-masukan dari semua pihak demi perbaikan alat ini dan diharapkan alat ini suatu waktu dapat di aplikasikan di dproses pengepakan dalam suatu industri manufacturing.

DAFTAR REFERENSI

1. Ach Muhib Zainuri. **Mesin Pemindah Bahan Material Handling Equipment**.
CV Andy Offset (Penerbit ANDI), Jakarta, 2006.
2. Koganei Corporation. **General catalog of air treatment, auxiliary vacuum**.
Catalog_No. EGUA001, Japan, 1996.
3. NSK Ltd. **Rolling Bearings** . CAT. No. E1101e 2002E-11, Japan, 1996.
4. Suharto. **Dinamika dan Mekanika untuk perguruan tinggi**. cetakan pertama,
Penerbit Rineka Cipta, Jakarta, Des 1991.
5. Sularso, dan Suga , Kiyokatsu. **Dasar Perencanaan dan Pemilihan Eleven
Mesin**. cetakan kesebelas , Pradnya Paramita, Jakarta, 2004.
6. SMC Pneumatics (SEA) Pte. Ltd. **SMC Automation Solutions Software**
Version G
7. Tata Surdia, dan Saito, Shinroku. **Pengetahuan Bahan Teknik** . cetakan
keempat , Pradnya Paramita Jakarta, 1999.
8. THK Co, Ltd. **THK Miniature Series (THK LM System)**. Catalogue 250-2E,
Japan, 1999.

DAFTAR SIMBOL

No	Simbol	Keterangan	Satuan
1.	A	Luasan	[m ²]
2.	D	Diameter	[m]
3.	F	Gaya	[N]
3.	I	Inersia luasan	[M ⁴]
4.	M	Massa	[Kg]
5.	P	Tekanan	[Pa]
6.	W	Berat	[N]
7.	R	Jari-jari	[m]
8.	S	Jarak	[m]
9.	T	Torsi	[Nm]
10.	ω	Kecepatan sudut	[Rad/ dtk]
11.	\square	Sudut	[°]
12.	τ	Tegangan	[Kg/ m ²]
13.	Lh	Umur Bearing	[Jam]
14.	P	Daya	[Kw]

