

# PERANCANGAN *TROLLEY* UNTUK *CYLINDER HEAD* KAPASITAS 600KG PADA PT. XYZ

Satrio Dharmawan<sup>\*\*\*\*</sup>, Nafsan Upara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta.

<sup>2</sup>Dosen Pembimbing Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta.

**ABSTRAK.** Perusahaan yang bergerak pada bidang perakitan mobil mempunyai beberapa tahapan proses sampai akhirnya menjadi produk utuh sebuah mobil yang siap di pasarkan. Untuk menjadi sebuah produk jadi yang siap dipasarkan, *part-part* yang digunakan pada proses perakitan pun wajib memiliki kualitas yang sangat baik tanpa adanya kecacatan pada part untuk menjaga kualitas dari produk. Berbicara tentang kualitas, banyak faktor yang dapat mengakibatkan kualitas *part* menjadi tidak baik. Seperti pada saat *material handling part* yang akan di *prepare* oleh *logistic* sebagai penanggung jawab dari mulai *preparation* sampai proses *delivery* ke *mainline*. Proses *material handling* ini perlu didukung alat bantu yang membantu mempermudah pekerjaan dan otomatis menjaga kualitas part yang akan di *prepare*. Salah satu alat bantu yang digunakan adalah *trolley*. *Trolley* ini digunakan pada saat proses *preparation* dan pada saat proses *delivery* ke *mainline*. Karena itu diperlukan rancangan *trolley* yang baik dan kuat untuk mendukung proses dari *material handling* agar kualitas part tetap terjaga.

Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode *Verein Deutscher Ingenieur* (VDI). Proses penggambaran dan analisa kekuatan *trolley* ini menggunakan software *solidworks*. Berdasarkan hasil simulasi dengan gambar 3D, *trolley* ini mampu menahan beban sebesar 600 kg.

Kata kunci— *Trolley, Material handling, VDI 2221*

## PENDAHULUAN

*Material Handling* adalah suatu seni dan ilmu pengetahuan mengenai pemindahan, pengepakan dan penyimpanan semua jenis/bentuk *material* atau bahan yang terjadi di suatu area kerja. Tulang punggung *system material handling* terletak pada peralatan *material handling*. Peralatan *material handling* bisa dibagi menjadi dua jenis, yaitu Manual *Material Handling* dan Automatic *Material Handling*. Aktifitas *material handling* di berbagai perusahaan manufaktur pada saat ini sangat disoroti karena dapat berpengaruh pada kualitas dari *part* yang dalam masa penanganannya kurang diperhatikan. Untuk mendukung pekerjaan ini dibutuhkan alat-alat yang dapat membantu dan mempermudah ketika proses dari *material handling* ini berlangsung seperti *trolley*.

*Trolley* sangat membantu dalam pekerjaan ini karena dapat dipergunakan untuk mempermudah dalam meletakkan, pengiriman, dan secara *mobile* dapat dipindahkan dengan mudah tanpa kendala dan tentunya tanpa mengesampingkan dari faktor ergonomi nya juga. Banyak dijumpai jenis jenis *trolley* di perdagangan, sesuai dengan fungsinya seperti membawa barang-barang seperti di supermarket, mall, gudang-gudang seperti tempat penyimpanan galon air mineral, dan lain lain. *Trolley* juga digunakan untuk fungsi-fungsi khusus seperti mengangkat dan memindah hasil hasil produksi, pada pabrik otomotif, *trolley* umumnya digunakan untuk mengangkat *part-part* yang akan di rakit (asembli) menjadi suatu barang atau mesin yang utuh. Untuk kebutuhan mengangkat dan memindahkan *cylinder head* sebagaimana diperlihatkan pada contoh gambar 1.1 juga membutuhkan *trolley*.



• Gambar 1. *Cylinder Head Assy* Honda K20A 2.0 Ltr  
(sumber : engine honda K20A)

*Cylinder head* yang demikian mempunyai bentuk, ukuran, dan berat lebih dari 600 kg akan di rakit ke *block cylinder* sehingga terbentuk suatu engine utuh. Kebutuhan *trolley* untuk mengangkut dan memindahkan *cylinder head* harus kuat, stabil dan aman. Untuk maksud tersebut dibutuhkan suatu *trolley* yang dirancang khusus untuk itu. Setiap *trolley* untuk masing-masing *part* atau bagian berbeda bentuknya jadi tidak bisa dipakai untuk part lainnya termasuk *trolley* untuk *cylinder head*, sehingga penelitian ini akan merancang *trolley* yang di khususkan untuk mengangkut dan memindahkan *cylinder head* ke *line* produksi agar kualitas, keamanan (*safety*) dan stok terjaga saat asembli menjadi suatu mesin utuh.

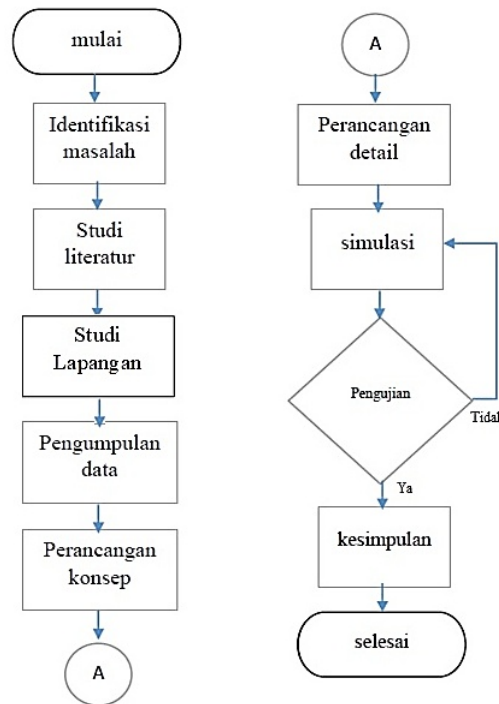
### Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dan manfaat dari penulisan ini adalah :

- Menghasilkan rancangan *trolley* untuk mengangkut dan memindahkan *cylinder head*
- *Trolley* harus memenuhi persyaratan kuat dan ergonomik (aman)
- Mengurangi beban operator dalam proses pemindahan dan penyimpanan sementara di *engine unpacking area*.
- Menambah produktifitas dan efisiensi dalam bekerja di *engine area unpacking*

### METODOLOGI PENELITIAN

Berikut ini adalah alur rencana dari proses Perancangan *Trolley* Untuk *Cylinder Head* Kapasitas 600 kg.



Gambar 2. Diagram Alir Proses Perancangan *Trolley* Untuk *Cylinder Head* kapasitas 600 kg

### Penguraian Diagram Alir Proses Perancangan

Berikut ini adalah penguraian dari setiap proses yang dilakukan pada diagram alir proses perancangan :

- **Identifikasi Masalah**  
Mengumpulkan teori dan jurnal yang berhubungan dengan perancangan *trolley* demi memahami karakteristik *trolley* yang baik, agar kinerja *trolley* dapat optimal dan berpengaruh signifikan terhadap jalannya proses *material handling*
- **Studi literatur**  
Studi literatur digunakan untuk memahami dasar-dasar teori yang berhubungan dengan perancangan untuk *trolley cylinder head* Sehingga diharapkan mampu memberikan gambaran dalam pembuatan desain alat.
- **Studi Lapangan**  
Studi lapangan merupakan salah satu proses pengumpulan data proses kerja melalui observasi/pengamatan dan wawancara dalam proses memperoleh keterangan atau data dengan cara langsung turun ke lapangan dan mengamati pekerjaan yang dilakukan.
- **Pengumpulan data**  
Pengumpulan data bertujuan untuk mendapatkan informasi-informasi tentang perancangan *trolley cylinder head*
- **Perancangan Konsep**  
Metode perancangan yang digunakan adalah VDI 2221 (*Verein Deutscher Ingenieure*), maka perlu membuat beberapa konsep perancangan dari *trolley* yang ditunjukkan untuk mendapatkan desain *trolley* yang terbaik dan optimal penggunaannya
- **Perancangan detail**  
Merancang geometri dan dimensi *trolley* yang terpilih dari desain varian. Bentuk dan konsep yang akan diaplikasikan kedalam desain *trolley* sesuai konsep solusi yang telah dibuat
- **Simulasi**  
Usaha ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan alat uji yang telah dibuat, apakah sudah memenuhi keinginan atau belum. Simulasi dilakukan beberapa kali untuk mendapatkan hasil yang baik.
- **Analisa Perancangan**  
Menganalisa bagian-bagian mana saja yang mengalami titik kritis dalam setiap varian desain yang telah di buat dan mencari yang terbaik dari analisa tersebut.
- **Kesimpulan**  
Setelah data diambil kemudian dilakukan analisa terhadap hasil simulasi, maka akan didapatkan suatu kesimpulan yang bisa diambil dengan berdasarkan atas data-data yang telah ada.

**PROSES PERANCANGAN**

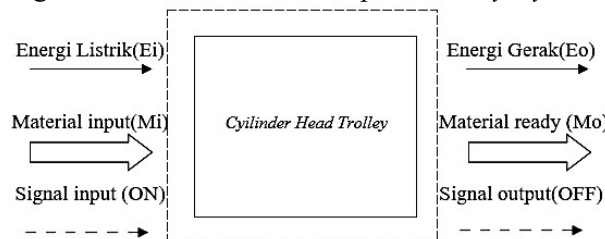
**a. Pemilihan Rancangan**

Dalam proses perancangan *Trolley Cylinder Head* ini penulis menggunakan metode VDI 2221 yang dianggap lebih efektif untuk menyelesaikan permasalahan dan mengoptimalkan penggunaan material, teknologi dan keadaan ekonomi. Pada proses ini penulis akan mendapatkan data berupa gambar *cylinder head* ini. Pada proses perancangan harus diperhatikan dalam setiap tahapnya, berikut ini adalah tahapan perancangan *trolley* untuk *cylinder head* kapasitas 600 kg menggunakan metode VDI 2221:

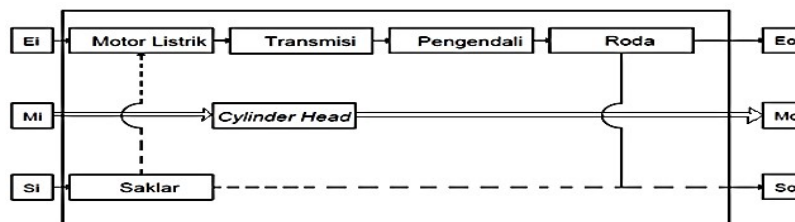
Setelah masalah utama diketahui, selanjutnya dibuat struktur fungsi secara keseluruhan. Struktur fungsi ini digambarkan dengan diagram blok yang menunjukkan hubungan masukan (*input*) dan keluaran (*output*). Masukan dan keluaran berupa aliran energi, material dan sinyal. Dalam pengertian fungsi terdiri dari unsur berikut:

- Fungsi keseluruhan
- Sub fungsi keseluruhan

Fungsi keseluruhan dibuat setelah kita menentukan tugas dari bagian yang dirancang secara keseluruhan. Fungsi keseluruhan ini kemudian diuraikan menjadi beberapa sub fungsi yang mempunyai tingkat kesulitan yang rendah. Tahap pertama yang dibuat adalah mekanisme pada *Trolley Cylinder Head* Kapasitas 600kg.



Gambar 3.Black Box



Gambar 4.Struktur Fungsi Keseluruhan

- Keterangan:
- Ei = Energi Listrik
  - Eo = Energi Gerak
  - Mi = Material masuk
  - Mo = Material ready
  - Si = Sinyal ON
  - So = Sinyal OFF

Dasar pemecahan masalah diperoleh dengan mencari prinsip solusi dari masing-masing sub fungsi. Dalam tahap ini dicari sebanyak mungkin variasi solusi. Metode pencarian prinsip solusi dibagi kedalam 3 (tiga) kategori yaitu:

- Metode Konvensional
- Metode Intuitif
- Metode Kombinasi

Dalam proses ini perancangan menggunakan metode kombinasi solusi masalah diperoleh dengan melakukan pemilihan terhadap minimal satu prinsip satu solusi untuk setiap sub fungsi. Berikut ini adalah tabel pembuatan prinsip solusi pada Perancangan *Trolley* Untuk *Cylinder Head* Kapasitas 600 kg.

Tabel 1.Pemilihan Kombinasi Prinsip Solusi (a)Bagan a, (b)Bagan b

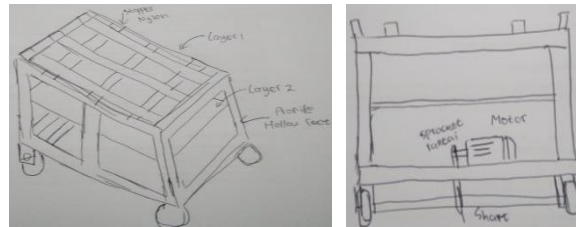
| No. | Prinsip solusi | Varian 1                | Varian 2             | Varian 3           |
|-----|----------------|-------------------------|----------------------|--------------------|
| 1   | Rangka         | Hollow rectangle<br>1.1 | Hollow circle<br>1.2 | Profil siku<br>1.3 |
| 2   | Joint          | Las<br>2.1              | Paku keling<br>2.2   | Baut<br>2.3        |
| 3   | Motor          | Motor Listrik<br>3.1    |                      |                    |
| 4   | Transmisi      | Belt Pulley<br>4.1      | Chain drive<br>4.2   |                    |
| 5   | Shaft          | Shaft<br>5.1            | Stepped Shaft<br>5.2 |                    |

|   |         |                           |                           |                |
|---|---------|---------------------------|---------------------------|----------------|
| 6 | Bearing | Roller bearing<br>6.1     | Ball Bearing<br>6.2       |                |
| 7 | Stoper  | Nylon<br>7.1              | karet<br>7.2              |                |
| 8 | Layer   | Kayu<br>8.1               | Plat stainless<br>8.2     | akrilik<br>8.3 |
| 9 | Roda    | Roda lapisan karet<br>9.1 | Roda tanpa lapisan<br>9.2 |                |

Dari hasil kombinasi prinsip solusi yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya, didapatlah data varian terbaik sebagai berikut.

Varian 1 : 1.1, 2.1, 3.1, 4.2, 5.1, 6.2, 7.1, 8.2, 9.1



Gambar 3. Sketsa Varian Terbaik Dari Prinsip Solusi *Cylinder Head Trolley* Varian 1

### b. Rancangan Detail

Sebagai acuan untuk membuat sebuah perancangan *trolley* untuk *cylinder head* kapasitas 600 kg harus diketahui dimensi dan berat dari *cylinder head*.



Gambar 3. Identitas Part

Keterangan :

1. *CYLINDER HEAD* : Nama part yang menjadi acuan pembuatan *trolley*
2. *QTDE 6 pc* : Total kuantiti dalam 1 palet ada 6 pcs *cylinder head*
3. *PESO TOTAL* : Berat total dari 6 pcs *cylinder head*

Bahan rangka : ASTM A36

Size : 60mm × 40mm dan 40mm × 40mm

Tebal : 3,2 mm

1. Mencari daya motor listrik

$$\begin{aligned} \text{Massa total} &= \text{massa rangka} + \text{massa beban maksimal} \\ &= 204,62 \text{ kg} + 390 \text{ kg} = 594,62 \text{ kg} \gg 600 \text{ kg} \end{aligned}$$

Koefisien gesek (Fs) dapat di hitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 F_s &= W \times \mu \\
 &= m \times g \times \mu \\
 &= 600 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 0,012 \\
 &= 70,632 \text{ N} : 4 \text{ pcs Roda} \\
 &= \frac{70,632 \text{ N}}{4} \\
 &= 17,658 \text{ N (perhitungan ini dilakukan untuk mendukung perhitungan beban total)}
 \end{aligned}$$

Tahanan guling Tahanan guling akan bereaksi pada beban alat sehingga timbul tahanan guling, nilai rata-rata tahanan guling dapat dilihat pada tabel 1. *rolling resistance coefficient*

Tabel 1. *Rolling Resistance Coefficient*

| Rolling Resistance Coefficient |                     |                                      |
|--------------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| c                              | c <sub>r</sub> (mm) |                                      |
| 0.001 - 0.002                  | 0.5                 | railroad steel wheels on steel rails |
| 0.001                          |                     | bicycle tire on wooden track         |
| 0.002 - 0.005                  |                     | low resistance tubeless tires        |
| 0.002                          |                     | bicycle tire on concrete             |
| 0.004                          |                     | bicycle tire on asphalt road         |
| 0.005                          |                     | dirty tram rails                     |
| 0.006 - 0.01                   |                     | truck tire on asphalt                |
| 0.008                          |                     | bicycle tire on rough paved road     |
| 0.01 - 0.015                   |                     | ordinary car tires on concrete       |
| 0.03                           |                     | car tires on tar or asphalt          |
| 0.04 - 0.08                    |                     | car tire on solid sand               |
| 0.2 - 0.4                      |                     | car tire on loose sand               |

Tahanan guling (Fr) dapat di hitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 F_r &= C_{rr} \times W \\
 &= C_{rr} \times m \times g \\
 &= 0,03 \times 600 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\
 &= 176,58 \text{ N (perhitungan ini dilakukan untuk mendukung perhitungan beban total)}
 \end{aligned}$$

Beban total adalah penjumlahan antara gaya gesek (Fs) ditambah dengan tahanan guling (Fr).

Beban total (F) dapat dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 F &= F_s + F_r \\
 &= 17,658 \text{ N} + 176,58 \text{ N} \\
 &= 194,238 \text{ N (hasil dari perhitungan yang dilakukan sebelumnya)}
 \end{aligned}$$

Daya motor yang diinginkan diperoleh dengan mengalikan beban total (F) dengan kecepatan (V). Kecepatan diperoleh dari asumsi yang diinginkan. Untuk troli bermesin kecepatan yang diinginkan saat membawa barang di jalan aspal adalah 5 km/jam.

Daya motor yang diinginkan dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 P &= F \times v \\
 &= 244,9952 \text{ N} \times 5 \text{ km/jam} \\
 &= 244,9952 \text{ N} \times \frac{5 \times 1000}{3600} \text{ m/s} \\
 &= 269,775 \text{ Watt (Perhitungan yang dilakukan untuk menentukan daya motor yang sesuai dengan rancangan)}
 \end{aligned}$$

Jadi daya yang dibutuhkan untuk troli bermesin adalah 269.775 Watt. Sedangkan daya pada mesin yang mendekati dari hasil tersebut adalah motor dengan model ME100LB-4 yang mempunyai daya 3 kW. Dapat dilihat pada tabel 2. Spesifikasi Motor Listrik (Katalog by PT.Cakra Adji Gunung)

Tabel 2. Spesifikasi Motor Listrik (Katalog by PT.Cakra Adji Gunung)

| MODEL    | Rated Output<br>kW | Rated Speed<br>rpm | IL<br>300V<br>(Amp) | IL<br>400V<br>(Amp) | IL<br>415V<br>(Amp) | IPV    | Power<br>Factor | Rated<br>Torque<br>(Nm) | IS<br>TN | ISMR<br>TN | IS<br>TR | Net<br>Weight<br>(kg) |      |
|----------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|-----------------|-------------------------|----------|------------|----------|-----------------------|------|
| ME100A-4 | 0.55               | 0.75               | 1400                | 1.57                | 1.41                | 1.44   | 71.0            | 0.70                    | 3.8      | 2.2        | 2.2      | 3.5                   | 14   |
| ME100B-4 | 0.75               | 1                  | 1400                | 2.28                | 1.98                | 1.91   | 72.1            | 0.76                    | 5.2      | 2.2        | 2.2      | 5.5                   | 17   |
| ME100C-4 | 1.1                | 1.5                | 1400                | 2.89                | 2.75                | 2.45   | 75.0            | 0.77                    | 7.5      | 2.2        | 2.2      | 6.0                   | 22   |
| ME100D-4 | 1.5                | 2                  | 1400                | 3.74                | 3.55                | 3.42   | 77.2            | 0.79                    | 10.2     | 2.2        | 2.2      | 6.6                   | 26   |
| ME120A-4 | 2.2                | 3                  | 1400                | 5.18                | 4.97                | 4.74   | 79.7            | 0.81                    | 14.8     | 2.2        | 2.2      | 6.9                   | 33   |
| ME120B-4 | 3                  | 4                  | 1400                | 6.82                | 6.48                | 6.35   | 81.5            | 0.82                    | 20.2     | 2.2        | 2.2      | 7.8                   | 36   |
| ME120C-4 | 4                  | 5.5                | 1400                | 8.92                | 8.47                | 8.17   | 83.1            | 0.83                    | 26.5     | 2.2        | 2.2      | 7.9                   | 44   |
| ME120D-4 | 5.5                | 7.5                | 1400                | 11.89               | 11.39               | 10.88  | 84.7            | 0.83                    | 34.5     | 2.2        | 2.2      | 7.9                   | 44   |
| ME120E-4 | 7.5                | 10                 | 1400                | 15.77               | 14.99               | 14.44  | 86.0            | 0.84                    | 47.0     | 2.0        | 2.0      | 7.9                   | 77   |
| ME150A-4 | 11                 | 15                 | 1400                | 22.71               | 21.20               | 20.60  | 87.6            | 0.84                    | 72       | 2.0        | 2.0      | 7.9                   | 106  |
| ME150L-4 | 15                 | 20                 | 1400                | 30.23               | 28.72               | 27.68  | 88.7            | 0.85                    | 98.2     | 2.0        | 2.0      | 7.9                   | 130  |
| ME180A-4 | 16.5               | 20                 | 1400                | 34.60               | 34.07               | 33.21  | 89.3            | 0.86                    | 126.2    | 2.2        | 2.2      | 7.9                   | 124  |
| ME180L-4 | 22                 | 30                 | 1400                | 43.23               | 41.47               | 39.29  | 89.9            | 0.86                    | 152      | 2.2        | 2.2      | 7.9                   | 175  |
| ME200A-4 | 24                 | 30                 | 1400                | 38.43               | 35.31               | 33.53  | 90.7            | 0.86                    | 170      | 2.2        | 2.2      | 7.9                   | 205  |
| ME200L-4 | 31                 | 40                 | 1400                | 50.85               | 47.31               | 44.80  | 91.2            | 0.87                    | 228.5    | 2.2        | 2.2      | 7.9                   | 270  |
| ME220A-4 | 45                 | 60                 | 1400                | 65.70               | 61.41               | 58.47  | 91.7            | 0.87                    | 296.5    | 2.2        | 2.2      | 7.9                   | 356  |
| ME220L-4 | 55                 | 75                 | 1400                | 80.29               | 75.07               | 70.49  | 92.1            | 0.87                    | 395.1    | 2.2        | 2.2      | 7.9                   | 370  |
| ME250A-4 | 75                 | 100                | 1400                | 111.29              | 104.13              | 99.38  | 92.7            | 0.87                    | 485.5    | 2.2        | 2.2      | 7.9                   | 533  |
| ME250L-4 | 90                 | 125                | 1400                | 139.09              | 130.55              | 124.75 | 93.0            | 0.87                    | 580.7    | 2.2        | 2.2      | 7.9                   | 575  |
| ME280A-4 | 110                | 150                | 1400                | 202.54              | 193.28              | 184.29 | 93.2            | 0.88                    | 707.8    | 2.1        | 2.1      | 8.9                   | 685  |
| ME280L-4 | 130                | 180                | 1400                | 251.56              | 239.28              | 229.23 | 93.3            | 0.88                    | 707.8    | 2.1        | 2.1      | 8.9                   | 820  |
| ME320A-4 | 150                | 200                | 1400                | 282.74              | 268.56              | 258.19 | 93.5            | 0.88                    | 803.8    | 2.1        | 2.1      | 8.9                   | 940  |
| ME320L-4 | 160                | 220                | 1400                | 291.17              | 276.43              | 266.64 | 93.8            | 0.89                    | 1032     | 2.1        | 2.1      | 8.9                   | 1000 |
| ME350A-4 | 200                | 270                | 1400                | 362.22              | 343.66              | 322.59 | 94.0            | 0.89                    | 1290     | 2.1        | 2.1      | 8.9                   | 1080 |
| ME350L-4 | 230                | 300                | 1400                | 448.98              | 424.53              | 411.11 | 94.0            | 0.90                    | 1403     | 2.1        | 2.1      | 8.9                   | 1380 |
| ME380A-4 | 315                | 430                | 1400                | 558.58              | 530.65              | 511.47 | 95.2            | 0.90                    | 2020     | 2.1        | 2.1      | 8.9                   | 1730 |

## 2. Roda

Untuk pemilihan roda yang bekerja pada landasan *cement-resin* dan dengan kapasitas 600 kg maka dapat dilihat pada gambar katalog.

Didapatkan roda bertipe RE.F5-150-SSF-H

## 3. Gaya Gesek Pada Roda/ban

Menentukan gaya pada *trolley*.

Diketahui : 1. Massa *trolley* : 600 kg  
2. Gravitasi : 9,81 m/s<sup>2</sup>

Gaya pada roda *trolley* :

$$\begin{aligned}
 F_{trolley} &= \frac{w}{\text{jumlah roda}(n)} \\
 &= \frac{m \times g}{n} \\
 &= \frac{600 \text{ kg} \times 9,81}{4} \\
 &= 1471,5 \text{ N (perhitungan ini dilakukan untuk mendukung perhitungan gaya gesek)}
 \end{aligned}$$

## 4. Menentukan Gaya Gesek Pada Ban :

Diketahui : 1.  $\mu = 0,4$   
2. Gaya pada *trolley* (N) = 9,81 m/s<sup>2</sup>

Gaya Gesek :

$$\begin{aligned}
 F &= \mu \times N \\
 F &= 0,4 \times 1471,5 \text{ N} = 588,6 \text{ N (perhitungan ini dilakukan untuk menentukan torsi)}
 \end{aligned}$$

## 5. Menentukan Torsi:

Torsi :

$$\begin{aligned}
 T &= F \times r \\
 &= 588,6 \text{ N} \times 0,075 \text{ M} \\
 &= 44,145 \text{ N.M}
 \end{aligned}$$

## 6. Menentukan Kecepatan Putaran Poros

Diketahui :  $P_n = 3 \text{ kW}$   
 $n_1 = 1420 \text{ rpm}$

$$T = \frac{30 \times P_n}{\pi \times n_2}$$

$$n_2 = \frac{30 \times P_n}{\pi \times T}$$

$$n_2 = \frac{30 \times 3000}{\pi \times 44,145} = 648,94 \text{ rpm} \gg 649 \text{ rpm}$$

## 6. Menentukan Rasio Reduksi

$$VR = \frac{n_1}{n_2}$$

$$VR = \frac{1420}{649} = 2,1879$$

Pemilihan jumlah gigi pada sprocket untuk nilai  $VR = 2,1879$  dapat dilihat pada tabel *Chain Reduction Ratios As A Function Of the Standard*.

Didapatkan nilai sprocket yang mana :

$N_1$  = jumlah gigi penggerak berjumlah 17

$N_2$  = jumlah gigi penggerak berjumlah 38

Daya Rancangan

Diketahui :  $P_n = 3000$  Watt  
 $f_1$  = Faktor aplikasi (1,1)  
 (dapat dilihat pada tabel 2.4 Application Factor)  
 $f_2$  = faktor gigi ( $\frac{19}{N_s} = \frac{19}{38} = 0,5$ )

$$Pd = P_n \times f_1 \times f_2$$

$$Pd = 3000 \times 1,1 \times 0,5$$

$$= 1650 \text{ Watt}$$

Panjang Rantai

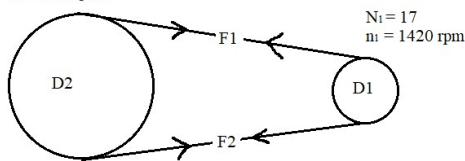
Diketahui :  $C = 300$  mm  
 $p = 12,7$   
 (lihat pada tabel 2.4 bab 2 halaman 44)

$$L = \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{2C}{P} \left( \frac{N_2 - N_1}{2\pi} \right)^2 \times \frac{P}{C}$$

$$L = \frac{17 + 38}{2} + \frac{2 \times 300}{12,7} \left( \frac{38 - 17}{2\pi} \right)^2 \times \frac{12,7}{300} = 49,8413 \gg 50 \text{ Pitch}$$

Gaya Pada Rantai

$N_2 = 38$   
 $n_2 = 866$  rpm



$$D_2 = \frac{N_2 \times P}{\pi}$$

$$D_2 = \frac{38 \times 12,7}{\pi} = 153,7 \gg 154 \text{ mm}$$

Gaya Tarik Rantai (N)

$$F_1 = F_2$$

$$T = F_2 \times \frac{D}{2} = F_2 \times \frac{2T}{D}$$

$$F_2 = \frac{2 \times 44,145}{0,154} = 573,3 \text{ N} \gg F_1 = F_2$$

$$T_{\text{total}} = \text{Faktor Koreksi} \times T$$

$$= 2 \times 44,145 \text{ Nm}$$

$$= 88,29 \text{ Nm}$$

Diameter Poros

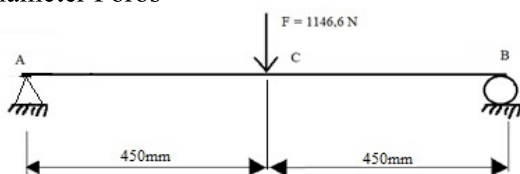


Diagram Benda Bebas



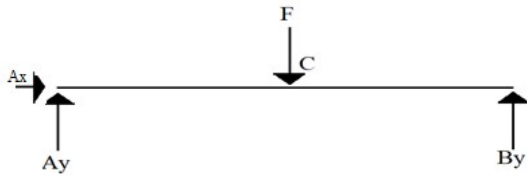


Diagram Benda Bebas

$$F_x = 0$$

$$A_x = 0$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$B_y = 900 + F \times 450 = 0$$

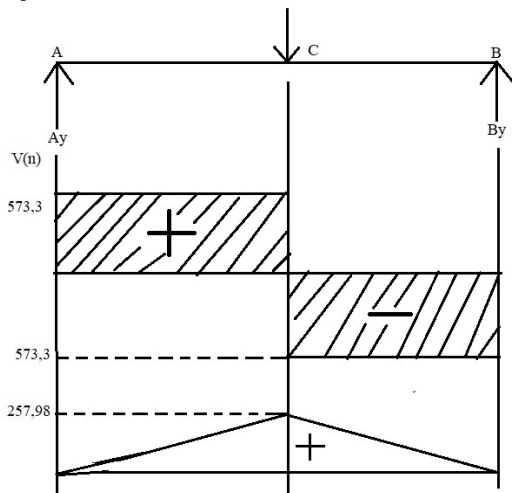
$$B_y = \frac{F \times 450}{900} = \frac{1146,6}{2} = 573,3 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$A_y + B_y = F$$

$$A_y + 573,3 = 1146,6 \text{ N}$$

$$A_y = 1146,6 - 573,3 = 573,3 \text{ N}$$



Gaya Geser (V)

$$V_A = 573,3 \text{ N}$$

$$V_B = V_A - F = -573,3 \text{ N}$$

$$V_C = V_B + B_y = 0$$

Momen Lentur (M)

$$M_A = 0$$

$$M_B = A_y \times 450 = 573,3 \times 450 = 257,98 \text{ Nm}$$

$$M_C = A_y \times 0,9 - F \times 0,45 = 0$$

Diameter Poros

Rancangan poros akan menggunakan bahan AISI 1040.

Menghitung diameter poros dengan metode DET (*Distorsi Energy Theory*)

$$D = \left[ \frac{16 \times s_f}{\pi \sigma_y} \left( \sqrt{4M^2 + 3T^2} \right) \right]^{1/3}$$

$$D = \left[ \frac{16 \times 2}{\pi \times 490 \times 10^6} \left( \sqrt{4 \times 257,98^2 + 3 \times 88,29^2} \right) \right]^{1/3}$$

$$D = \left[ 2,0787 \times 10^{-8} \left( \sqrt{4 \times 67589,6004 + 3 \times 7795,1241} \right) \right]^{1/3}$$

$$D = [2,0787 \times 10^{-8} \times 541,9813]^{1/3}$$

$$D = [1,1266 \times 10^{-5}]^{1/3}$$

$$D = 0,0224 \text{ m}$$

Jadi dari metode DET (*Distorsi Energy Theory*) diketahui diameter poros yang akan dirancang adalah bernilai 0,0224 m  $\gg$  22,4 mm.

Lihat pada tabel ukuran poros yang diizinkan maka diambil ukuran poros yang mendekati, yaitu  $D = 24 \text{ mm}$

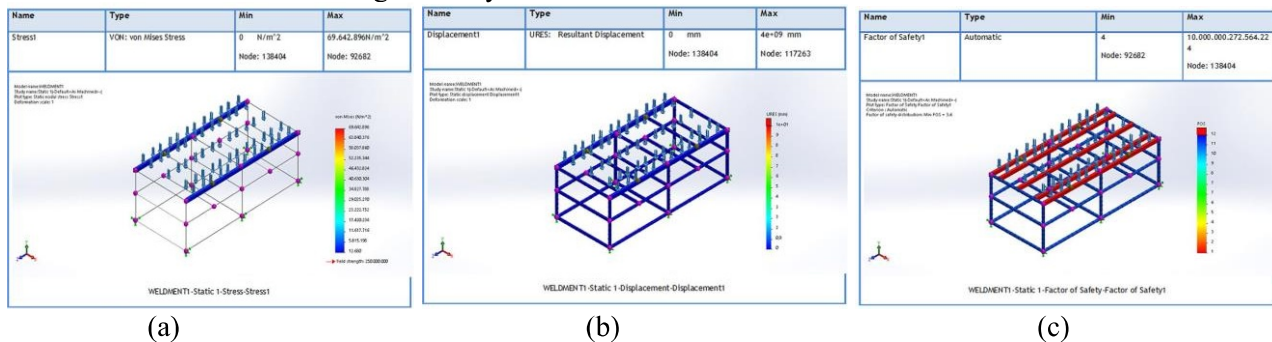
## 7. Pemilihan Bantalan

Diketahui :  $n_2 = 886 \text{ rpm}$   
 $D_p = 24 \text{ mm}$

Jadi lihat tabel 2.10 halaman 51 maka didapatkan bantalan yang diizinkan untuk rancangan adalah: Nomor Bantalan 6305.05ZZ.05VV dengan  $d = 25 \text{ mm}$ , dan  $D = 62 \text{ mm}$

## Analisa *Frame Trolley*

Untuk mendukung perancangan dari *trolley* ini maka dilakukan proses analisa menggunakan software. Berikut adalah hasil dari analisa rancangan *trolley*:



(a) (b) (c)  
Gambar 4. Analisa *Trolley* (a) *Stress Analysis*; (b) *Displacement*; (c) *Factor of safety*

Penjelasan gambar analisa:

**a. *Stress Analysis***, secara umum faktor yang paling mempengaruhi pada kekuatan rangka adalah faktor stress. Batas stress maximal dari hasil analisa ini bernilai  $69.642.896 \text{ N/m}^2$ . Nilai maximal yang diizinkan dari material ASTM A36 =  $250.000.000 \text{ N/m}^2$ . Jadi untuk mencapai nilai maximal material masih sangat jauh dari hasil analisa yang di dapat dan rancangan ini dapat disimpulkan aman untuk menahan beban yang disyaratkan yaitu 600kg.

**b. *Displacement Analysis***, Displacement maximal dari analisa rancangan yang terkena beban adalah dibawah 2mm, ini ditunjukkan oleh bagian yang berwarna biru.

**c. *Factor Of Safety***, Nilai dari analisa factor of safety adalah 3,5 yang mana artinya, rancangan ini aman dan mampu menahan beban yang disyaratkan dikali dengan nilai factor of safety yaitu 3,5. Dimana beban maximal yang dapat diterima rancangan ini adalah  $600 \text{ kg} \times 3,5 = 1365 \text{ kg}$ .

## KESIMPULAN

Setelah melakukan Perancangan *Trolley* Untuk *Cylinder Head* Kapasitas 600 kg, dapat diambil beberapa kesimpulan dari hasil penelitian ini, didapatkan rancangan *trolley* untuk *cylinder head*, perancangan menggunakan metode VDI2221, perancangan ini digunakan untuk tujuan membantu proses *material handling* yaitu pada saat melakukan proses *preparation material*, setelah dilakukan analisa pada bab 4 didapatkan hasil bahwa perancangan ini mampu untuk menahan beban dari yang sebelumnya disyaratkan yaitu 600 kg.

### Spesifikasi bahan *trolley*

Rangka : *Profile Hollow Rectangle* 60mm×40mm dan 40mm×40mm ASTM A36  
Dumper : Nylon  
Layer 2 : SS304  
Penggerak : Motor Listrik 3kW  
Shaft :  $D = 24 \text{ mm}$  dengan bahan AISI 1040  
Roda :  $D = 150 \text{ mm}$  dengan bahan Polyurethane

Roda Gigi :  $N_1 = 17$ , dan  $N_2 = 38$   
Rantai : 50 Pitch  
Bearing : *Ball Bearing*,  $d_{(\text{diameter dalam})} = 25 \text{ mm}$ , dan  $D_{(\text{diameter luar})} = 62 \text{ mm}$

## DAFTAR PUSTAKA

- Arora. S. P. Saxena. S. C A. (2001). *Text Book of Railway Engineering*, sixth revised & enlarged edition, Dhanpat Rai publication, New Delhi.
- Brett A. Peters, (1998). *An Introduction to Material Handling Equipment Selection*, Produced by the College-Industry Council on Material Handling Education (CICMHE).
- J. D. Tew, S. Manivannan, D. A. Sadowski, And A. F. Seila By Gajanana Nadoli , Devadas Pillai, *Simulation In Automated Material Handling Systems Desing*, Proceedings Of The 1994 Winter Simulation Conference Ed..
- Verschoof. I. J,(2000). *Cranes-Design, Practice, and Maintenance*, 1<sup>st</sup> edition, Personal Engineering Publication Ltd, London.
- [http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Atlas\\_Grade\\_datasheet\\_-\\_all\\_datasheets\\_rev\\_Aug\\_2013.pdf](http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Atlas_Grade_datasheet_-_all_datasheets_rev_Aug_2013.pdf)
- Envirocatalogue. *Designing trolleys : A guide to smart trolley design and castor/wheel select*, Fallshaw, ,[online] available at: <https://www.fallshaw.com.au/>[diakses 17 mei 2019]
- Envirocatalogue. *Trolley design principles - human factor*,[online] available at : <http://www.envirocatalogue.com.au/fallshaw/catalogue/files/assets/common/downloads/page0071.pdf> [diakses 17 mei 2019]
- H. Darmawan Harsokoemo, Pengantar Prancangan Teknik Edisi 2, Bandung, 2014
- Budynas, Richard G. & Nisbet, J. Keith. 2015. *Shigley Mechanical Engineering Design Tenth Edition*. Thailand: Khon Kaen University
- Sularso. & Suga, Kiyokatsu. 2018. *Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramitha