

PERENCANAAN ULANG LORI FAST TRACK SYSTEM DENGAN PENDEKATAN DESIGN FOR MANUFACTURING (DFM) PADA KASUS PELAYANAN PERBAIKAN BODI MOBIL PADA PT.XX

Muhammad Fadhli D.I¹⁾*, Dudung Hermawan, ²⁾, Arifiansah ³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam As-Syafi'iyah. Jakarta

*Corresponding Author : Fadzilikhram@gmail.com

ABSTRAK

Lori *fast track* digunakan dalam rangka mengurangi bahkan menghilangkan gap antara penerimaan dan kemampuan produksi (perbaikan bodi). Pengembangan produk lori menjadi penting mengingat nilai teknis dan fungsi serta memiliki harga yang terjangkau yang harus terus di tingkatkan. Secara prinsip desain dan pemilihan bahan lori fast track harus bisa memenuhi parameter geometri dengan mengacu kepada spesifikasi mobil yang akan di angkut, memiliki kekuatan, harga yang relatif terjangkau dan proses pembuatan cepat. Berdasarkan kriteria tersebut pada desain lori di gunakan beban kerja aman 2 kali berat kendaraan dan material yang digunakan untuk rangka adalah siku 30 dan plat eser. Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mendapatkan varian terbaik dari alternatif rancangan desain lori fast track dengan menggunakan metode Design For Manufacturing (DFM) Hasil pembuatan alat lori fast track dengan metode Design For Manufacturing alat lori yang sebelumnya seharga Rp. 12.000.000,00 menjadi Rp. 6.575.000,00, karena dalam metode DFM dilakukan pengurangan material yang kurang diperlukan, mengganti material dengan harga yang lebih terjangkau tanpa mengurangi kualitas material dari alat sebelumnya sehingga didapat harga yang jauh lebih murah dibanding alat lori yang sebelumnya, material yang sebelumnya membutuhkan 106 komponen untuk membuat 1 stall lori menjadi 46 komponen sehingga mengurangi biaya pembelian material.

Kata Kunci : *Lori Fast Track, Design For Manufacturing (DFM), Pengembangan Produk, Parameter Geometri, Stall*

1 PENDAHULUAN

Dari tahun ke tahun kebutuhan masyarakat akan transportasi pribadi semakin meningkat. Salah satunya produk kendaraan roda empat (mobil) yang sangat diminati konsumen. Hal ini menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan jasa perbaikan dan perawatan kendaraan (mobil) terutama pada perbaikan bodi kendaraan. Pemeliharaan kendaraan yang baik adalah perawatan yang dilakukan sesuai standar operasi yang berlaku dengan tepat, cepat dan dapat dijamin kualitasnya. Untuk memenuhi kebutuhan pemeliharaan yang baik maka diperlukan alat bantu yang dapat memperbaiki kendaraan secara lebih cepat dan tepat. Alat bantu ini berfungsi sebagai alat penggerak untuk membawa kendaraan dari satu stall ke stall yang lain, dimana disetiap stall dilakukan proses perbaikan terhadap bodi kendaraan (Dini,Retnowati,2021)

Namun hasil produk atau pengembangan alat tersebut masih terdapat kekurangan yaitu berat total yang cukup berat dan hal ini salah satu yang berdampak kepada mahalnya biaya produksi sehingga masih dikeluhkan oleh pelanggan

(customer). Dan ini dapat di lihat pada Tabel 1.1 yang didapat dari pengguna. Untuk menghasilkan produk yang memiliki desain yang efisien salah satu teknik yang dapat dilakukan dengan pendekatan Design For Manufacturing (DFM). DFM merupakan salah satu teknik yang mempertimbangkan baik dari kemudahan perakitan dan kemudahan manufaktur. Dimulai dari tahap awal mendesain produk dengan tujuan meminimalisir biaya (Boothroyd, Dewhurst, & Knight, 2012)

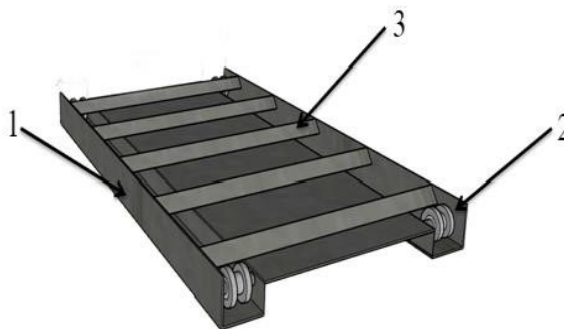
2 METODE PERANCANGAN

Metode perancangan yang digunakan yaitu metode Design For Manufacturing (DFM). Pada dasarnya konsep DFM merupakan suatu usaha untuk dapat mengurangi biaya pembuatan, mempercepat waktu pembuatan alat dan memiliki kualitas yang sama atau lebih tinggi dalam pembuatan suatu alat sehingga memungkinkan untuk memperoleh hasil (produk) yang terbaik sesuai dengan keinginan.

Dalam perencanaan ulang ini, tujuan perancangan yang ditetapkan adalah untuk mendapatkan rancangan yang lebih murah, dengan waktu pembuatan lebih cepat tanpa mengurangi kualitas alat yang akan dibuat.

Dasar perancangan dimensi utama disesuaikan dengan data-data yang didapat dari spesifikasi alat lori yang digunakan sebagai berikut:

- Dimensi: 800 mm x 500 mm
- Plat Bordes 2,6 mm
- Besi Siku ST 37
- Roda Solid Steel
- Besi UNP Untuk Dudukan Roda



Gambar 1 Komponen Lori Fast Track Keterangan :

- | | | |
|----|------------------|---------------|
| 1. | Plat Esser | 3. Siku ST 37 |
| 2. | Roda Solid Steel | |

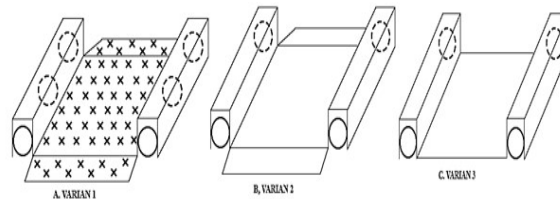
Fungsi utama lori yaitu sebagai alat bantu yang mempermudah pada saat memindahkan mobil dari *stall* ke *stall* selanjutnya dengan cara mendorong bagian ujung depan dan belakang mobil. Mengacu pada desain awal alat lori *fast track* maka akan dilakukan perubahan atau pengembangan konstruksi dengan menggunakan metode *Design For Manufacturing* (DFM). Dalam kebutuhan merancang alat menggunakan metode DFM maka perlu memperhatikan beberapa kriteria agar alat menjadi lebih efisien dalam segi biaya dan pembuatannya, yaitu:

- a. Ukuran yang tidak terlalu besar, kuat dan tahan lama atau awet,
- b. Mudah dalam pergantian part dan perawatan,
- c. Proses pembuatan yang mudah dan biaya produksi terjangkau,
- d. Mekanisme penggunaan alat aman digunakan.

Mengacu pada keinginan dan desain awal lori *fast track* yang telah ada maka akan dilakukan perbaikan konstuksi dengan menggunakan metode DFM. Perbaikan konstruksi ini akan dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

- Mengurangi komponen jika tidak diperlukan.
- Mengganti bahan material yang lebih terjangkau (biaya).
- Mengganti proses manufaktur agar waktu pembuatan lebih singkat.

Berdasarkan kriteria dan penggunaan metode DFM diatas maka akan dibuat beberapa varian desain atau desain alternatif alat lori yang akan dibuat untuk menjadi landasan dibuatnya desain lori yang akan dibuat, varian konsep alat lori akan dibuatkan sketsa yang dapat dilihat pada gambar 2 sketsa varian alat lori.



Gambar 2 Varian Lori *Fast Track*

Setelah usulan varian – varian alat lori maka akan ditentukan usulan varian alat lori mana yang akan dipilih untuk dijadikan desain utama pembuatan alat lori fast track ini sesuai dengan metode DFM yaitu waktu pembuatan cepat, biaya terjangkau dan kualitas yang sama atau lebih tinggi dari alat sebelumnya. Pada tabel 1 diperlihatkan perbandingan komponen yang ada pada setiap usulan varian dan pada tabel 2 diperlihatkan penilaian usulan varian berdasarkan kriteria yang sudah ditentukan.

Table 1 Perbandingan Jumlah Komponen Lori

NO.	Komponen Lori	Lori Awal	Varian 1	Varian 2	Varian 3
1.	Rangka	4	4	4	4
2.	Roda	20	20	16	16
3.	Rel	5	5	4	4
4.	Dudukan Roda	6	-	-	-
5.	Jembatan	6	6	6	-
6.	Lantai	4	4	4	4
7.	Stopper Roda Mobil	2	2	2	2
8.	As Jembatan	6	-	-	-
9.	Per Jembatan	24	-	-	-
10.	Bushing	6	-	-	-
11.	Breket Roda	20	20	16	16
12.	As Dudukan roda	5	-	-	-
Jumlah		106	61	52	46

Table 2 Kriteria Pemilihan Varian Lori

NO.	Kriteria	Nilai	Varian 1	Varian 2	Varian 3
1.	Ketahanan dan Awet	10	+	+	+
2.	Biaya Pembuatan Terjangkau	8	-	-	+
3.	Biaya Material Terjangkau	8	-	+	+
4.	Dimensi Tidak Besar	6	-	+	+
5.	Perawatan Alat Mudah	6	-	+	+
6.	Alat Lebih Ringan	5	-	+	+
7.	Waktu Pembuatan Cepat	8	-	+	+
8.	Pengoprasian Aman	6	+	+	+
Total +			2	6	8
Total -			6	2	0
Jumlah			-25	33	57

Dari dua tabel diatas dapat diputuskan bahwa varian yang akan dijadikan desain utama dalam pembuatan alat lori *fast track* ini adalah varian 3. Table 3 memperlihatkan komponen yang digunakan dalam pembuatan alat lori *fast track* ini.

Table 3 Spesifikasi Komponen Lori *Fast Track*

NO	KOMPONEN	MATERIAL	SPESIFIKASI
1.	RANGKA	Besi Siku 	- Besi Siku ST 37 - Ukuran 30x30x3
2.	LANTAI	Plat Esser 	- Plat Esser Tebal 2,6 mm - SS 400
3.	RODA	<i>Solid Steel</i> 	- Roda Besi Bertipe Siku - Berdiameter 65 mm - SS 400

4.	DUDUKAN	Plat Eser Tekuk 	- Plat Eser tebal 2,6 mm yang ditekuk - SS 400
----	---------	--	---

3 HASIL PERHITUNGAN

3.1 Perhitungan Kapasitas Beban Lori

a. Menghitung gaya pada lori

$$F = m \cdot a$$

Dimana: F = Gaya (N) m = Massa (kg)

a = Percepatan (m/s^2) jika tidak diketahui nilai a maka akan menggunakan nilai g = (gravitasi) $9,8 m/s^2$

$$F = m \cdot a$$

$$N = kg \cdot m/s^2$$

$$= 2.725 kg \times 9,8 m/s^2$$

$$= 26.705 N (26,705 kN)$$

b. Menghitung beban per lori

$$F = \frac{m}{n}$$

Dimana: F = Gaya (N) m = Massa kendaraan (kg) n = Jumlah lori

$$F = \frac{2725}{4}$$

$$F = 681,25 kg$$

setiap lori dapat menahan beban sebesar 681,25 kg.

3.2 Faktor Keselamatan

Menghitung beban yang diizinkan

$$F_p = S_f \times F$$

Dimana:

F_p = Beban yang diizinkan (N)

S_f = Nilai *safety factor* berdasarkan jenisnya

F = Beban kendaraan yang ditentukan (N)

$$F_p = S_f \times F$$

$$F_p = 2 \times 681,25 kg$$

$$F_p = 1362,5 kg$$

Pada perancangan ini setiap lori diharapkan dapat menahan beban sebesar 1362.5 kg (13.352,5 N)

3.3 Analisa Rangka Lori

a. Menghitung pembebanan merata pada siku lori

$$F = \frac{F_p}{n}$$

Dimana: F = Gaya (N) F_p = Beban yang diizinkan (N) n = Jumlah batang penumpu atau siku rangka lori

$$F = \frac{Fp}{n}$$

$$F = \frac{1362,5 \text{ kg}}{9}$$

$$F = 151,39 \text{ kg (1.483,62 N)}$$

- b. Menghitung gaya tumpuan lori

$$R_A = \frac{F(L-l)}{L}$$

Dimana:

R_A = Tumpuan titik A (kg)

R_B = Tumpuan titik B (kg)

F = Gaya (N) L = Panjang keseluruhan lori (mm) l = Ukuran setengah lori (mm)

$$R_A = \frac{F(L-l)}{L}$$

$$R_A = \frac{151,39 \text{ kg}(700 \text{ mm} - 350 \text{ mm})}{700 \text{ mm}}$$

$$R_A = \frac{151,39 \text{ kg}(350 \text{ mm})}{700 \text{ mm}}$$

$$R_A = \frac{52.986,5 \text{ kg} \cdot \text{mm}}{700 \text{ mm}}$$

$$R_A = 75.695 \text{ kg}$$

Maka nilai $R_A = R_B = 75.695 \text{ kg}$

3.4 Bending moment

Bending moment pada poin R_A dan $R_B = \sum Ma = \sum Mb = 0$

Dimana:

R_A = Tumpuan titik A (kg)

R_B = Tumpuan titik B (kg)

M_a = Momen *bending* titik a

M_b = Momen *bending* titik b

- a. Menghitung *bending moment* titik pusat

Bending moment pada titik pusat (P) = $\sum MF_{Max} =$

$$\frac{F}{2} \times l$$

Dimana:

MF_{Max} = momen *bending* titik pusat (N) F = Gaya /beban pada rangka (N) l = Ukuran setengah lori (mm)

$$\sum MF_{Max} = \frac{F}{2} \times l$$

$$\sum MF_{Max} = \frac{151,39 \text{ kg}}{2} \times 350 \text{ mm}$$

$$\sum MF_{Max} = 75,695 \text{ kg} \times 350 \text{ mm}$$

$$\sum MF_{Max} = 26.493,25 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

Maka nilai momen maksimum yang didapat pada titik R_A dan R_B adalah 26.493,25 kg.mm

- b. Menghitung tegangan lentur maksimum

$$\sigma_b = \frac{MF_{Max} \times c}{I}$$

Dimana:

σ_b = Tegangan lentur maksimum (kg/mm²)

MF_{Max} = Moment bending titik pusat (N)

$C = 45 - 12,4 \text{ mm} = 32,6 \text{ mm}$

$I = 0,052 \times 10^6 \text{ mm}^4$

$$\sigma_b = \frac{MF_{Max} \times C}{I}$$

$$\sigma_b = \frac{26.493,5 \text{ kg.mm} \times 32,6 \text{ mm}}{52.000 \text{ mm}^4}$$

$$\sigma_b = \frac{863.671,8 \text{ kg.mm}^2 (2.5)}{52.000 \text{ mm}^4}$$

$$\sigma_b = 16,61 \text{ kg.mm}^2$$

Nilai tegangan lentur maksimum yang didapat adalah 16,61 kg/mm² (162.778 N/mm²)

c. Menghitung tegangan aktual

$$\sigma_{act} = \frac{370 \text{ N/mm}^2}{SF}$$

Dimana:

σ_{act} = Tegangan aktual pada siku (N/mm²) (2.6)

SF = *Safety Factor*

$$\sigma_{act} = \frac{370 \text{ N/mm}^2}{SF}$$

$$\sigma_{act} = \frac{370 \text{ N/mm}^2}{2}$$

$$\sigma_{act} = 185 \text{ N/mm}^2$$

Karena $\sigma_b \leq \sigma_{act}$ yaitu $162,778 \text{ N/mm}^2 \leq 185 \text{ N/mm}^2$, maka material siku ST 37 aman untuk digunakan.

3.5 Roda Lori

a. Menghitung gaya pada roda lori

$$F = \frac{m}{n}$$

Dimana:

F = Gaya (N)

(2.7)

m = Massa kendaraan (2725 kg) n = Jumlah roda per 1 lori

Menghitung gaya pada roda lori

$$F = \frac{m}{n}$$

$$F = \frac{2725}{4}$$

$$F = 681,25 \text{ kg} (6.676.25 \text{ N})$$

b. Menghitung beban yang harus ditumpu oleh setiap roda lori

$$P_{Roda} = \frac{P_{Lori}}{n}$$

Dimana:

P_{Roda} = Beban yang terjadi pada roda lori (N/m²) P_{Lori} = Beban yang terjadi pada lori (N/m²) n = Jumlah roda yang ada dilori

Menghitung beban pada roda lori:

$$P_{Roda} = \frac{P_{Lori}}{n}$$

$$P_{Roda} = \frac{681,25 \text{ kg}}{4}$$

$$P_{Roda} = 170,31 \text{ kg}$$

- c. Menghitung faktor keselamatan pada roda
 $F_p = S_f \times F$
 Dimana:
 F_p = Beban yang diizinkan (N)
 S_f = Nilai *safety factor* berdasarkan jenisnya
 F = Beban kendaraan yang ditentukan (N) Menghitung faktor keamanan roda lori:
 $F_p = S_f \times F$
 $F_p = 2 \times 170,31 \text{ kg}$
 $F_p = 340,62 \text{ kg}$

4 VALIDASI DESIGN FOR MANUFACTURING

- a. Quality (Kualitas)
 Kualitas alat lori *fast track* tentu akan sangat berpengaruh bagi kegunaan alat dan pangsa pasar untuk penjualan alat lori ini, yang menjadi acuan untuk memvalidasi kualitas alat lori adalah kegunaan serta ketahanan dari alat lori *fast track* yang sudah dibuat. Pada tabel 4 memperlihatkan validasi kinerja lori dari segi kualitas.

Tabel 4 validasi *Quality* (Kualitas)

No.	Indikator	Desain Tanpa DFM	Desain Dengan DFM
1.	Dimensi	800 mm X 500 mm	700 mm X 500 mm
2.	Berat	25 kg	15,5 kg
3.	Fungsi	(2-12) Berfungsi Dengan Baik Tetapi Pada Saat Perawatan Sedikit Sulit Karena Berat Untuk Diangkat.	Berfungsi Dengan Baik Dan Mudah Pada Saat Perawatan Karena Beban Yang Lebih Ringan
4.	Material	Material Yang Digunakan Kuat Tapi Terlalu Banyak Komponen	Material Yang Digunakan Sama Kuatnya Dan Lebih Sedikit Komponennya
5.	Estetika atau Bentuk	Bentuk Lebih Besar Dan Lebih Rumit Karena Ada Penambahan Jembatan	Bentuk Lebih Sempel

- b. Cost (Biaya)
 Biaya atau modal untuk pembuatan alat ini sangat berpengaruh pada harga penjualan alat lori *fast track*, acuan untuk memvalidasi biaya pembuatan ini adalah dengan pengurangan material dan mengurangi proses manufaktur. Pada tabel 5 diperlihatkan validasi biaya alat lori *fast track*.

Tabel 5 Validasi Biaya

No.	Indikator	Desain Tanpa DFM	Desain Dengan DFM
1.	Biaya total	Rp .12.000.000	Rp.6.575.800
2.	Lantai lori	Rp.1.500.000	Rp.1.095.000
3.	Rangka lori	Rp.500.000	Rp.285.000
4.	Roda	Rp.4.200.000	Rp.3.360.000
5.	Jembatan lori	Rp.1.500.000	-
6.	Rel lori	Rp.1.400.000	Rp.285.000
7	Proses manufaktur	Rp.2.900.000	Rp.1.550.800

c. Delivery (Waktu Pembuatan)

Delivery atau waktu pembuatan alat menentukan kegiatan usaha dalam seberapa cepat menghasilkan 1 alat untuk dijual kepasar, yang menjadi acuan untuk menjadi validasi adalah seberapa cepat proses yang dilakukan pada saat pembuatan alat lori *fast track*. Pada tabel 6 diperlihatkan validasi *delivery* alat lori *fast track*.

Tabel 6 Validasi Waktu Pembuatan

No.	Indikator	Desain Tanpa DFM	Desain Dengan DFM
1.	Mesin las api	20 menit	-
2.	Mesin shearing	-	5 menit
3.	mesin las	30 menit	20 menit
4.	Mesin bending	-	10 menit
5.	Bor tangan	5 menit	2 menit
6.	Gerinda tangan	20 menit	10 menit
7.	<i>Finishing</i> atau pengecatan	30 menit	30 menit
8.	Total waktu	105 menit / 1 jam 45 menit	77 menit / 1 jam 17 menit

5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan perancangan ulang alat lori *fast track* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Dengan dilakukannya perancangan ulang lori *fast track* dengan menggunakan metode *design for manufacturing* proses manufaktur pada pembuatan alat lori ini dapat diubah dan dikurangi, seperti pengurangan proses pengelasan dan proses pemotongan sehingga menjadi lebih efisien dan cepat dalam pembuatan alat lori *fast track* ini.

- b. Hasil pembuatan alat lori *fast track* dengan metode *design for manufacturing* menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:
1. Harga menjadi lebih murah, dari Rp. 12.000.000,00 menjadi Rp.6.575.000,00,
 2. Dimensi lori menjadi lebih kecil, dari ukuran 800 mm x 500 mm menjadi 700 mm x 500 mm,
 3. Berat alat lori menjadi lebih ringan, dari berat 25 kg menjadi 15,5 kg,
 4. Waktu pembuatan menjadi lebih cepat untuk 1 lori, dari 105 menit / 1 jam 45 menit menjadi 77 menit / 1 jam 17 menit,
 5. Jumlah komponen yang digunakan menjadi lebih sedikit, dari 106 jumlah komponen menjadi hanya 46 jumlah komponen.

SARAN

Dari hasil rancang ulang alat ini penulis memberikan saran untuk perbaikan perancangan lori *fast track* yang lebih baik, saran yang dapat diberikan yaitu:

- a. Dalam pembuatan alat lori agar lebih diperhatikan bagian roda untuk perawatannya
- b. Dalam proses analisa alat dapat menggunakan *software* untuk mengurangi masalah pada saat pengujian alat
- c. Pemilihan material disarankan menyesuaikan stok yang ada dipasar dengan harapan dapat mengurangi biaya pembuatan alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Dini,Retnowati.(2021.aug.25).*Design For Manufacture And Assembly DFMA* [online].Available:<https://www.umaha.ac.id/design-for-manufacture-and-assemblydfma/>.
- N.Nurhayani, R. Rismayani, dan F. Sudiyana, "Perancangan Rangkaian *Cutter* Pada Mesin Tenun *Sunglee* Bagian Unit III dengan Metode Design For Manufacturing (DFM) Di Pt.A".Program Studi Sarjana Teknik Industri.Fakultas Teknik.Universitas Islam Nusantara.
- Arifiansyah."Optimasi Desain Dan Rekayasa Lori Fast Track Dengan Metode Dfma Pada Kasus Perbaikan Bodi Kendaraan Roda Empat".Program Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik.Universitas Pancasila.
- A,B,Rantawi."Identifikasi Performa Penggunaan Lori Berdasarkan Kegiatan Preventive Maintenance Pada Pabrik Kelapa Sawit".vol X. No.3,pp.183-188.
- Farhan,Muhammad.(2021)."Pengembangan Alat Press Briket Serbuk Kayu Dengan Metode *Design For Manufacturing And Assembly* (DFMA)".Program Studi Sarjana Teknik Mesin.Fakultas Teknik.Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.
- Hanivirgine, Maydi.(2022.march.04)Proses Manufaktur: Ketahui Jenis Dan Pentingnya Untuk Bisnis Anda[online].avaliabile: <https://www.hashmicro.com/id/blog/prosesmanufaktur/>.
- Libratama.(2012.October.22). Faktor Keamanan (Safety Factor) Dalam Perancangan Elemen Mesin [online].<http://libratama.com/faktorkeamanansafety-factor-dalam-perancanganelemen-mesin/>.
- Laskar,Teknik.(2012.October.10).Faktor Keamanan (Safety Factor) Dalam Perancangan Mesin [online]. Available: <https://laskarteknik.co.id/faktorkeamanansafety-factor-dalam-perancanganelemen-mesin/>.

- Rohman,Fathnur.(2021.dec.27).Menenal Jenis dan Rumus Gaya Gesek di Ilmu Fisika [online].Avaliable: <https://katadata.co.id/safrezi/berita/61c993bcb504/menal-jenis-dan-rumus-gaya-gesekdi-ilmu-fisika>.
- Suryanto,Bambang."Menggantikan *Flange Bearing* & *Block Bearing* Pada Mesin *Screw Conveyor* & *Elevator* Dengan Menggunakan *Bushing*".Asisten Koordinator.SKMM
- Charis,Muhammad.(2019.Sept.09)Slide Tentang Bantalan Pada Mata Kuliah Elemen Mesin 1 Pada Jurusan Teknik Mesin [online].Avaliable: [https://www.slideshare.net/chariezmuh/eleme n-mesin-1-bantalan](https://www.slideshare.net/chariezmuh/eleme-n-mesin-1-bantalan).
- Prasetyo,Sigit.(2019.June.12).Pegas(Spring) [online].Available:http://www.academia.edu/28078847/pegas_spring_.