

RANCANG BANGUN MESIN PEMECAH CANGKANG KERAS BUAH PALA KAPASITAS 45 KG/JAM

Oleh:

Doni Faisal Sinaga ¹⁾

Ricky Tanu Winata ²⁾

Sawin Sebayang ³⁾

Kristian Tarigan ⁴⁾

Universitas Darma Agung Medan ^{1,2,3,4)}

E-mail:

donifaisal1206@gmail.com ¹⁾

rickytanoe7499@gmail.com ²⁾

sawinsebayang11@gmail.com ³⁾

kristiantarigan50@gmail.com ⁴⁾

ABSTRACT

Pala is a spice commodity that has high economic value. The world market demand for pala continues to increase every year and no less than 60% of the world's pala needs are imported from Indonesia. Indonesian pala is preferred by the world market because it has a high oil yield and a distinctive aroma. This machine can also help produce quality pala seeds and can meet a certain capacity. The purpose of the research is that the pala shell-breaking machine is very easy to operate or use by the public, where the pala are inserted into the inlet funnel and fall to the center point or middle of the ejector rotary, then exit through the slit of the ejector rotary blade, then the ejector tongue will split when it hits the wall. thrower Based on the results of the survey, analysis, examination and calculations as well as the existing standards in the planning of a pala shell-breaking machine with a capacity of 45 kg/hour.

Keywords : Capacity, Nutmeg, Design

ABSTRAK

Pala adalah salah satu komoditi rempah yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Keinginan pasar dunia akan pala setiap tahun terus berkembang dan tidak kurang 60 Persen kebutuhan pala dunia di ekspor dari indonesia. Pala Indonesia lebih diminati oleh pasar dunia karena memiliki rendemen minyak yang tinggi dan aroma yang khas. Mesin ini juga dapat membantu menghasilkan biji buah pala yang berkualitas dan dapat memenuhi kapasitas yang sudah ditentukan. Tujuan penelitian mesin pemecah cangkang buah pala sangatlah mudah untuk dioperasikan atau digunakan oleh khalayak, dimana buah pala dimasukkan kedalam corong masuk dan jatuh ketitik pusat atau ketengah rotar pelontar, kemudian keluar melalui celah bilah rotar pelontar, kemudian lidah pelontar akan akan terpecah ketika terbentur mengenai dinding pelontar berlandaskan hasil yang sudah di survey, analisa pemeriksaan dan perhitungan dan standart yang ada dalam perencanaan mesin pemecah cangkang buah pala dengan kapasitas 45 kg/jam.

Kata Kunci : Kapasitas, Buah Pala, Rancang Bangun

1. PENDAHULUAN

Latar belakang

Pala adalah salah satu komoditi rempah yang mempunyai nilai ekonomis

yang tinggi.permintaan pasar dunia akan pala setiap tahun terus berkembang dan tidak kurang 60 persen kebutuhan pala dunia didatangkan dari Indonesia. pala

Indonesia lebih disukai oleh pasar dunia karena memiliki rendemen minyak yang tinggi dan aroma yang khas. Salah satu tujuan ekspor pala Indonesia adalah Uni Eropa peminat terbesarnya yaitu negara Belanda. pencapaian kinerja ekspor tersebut, masih dapat terus ditingkatkan terutama melalui peningkatan produktivitas dan peningkatan produk perkebunan special seperti produk yang sudah mendapatkan sertifikat IG dan organik usaha tanaman pala miliki prospek yang cukup cerah terutama jika berusaha dalam pengolahan biji pala.

Asal mula utamanya adalah sebagian besar produk biji pala dihasilkan dengan memanfaatkan cara yang masih tradisional, misalnya dikeringkan setelah itu disimpan sampai rusak tanpa ada pengupasan kulit biji pala terlebih dahulu. untuk dapatkan biji pala yang utuh tidaklah semudah yang dibayangkan. biji pala tertutup oleh lapisan kulit yang keras. oleh karena itu diperlukan teknologi untuk dapat membantu mencari pemecahan masalah tersebut dengan menciptakan suatu alat dengan mekanisme tetap sehingga dapat menghasilkan kualitas biji pala yang baik serta dapat memenuhi kapasitas tertentu.

Berlandaskan latar belakang diatas maka penulis tertarik untuk melakukan. Rancang banagun yang berjudul “ Rancang Bangun

Mesin Pemecah Cangkang Keras Buah Pala Kapasitas 45 Kg/Jam.”

Rumusan Masalah

Berlandaskan pada latar belakang, maka masalah-masalah yang ada sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem kerja pemecah cangkang keras biji pala kapasitas 45 kg/jam.
2. Bagaimana proses sistem pemecah cangkang keras biji pala dapat mempercepat cangkang keras biji pala kapasitas 45 kg/jam.

Batasan Masalah

Dalam sebuah perencanaan mesin pemecah cangkang keras buah pala dengan kapasitas 45 kg/jam sangatlah luas, maka penulis membatasinya yakni :

1. merancang konsruksi mesin pemecah cangkang keras biji pala kapasitas 45 kg/jam.
2. merancang penggerak pada mesin pemecah cangkang keras buah pala kapasitas 45 kg/jam.
3. merancang waktu yang diperlukan pada mesin cangkang keras buah pala kapasitas 45 kg/jam.

Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan penulis dalam

membahas pokok permasalahan diatas mencakup dua hal yaitu secara teknik dan akademis.

1. Merancang gambar konstruksi mesin dan bagian bagian utama mesin pemecah cangkang keras biji pala.
2. Memahami prinsip kerja mesin pemecah cangkang keras biji pala.
3. Memahami perhitungan komponen komponen utama yang digunakan.
4. Memahami kapasitas hasil produksi.

Manfaat Tugas Akhir

Laporan dari perancangan mesin pemecah cangkang biji pala ini diharapkan dapat bermanfaat bagi :

1. Universitas Darma Agung Medan sebagai wadah saya menimba ilmu diharapkan kedepannya mesin tersebut dapat dijadikan sebagai pengabdian kepada masyarakat.
2. Mahasiswa yang akan membahas permasalahan yang sama untuk dijadikan masukan dan tambahan informasi atau sebagai bahan perbandingan.
3. Penulis sendiri untuk menelaah pemahaman dan dapat mengembangkan ilmu yang diperoleh baik secara teori maupun secara teknik.
4. Masyarakat secara umum dan petani pala khusus agar dapat mempermudah pekerjaan pemecah cangkang keras biji

pala sehingga benar benar mendapatkan kualitas yang sesuai dengan kebutuhan pasar.

Metode Perancangan

Untuk memperoleh data guna menyusun tugas akhir ini, metode yang penulis lakukan antara lain, yaitu:

1. Menggunakan studi literature di perpustakaan
2. Mencari kegiatan yang berubungan mesin di media internet.
3. Melaksanakan konsultasi dengan dosen pembimbing dan bagian yang memahami tentang perancangan mesin pemecah cangkang keras buah pala.
4. Melaksanakan studi lapangan dengan mengamati dan mempelajari mesin-mesin rancangan lain yang sudah ada

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengenalan Bahan Baku

Tanaman pala adalah termasuk suku biji-bijian dan pala tersebut berbentuk peer, lebar, ujungnya meruncing, kulitnya licin, berdaging dan cukup banyak mengandung air jika sudah masak dipetik warnanya kuning pucat dan membelah dua, kemudian jatuh.

Manfaat Buah Pala

Manfaat buah pala dapat di gunakan

sebagai rempah-rempah makanan menambah penyedap pada produk-produk berbasis daging, piket, saus, dan sup. Dapat juga sebagai pengobatan tradisional untuk mengatasi diare, masuk angin, gangguan ginjal, dan mual-mual.

Adapun beberapa macam olahan pala yaitu : manisan, es pala, permen jeli, asinan pala, paladang.

Komponen-komponen Utama Mesin Pemecah Cangkang Keras Pala

1. Corong masuk.
2. Pisau pelontar.
3. Corong keluar.
4. Tabung pelontar.
5. Poros penggerak pelontar.
6. Bantalan.
7. Belt.
8. Puly.
9. Motor penggerak.
10. Rangka mesin.

Konsep Dasar Rancang Bangun Mesin

Berikut tahap-tahap dalam proses perancangan mesin:

1. Memilih bahan yang berkaitan dengan mesin yang di rancang
2. Memastikan ukuran bahan dengan ukuran besar.
3. Menentukan bentuk kontruksi rancangan yang ingin di bangun.
4. Memastikan bentuk bahan dengan

bentuk tangan yang di dasarkan pada fungsi yang bisa di andalkan dengan biaya produksi pengoperasian serta bentuk yang di inginkan.

5. Mengamati dan meneliti bahan-bahan yang sudah selesai dan di uji berdasarkan pokok-pokok utama yang sudah ditentukan.
6. Merencanakan sebuah gambar kerja setelah merancang bagian utama yang kemudian menetapkan ukuran-ukuran yang akan digunakan dari setiap gambar pendukung mesin.
7. Menampilkan pandangan mesin dengan memperhatikan ukuran yang di inginkan, nama bahan dan jumlah produk di dalam bentuk kinerja.
8. Gambaran dengan elemen yang hanya di berikan ukuran sambung dan ukuran luar dari bahan tersebut, kemudian setiap elemen diberikan nomor sesuai dengan yang terdaftar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Mesin Pemecah Cangkang Keras Buah Pala

Proses ini adalah memanfaatkan batang poros yang berfungsi pemecah cangkang keras, system kerja mesin pemecah cangkang keras ini yaitu dengan cara masuk kedalam pisau pelontar secara bertahap.

Perhitungan Kapasitas Mesin

a. Putaran Pelontar

Saat melakukan pelemparan pala pada mesin berkapasitas (Q) 45 kg/jam dan dengan menggunakan kapasitas corong masuk sebanyak (Q pc) 2 kg pala. Untuk mengetahui berapa kali jumlah pemasukan bahan yang dibutuhkan ke corong masuk (Zm)

$$\begin{aligned} Z_m &= Q/Q_c \\ &= \frac{45}{2} \\ &= 22,5 \end{aligned}$$

Jadi dibutuhkan 22,5 kali pemasukan bahan kedalam corong agar dapat menghasilkan kapasitas 45 kg/jam .

Putaran motor yang dibutuhkan selama 10 detik

$$\begin{aligned} n_4 &= \frac{Q}{QC} n \text{ proses} \\ &= \frac{45}{2} \cdot 22,5 \\ &= \frac{10}{10} \\ &= 50,62 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Maka putaran yang diperoleh pada saat pelontran adalah 50,62 rpm.

b. Kecepatan Putaran

Untuk menghitung kecepatan putaran motor penggerak, diameter poros penggerak yang direncanakan 20 mm dapat diketahui dengan rumus:

$$\begin{aligned} &= \frac{\pi D n^4}{60 \times 1000} \\ &= \frac{3,14 \times 20 \times 22,5}{60.000} \\ &= 0,023 \text{ m/s} \end{aligned}$$

c. Gaya Motor Penggerak

Untuk menghitung gaya motor penggerak dapat diketahui dengan menggunakan rumus :

$$F = \tau_{sk} \times A$$

Dimana ukuran pelontar 0,325 N/mm dan ukuran poros yang di rencanakan:

$$\text{Panjang (p)} = 280 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar (l)} = 20 \text{ mm}$$

174

$$\begin{aligned} \text{Maka } A &= p \times l \\ &= 280 \times 20 \\ &= 5.600 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi :

$$\begin{aligned} F &= 0,325 \times 5.600 \\ &= 1.820 \text{ N} \end{aligned}$$

d. Menghitung Daya Motor Penggerak

Menghitung daya dan putaran penggerak dapat diketahui menggunakan persamaan berikut :

$$P_0 = F \times V$$

$$= 1.820 \text{ N} \times 0,023$$

$$= 41,86 \text{ N.m/s}$$

$$= 41,86 \text{ watt}$$

$$= 0,041 \text{ kw}$$

Perhitungan Komponen – Komponen Utama Mesin Motor Penggerak

Perhitungan daya rencana :

$$P_d = f_c \cdot P$$

Dimana :

$$P_d = \text{daya rencana (Kw)}$$

f_c = factor koreksi 2,0 (dipilih karna daya rata-rata yang diperlukan) P = daya motor Hp

Maka ;

$$P_d = 2,0 \times 0,041 \text{ kW}$$

$$= 0,082 \text{ kW}$$

$$= 0,1099 \text{ Hp}$$

Maka, daya motor listrik yang direncanakan untuk mesin pemecah cangkang keras buah pala kapsitas 45 kg/jam didapat sebesar 0,1099 Hp. Untuk menentukan jenis motor penggerak dengan daya sebesar 0,1099 Hp, tidak ditemukan dipasaran, maka penulis mengambil jenis daya motor yang dipilih yaitu dengan daya 1 Hp atau 0,746 kW dengan putaran motor sebsar 1400 rpm.

Poros

1. Momen Puntir Torsi yang terjadi

$$T = 9,47 \cdot 10^5 \cdot \frac{Pd}{n_1}$$

Dimana :

T = torsi (kg/m)

P_d = daya motor (kW)

N = putaran motor (rpm)

Maka :

$$T = 9,47 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,1099}{1400} \\ = 76,459 \text{ kg/mm}^2$$

2. Menentukan Diameter Poros

Menentukan diameter poros (d_s) penggerak diperoleh :

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau a} \cdot K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{\frac{1}{3}}$$

Dimana :

d_s = Diameter poros (mm)

K_t = Faktor koreksi tumbukan = 1,5

τa = Tegangan geser izin 5,16 kg/mm²

C_b = Faktor akibat lenturan = 2,3

T = Torsi = 76,459 kg/mm²

3. Tegangan Geser yang terjadi

$$\tau = \frac{5,1 \cdot T}{d_s^3}$$

Dimana ;

τ = tegangan geser yang terjadi

T = torsi (kg/mm)

d_s = diameter poros (mm)

Maka :

$$\tau = \frac{5,1 \cdot 76,459}{24^3} \\ = 0,225 \text{ kg/mm}^2$$

4. Tegangan Geser izin (ra)

$$ra = \frac{\sigma b}{sf_1 \times sf_2}$$

Dimana :

σb = kekuatan tarik poros = 62 (kg/mm³)

Sf_1 = factor keamanan material = 6,0

Sf_2 = factor keamanan poros = 2,0

Maka :

$$= \frac{62}{6,0 \times 2,0} \\ = 5,16 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

Bearing

Bearing yang digunakan adalah bantalan bola yang mampu menumpu beban radial, pada no 10 digunakan

bantalan luncur. Bantalan untuk proses penggerak yang diameternya disesuaikan dengan ukuran poros yang dinyatakan aman.

Menentukan momen puntir atau torsi yang terjadi :

$$T = 9,47 \cdot 10^5 \cdot \frac{Pd}{n_1}$$

Dimana :

T = Torsi (kg.mm)

P_d = Daya yang dibutuhkan (kW)

n_3 = Putaran motor (rpm)

Maka :

$$T = 9,47 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,1099}{1400} \\ = 74,339 \text{ Kg/mm}^2$$

Pully

Dalam perencanaan mesin pemecah cangkang ini , pully yang direncanakan terdiri dari dua yaitu pully penggerak yang berfungsi untuk sumber penggerak yang dihubungkan dengan memanfaatkan belt untuk memutar pully pemecah atau rotor pelontar biji cangkang keras buah pala. Perumpamaan besar pully yang diperlukan perencanaan mesin pemecah biji cangkang keras buah pala ini adalah 1 : 1, yaitu sebesar :

n_1 (puly penggerak) = 3 inci

n_2 (puly yang digerakkan) = 3 inci

Sabuk

a. Kecepatan Linear Sabuk

$$v = \frac{d_p \cdot n_1}{60 \times 1000} \text{ ((m/s))}$$

Dimana :

D_p = diameter pully penggerak 3 inchi = 76,2 (mm)

n_1 = putaran motor listrik = 1400 rpm

Maka :

$$v = \frac{76,2 \times 1400}{60 \times 1000}$$

$$= 1,77 \text{ (m/s)}$$

b. Panjang Keliling Sabuk

Panjang sabuk dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(d_p + D_p + \frac{1}{4C}(D_p - d_p)^2)$$

Dimana :

d_p = diameter pully penggerak 3 inchi = (76,2 mm)

D_p = diameter pully yang digerakkan 3 inchi = (76,2 mm)

C = jarak antara sumbu yang diambil (1,5 sampai 2)

diameter pully besar

Jadi, jarak sumbu poros yang diambil :

$$C1 = 2 \times D_p$$

$$= 2 \times 76,2$$

$$= 152,4 \text{ mm}$$

Maka :

$$L = 2 \cdot 152,4 + \frac{3,14}{2}(76,2 + 76,2$$

$$+ \frac{1}{4 \cdot 152,4} \cdot (76,2 - 76,2)^2$$

$$L_1 = 458,37 \text{ mm}$$

Maka, panjang keliling sabuk -V standart yaitu no A37 = 458,37 mm

$$b1 = \frac{b + \sqrt{b^2 + 8(d_p + D_p)^2}}{8}$$

Ubah nilai b :

Biaya Pembuatan Dan Perawatan

Biaya Bahan/Material Yang Dikerjakan

No	Nama Bahan	Ukuran	Jlh	Harga Mesin	Harga Total
1	Profil L (Rangka Mesin)	"L" 40 x 40 x 6000	2	Rp. 250.000	Rp. 500.000
2	Poros Baja S35C-D	Ø 30 x 355 (mm)	1	Rp. 140.000	Rp. 140.000
3	Pelat Baja, Saluran Masuk Dan Keluar	1 x 1000 x 1000 (mm)	1	Rp. 200.000	Rp. 200.000
4	Pelat Baja Untuk Dinding Pelempar	6 x 250 x 2000 (mm)	1	Rp. 155.000	Rp. 155.000
5	Pelat Baja Untuk Dinding Belakang Dan Penutup Depan	Ketebalan 2 mm	1	Rp. 310.000	Rp. 310.000
6	Pelat Baja Untuk Perangat Pelempar	Tebal 4 mm	0,25	Rp. 180.000	Rp. 180.000
7	Pelat Strip	4 x 30 x 1000 (mm)	1	Rp. 85.000	Rp. 85.000
8	Bahan Lain-Lain				Rp. 350.000
	Jumlah				Rp. 1.920.000

$$b1 = 2 \times L1 - 3,14(D_p + d_p)$$

$$= 2 \times 458,7 - 3,14(76,2 + 76,2)$$

$$= 438,86 \text{ mm}$$

Maka :

$$C1 = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8}$$

$$C1 = \frac{438,86 + \sqrt{438,86^2 - 8(76,2 - 76,2)^2}}{8}$$

$$C1 = 109,715 \text{ mm}$$

Jarak sumbu poros yang ke

$$2 \text{ diambil } C2 = 2 \times 76,2$$

$$= 2 \times 76,2$$

$$= 152,4$$

Maka :

$$L2 = 2 \times 152,4 + \frac{3,14}{2}(76,2 + 76,2)$$

$$+ \frac{1}{4 \times 152,4}(76,2 + 76,2)^2$$

$$L2 = 412,068 \text{ mm}$$

Maka, panjang keliling sabuk V standart yaitu no A17 = 432 mm

$$C1 = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8} \quad b2 = 2 \times L2 -$$

$$3,14(D_p + d_p)$$

$$= 386,46 \text{ mm}$$

Maka ;

$$C2 = \frac{386,46 + \sqrt{386,46^2 - 8(76,2 - 76,2)^2}}{8}$$

$$= 96,615 \text{ mm}$$

Biaya Bahan/Material yang tidak dikerjakan

No	Nama Bahan	Ukuran	Jlh	Harga Satuan	Harga Total
1	Elektro Motor	1 Hp	1	Rp. 1.250.000	Rp. 1.250.000
2	Bantalan Gelinding	6005	2	Rp. 90.000	Rp. 180.000
3	Puli 1	2	1	Rp. 70.000	Rp. 70.000
4	Puli 2	12	1	Rp. 95.000	Rp. 95.000
5	Sabuk	47	1	Rp. 85.000	Rp. 85.000
6	Baut Dan Bur	M 8 x 35 mm	12	Rp. 5.000	Rp. 60.000
7	Cat Dan Perlengkapan	-		Rp. 120.000	Rp. 120.000
8	Biaya Bahan Lain Dan Transportasai	-		Rp.350.000	Rp. 350.000
	Jumlah				Rp. 2.210.000

Biaya total pembelian material adalah :

Biaya bahan yang dikerjakan + biaya bahan yang tidak dikerjakan biaya total = Rp. 1.920.000
 + Rp. 2.210.000
 = Rp. 4.130.000

Perawatan

1. Motor Penggerak

Perawatan pada motor listrik adalah dengan cara beban yang diangkut tidak boleh *over load* atau kelebihan beban karena akan mengurangi efektivitas dari motor.

2. Pully dan Sabuk

Bagian yang mengharapkan perawatan pada puli merupakan memeriksa kekencangan baut pengikat puli, mengecek secara visual kesejajaran antara puli. Memeriksa tegangan sabuk serta kerusakan yang terjadi pada sabuk, apabila sabuk sudah rusak sebaiknya diganti dan apabila tegangan sabuk kendur maka harus dikencangkan kembali.

3. Poros

Pada poros kegiatan perawatan yang dilakukan adalah memeriksa kesetimbangan terhadap bearing (bantalan)

dan memeriksa kotoran yang menempel pada poros.

4. Bantalan

Perawatan bantalan dengan cara pelumasan yang dipakai disini dengan pelumasan gesek/gemuk, pada bantalan ini dianjurkan dengan pelumasan gemuk karena konstruksinya lebih sederhana dan semua gemuk yang bermutu baik dan dapat memperpanjang umur bantalan. Pemberian gemuk dilakukan dengan mengisi bagian dalam bantalan secukupnya dengan menggunakan pispot gemuk melalui nipel bantalan.

5. SIMPULAN

Proses pemecah cangkang keras buah pala, buah pala dimasukkan kedalam corong masuk dan jatuh ke titik pusat atau ditengah rotor pelontar, kemudian keluar melalui celah bilah rotor pelontar,

kemudian lidah pelontar akan melemparkan biji pala ke dinding drum pelontar dan akan terpecah ketika terbentur mengenai dinding pelontar. Berdasarkan spesifikasi hasil survey, analisa pemeriksaan dan perhitungan serta standart yang ada dalam perencanaan mesin pemecah biji pala dengan kapasitas 45 kg/jam, maka hasil kesimpulannya sebagai berikut:

Motor Lisrik yang digunakan = 1 hp

Poros = 20 mm

Beban pada bantalan = 75,68 kg

Pully = 3 inchi

Saran

Sebagai tindak lanjut dari tugas rancangan ini, penulis mengajukan beberapa saran untuk dapat memperoleh kondisi perancangan mesin pemecah cangkang keras buah pala yang lebih baik :

1. Utamakan keselamatan kerja.
2. Lakukan inspeksi mesin sebelum dan sesudah pengoperasian.
3. Saat menghidupkan mesin diharapkan tidak diberikan beban.
4. Memperhitungkan kekuatan mesin dan komponen mesin untuk memastikan mesin bekerja dalam keadaan maksimal.
5. Sewaktu selesai melakukan pekerjaan agar memperhatikan mesin dalam keadaan bersih dan tidak kotor.
6. Pada saat membersihkan, pembongkaran

tutup drum pelontar, perhatikan keadaan motor bekas dan tidak kotor.

7. Lakukan maintance setiap sebulan sekali agar mesin tetap terawat dan tahan lama.

8. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik perhatikan pala apakah sudah kering atau tidak.

6. DAFTAR PUSTAKA

Hanoto, 1981, Mekanika Teknik, PEDC Bandung

Hartanto, Sugianto dan Sato Takeshi, 1992. Menggambar Mesin Menurut Standart ISO. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Joseph E. Shigley, Larry D. Mitcell, Ir. Gandhi Harahap M. Eng, 1984

Khurni R.S. dan Gupta, JK. 1980. A Text Book of Machine Design. New Delhi: Erlangga

Mariam, JL dan Kraige, LG. 2000. Mekanika Teknik Statika. Jakarta

Mohd. Taib Sultan Sati 1997, buku Politeknik, Cetakan Kedelapan, Penerbit Sumur Bandung

PEDC, Bandung, 1982 "Bahan Material Nonlogam" Edisi I, Bandung

Sularso dan Suga, Kiyokatsu, 1991. "Dasar Perencanaan Pemilihan Elemen Mesin" Jakarta. Erlang