



PERANCANGAN MESIN PENCACAH PELEPAH SAWIT UNTUK KEBUTUHAN PRODUK LANJUTAN

Ahmad Alfian¹, Muhammad Faisal², Muhtadin³

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Abulyatama, Jl. Blang Bintang Lama Km.8,5
Lampoh Keudee Aceh Besar 23372, Indonesia. .

* Email korespondensi: muhtadin_mesin@abulyatama.ac.id

Diterima 13 November 2022; Disetujui 28 Juni 2023; Dipublikasi 31 Juli 2023

Abstract: *The palm frond chopping machine is a tool for chopping palm fronds for advanced product needs and utilizes abundant raw materials and reduces organic waste. In operation, this chopper is assisted by several engine components, namely the internal combustion engine, pulleys, V-belts, bearings, shafts, frames and chopping blades. From the results of the design of this palm frond chopping machine, it is obtained that an internal combustion engine with a power of 5.5 PK or 4.04 kW and a rotation of 1400 RPM and is connected to the Belt - V Type A - 57 with a design power of: 4.85 kW, Torsion moment: 3374.21 kg.mm, Shear stress 3.84 kg/mm², Shaft diameter 23.77 mm (24 mm), Shear stress on the shaft: 1.24 Kg/mm², while small and large pulley diameters: 76.2 mm and 279, 65mm (280mm).*

Keywords: *Motor Fuel, Belt - V, Bearings, Shafts, Pulleys*

Abstrak: PT Mesin pencacah pelepah sawit merupakan alat untuk mencacah pelepah sawit untuk kebutuhan produk lanjutan dan memanfaatkan bahan baku yang melimpah serta mengurangi sampah organik. Dalam pengoperasiannya mesin pencacah ini dibantu oleh beberapa komponen elemen mesin yaitu motor bakar, puli, sabuk-V, bantalan, poros, rangka dan pisau pencacah. Dari hasil perancangan mesin pencacah pelepah sawit ini didapatkan motor bakar dengan daya 5,5 PK atau 4,04 kW serta putaran 1400 RPM dan dihubungkan dengan Sabuk-V Type A-57 dengan Daya rencana: 4,85kw, Momen puntir: 3374,21 kg.mm, Tegangan geser 3,84 kg/mm, Diameter poros 23,77 mm (24 mm), Tegangan geser pada poros:1,24 Kg/mm, sedangkan diameter puli kecil dan besar: 76,2 mm dan 279,65 mm (280mm).

Kata Kunci: *Motor bakar, Sabuk – V, Bantalan, Poros, Puli*

PENDAHULUAN

Kelapa sawit adalah salah satu tumbuhan pada industri / perkebunan yang berguna sebagai penghasil minyak masak, minyak industri,

maupun bahan bakar. Perkebunan kelapa sawit dapat menghasilkan keuntungan besar sehingga banyak hutan dan perkebunan lama telah dikonversikan menjadi perkebunan kelapa sawit.

Penyebaran perkebunan kelapa sawit di Indonesia berada pada pulau Sumatera, Kalimantan, Jawa, Sulawesi, Papua, dan beberapa pulau tertentu di Indonesia.

Seiring perkembangan inovasi dalam penggunaan turunan produk dari minyak kelapa sawit luas kebun sawit terus meningkat sekitar 5,6 juta ha pada tahun 2005, dan sekitar 7,8 juta ha pada tahun 2009. Laju pertumbuhan luas perkebunan kelapa sawit setiap tahunnya mencapai 12,6%. Perluasan kebun sawit terjadi paling besar di enam propinsi yaitu Riau, Sumatra Selatan, Sumatra Utara, Kalimantan Barat, Jambi dan Kalimantan Tengah. Berdasarkan luas tanaman sawit tersebut, sekitar 2 juta hektar kebun sawit dimiliki oleh petani dan selebihnya dikelola oleh perusahaan induk.

Siklus pemangkasan pelepah kelapa sawit dilakukan setiap 14 hari, tiap pemangkasan sekitar 3 pelepah daun dengan berat 1 pelepah mencapai 3 kg. Setiap hektar lahan perkebunan kelapa sawit ditanami sekitar 148 pohon sehingga setiap 14 hari akan dihasilkan 4.440 kg atau 8.880 kg per bulan per hektar.

METODE

WAKTU DAN TEMPAT

Waktu pelaksanaan kegiatan adalah 6 bulan, mulai tanggal 1 September 2022 s/d 1 Februari 2023. Kegiatan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Mesin Universitas Abulyatama Aceh.

ALAT DAN BAHAN

Alat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yang digunakan antara lain:

1. Kawat las
2. Sikat kawat
3. Kompresor
4. Mesin las
5. Bor tangan
6. Palu besi
7. Gerinda
8. Timbangan
9. Stopwatch
10. Test sieve
11. Tachometer

Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Mata pisau
2. Bantalan
3. Motor penggerak
4. Besi siku
5. Poros
6. Saluran masuk
7. Saluran buang
8. Ruang pencacah

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi, yang meliputi tahapan studi literatur, analisa data, perancangan, pembuatan produk, pengujian dan kesimpulan.

1. Studi literatur

Metode studi literatur ini dilakukan dengan melakukan studi data terhadap buku literatur, Jurnal, Artikel, tentang komponen mesin pencacah serta pencarian di internet tentang hal-hal yang berkaitan.

2. Analisa data

Setelah melakukan studi literatur, data yang telah didapat di analisa untuk melanjutkan merancang mesin pencacah pelepah sawit.

3. Perancangan

Perancangan ini merupakan gambaran sebelum rancangan bangun yaitu tentang:

- a. Motor bakar/Motor listrik
- b. Poros
- c. Pulley (Puli)
- d. Sabuk – V
- e. Bantalan
- f. Pisau Pencacah
- g. Rangka

4. Pembuatan produk

Dalam tahap ini dilakukan pembuatan dimulai dari merakit rangka, membuat dudukan poros dan komponen.

5. Pengujian

Melakukan pengujian pada mesin pencacah pelepah sawit untuk mengetahui hasil produksi yang dihasilkan.

6. Kesimpulan

Hasil dari pengumpulan data dari pengujian atau pengolahan data yang dilakukan dilapangan

dari awal proses pembuatan alat sampai alat selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun hasil pembuatan mesin pencacah pelepah kelapa sawit dengan menggunakan motor bakar bensin 5.5 PK dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :

1. Prinsip Kerja Mesin

Pelepah sawit yang sudah di potong kemudian dimasukan Adapun proses- prosesnya adalah sebagai berikut :

- a. Pelepah sawit yang telah dipotong kemudian dimasukan kedalam mesin melalui hopper.
- b. Pelepah sawit yang telah dimasukkan kedalam hopper akan masuk kedalam tabung.
- c. Poros yang terdapat mata potong akan digerakkan oleh motor bensin berkapasitas 5.5 PK dengan menggunakan sabuk V belt sebagai perpindahan daya.
- d. Pada saat pelepah sawit masuk kadalam tabung maka akan terjadi proses pencincangan pelepah sawit.
- e. Setelah hasil cincangan pelepah sawit akan jatuh ketempat penampungan melalui saluran keluar pada mesin tersebut.

2. Spesifikasi Alat

Adapun spesifikasi mesin adalah sebagai berikut:

| | |
|----------------|------------|
| Berat Total | : ± 90 Kg |
| Panjang Rangka | : 595 Mm |
| Tinggi Rangka | : 850 Mm |
| Lebar Rangka | : 408 Mm |
| Motor Listrik | : 5.5 PK |
| Panjang Poros | : 620 Mm |
| Putaran | : 1400 Rpm |

3. Hasil Rancangan Mata Potong

Mata potong dibuat menggunakan bahan Baja Sup 90 dengan ketebalan mata pencacah 6 mm, panjang mata pencacah 12,5 cm, lebar mata pencacah 5 cm dan besar poros 1 inc. Pengoprasian mesin pencacah pelepah kelapa sawit menggunakan motor bensin 5.5 PK sebagai penggerakannya.

4. Perhitungan Komponen Utama

a. Perhitungan Poros

Daya rencana adalah hasil konversi antara daya nominal output dari motor penggerak dengan faktor koreksi, karena daya yang besar diperlukan pada saat start atau mungkin beban yang besar yang terus bekerja setelah start. Dengan demikian diperlukan faktor koreksi pada daya rata-rata.

Dalam pengamatan dilapangan diperoleh data-data sebagai berikut:

- Daya Motor (P) : 5.5 PK
- Putaran (n) : 1400 rpm

- Maka Daya yang dialirkan :

$$P = 5.5PK \times 0,735 = 4,04 \text{ kW}$$

- Daya rencana (Pd) = fc . P

$$= 1,2 \cdot 4,04$$

$$= 4,85 \text{ kw}$$

b. Menghitung Momen Puntir Yang Terjadi

$$T = 9,74 \cdot 105 \cdot Pd/n$$

Dimana :

$$Pd = 4,85 \text{ kw}$$

$$N = 1400 \text{ rpm Maka :}$$

Momen puntir rencana T (kg.mm)

$$T = 9,74 \cdot 105 \cdot Pd/n$$

$$= 9,74 \cdot 105 \cdot 4,85/1400$$

$$T = 3374,21 \text{ kg.mm}$$

Dengan;

T = Momen torsi yang terjadi (kg.mm)

Pd = Daya rencana (Kw)

n = Putaran poros pada mesin (rpm)

c. Menghitung Tegangan Geser Izin Bahan

Besarnya tegangan geser izin bahan menurut Sularso dan Kiyokatsu Suga (1978:8) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{Sf1 \cdot Sf2}$$

Untuk menghitung tegangan geser yang diakibatkan pengaruh massa dan baja campuran (paduan). Maka diperlukan pengambilan faktor keamanan (Sf1). Untuk beban poros

direncanakan bahan S-C dengan tegangan tarik yaitu ; $\sigma_b = 60 \text{ kg/mm}^2$, faktor $Sf_1 = 6,0$ (untuk bahan S-C), factor $Sf_2 = 2,6$

Maka :

$$\begin{aligned} \tau_a &= \frac{\sigma_b}{Sf_1.Sf_2} \\ &= \frac{60}{6 \cdot 2,6} \\ &= 3,84 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Dimana :

τ_a : Tegangan geser yang di izinkan (kg/mm^2)

σ_b : Kekuatan tarik bahan (kg/mm^2)

sf_1 : Faktor keamanan untuk poros

sf_2 : Faktor kosentrasi tegangan.

d. Menghitung Diameter Poros

Untuk diamater poros menurut Sularso dan Kiyokatsu Suga (1978 : 8) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$ds = \left[\frac{5,1}{\tau_a} Kt. Cb. T \right]^{1/3}$$

| Faktor koreksi untuk momen puntir | K_t |
|------------------------------------|-----------|
| Beban dikenakan secara halus | 1,0 |
| Terjadi sedikit kejutan (tumbukan) | 1,2 – 1,2 |
| Terjadi kejutan (tumbukan besar) | 1,0 – 1,5 |

| Faktor koreksi pembebanan lentur | C_b |
|----------------------------------|-----------|
| Tidak terjadi pembebanan lentur | 1,0 |
| Terjadi pembebanan lentur | 1,2 – 2,3 |

Perhitungan K_t diambil 1,5 diperkirakan terjadi kejutan atau tumbukan. Sedangkan dalam perhitungan C_b diambil pada range 2,0 karena diperkirakan terjadinya pembebanan lentur.

Maka :

$$\begin{aligned} ds &= \left[\frac{5,1}{3,84} \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 3374,21 \right]^{1/3} \\ &= 23,77 \text{ mm (24 mm)} \end{aligned}$$

Penentuan dan pemilihan nilai diameter poros juga berdasarkan hasil observasi di pasar penjualan alat besi baja yang sangat mudah untuk dicari di toko alat besi baja.

Keterangan:

D_s = Diameter Poros

τ_a = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm^2)

T = Momen puntir (kg.mm)

K_t = Faktor koreksi beban kejutan

C_b = Faktor koreksi lentur

Menghitung Tegangan Geser Yang Terjadi Pada Poros

Tegangan geser yang terjadi pada poros menurut Sularso dan Kiyokatsu Suga (1978:7), dapat dihitung dengan persamaan:

$$\tau_b = \frac{5,1 \cdot T}{ds^3}$$

Maka :

$$\tau_b = \frac{5,1 \cdot 3374,21}{24^3}$$

$$= 1,24 \text{ Kg/mm}^2$$

Keterangan :

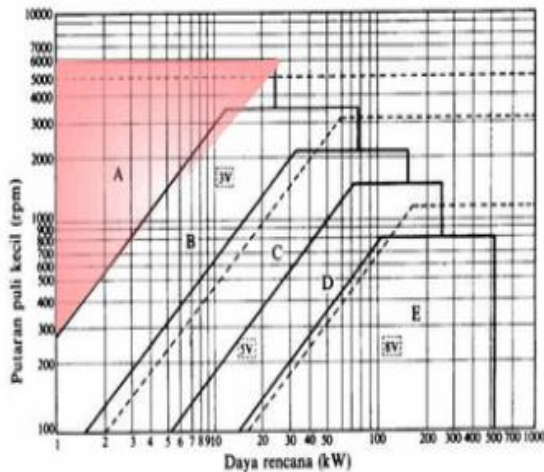
τ_b = Tegangan geser yang terjadi (Kg/mm²)

d_s = Diameter poros (mm)

T = Momen puntir (Kg.mm)

Menghitung Perbandingan Sabuk dan Puli Menghitung Perbandingan Sabuk

Daya motor yang di rencanakan (4,04 kW) dengan putaran 1400 rpm dan dari gambar diagram pemilihan sabuk V pada buku Sularso dan Kiyokatsu Suga di halaman 164 diperoleh sabuk tipe “A”. Gambar 1 menunjukkan diagram pemilihan sabuk-V.



Gambar 1. Diagram pemilihan sabuk-V
 (Sumber: Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Berdasarkan pemilihan diameter puli minimum yang dianjurkan pada sabuk tipe – A maka minimum diameter puli yang dianjurkan adalah 95 mm untuk puli penggerak. Maka menurut Sularso dan Kiyokatsu Suga (1978:166), besarnya diameter nominal puli yang digerakkan dapat ditentukan dengan persamaan:

$$n_1/n_2 = i = D_1/d_2$$

Maka ;

$$i = n_1/n_2$$

$$= 1400/381,81$$

$$= 3,67 \text{ (karna sabuk V dipakai$$

untuk menurunkan putaran $i > 1$)

Maka diameter puli besar adalah :

$$i = \frac{D_p}{d_p}$$

$$D_p = d_p \cdot i$$

$$= 76,2 \times 3,67 = 279,65 \text{ mm (280 mm)}$$

Dimana:

n_1 = Putaran puli kecil (rpm)

n_2 = Putaran puli besar (rpm)

D_p = Diameter puli besar (mm)

d_p = Diameter puli kecil (mm)

i = Perbandingan reduksi

Kecepatan sabuk menurut Sularso dan Kiyokatsu Suga (1978 ; 166) yang terjadi pada mesin dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$V = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_1}{60 \cdot 1000}$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot dp \cdot n1}{60 \cdot 1000}$$
$$= \frac{3,14 \cdot 76,2 \cdot 1400}{60 \cdot 1000}$$
$$= 5,58 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot Dp \cdot n2}{60 \cdot 1000}$$
$$= \frac{3,14 \cdot 280 \cdot 380}{60 \cdot 1000}$$
$$= 5,57 \text{ m/s}$$

Dimana :

V = Kecepatan sabuk (m/s)

n1 = Putaran poros penggerak (rpm)

n2 = Putaran poros yang gerakan (rpm)

Dp = Diameter puli besar (mm)

dp = Diameter puli kecil (mm)

- Menghitung Ratio

- Mencari nilai n2

$$\text{Ratio} = 3 : 1$$

$$n1 = 1400 \text{ rpm}$$

Maka ;

$$n2 = (n1 \times 3) : 11$$

$$n2 = (1400 \times 3) : 11$$

$$n2 = 381,8 \text{ (nilai untuk kecepatan}$$

pulley yang digerakan)

Maka nilai ratio didapat ;

$$\text{Ratio Pulley} = 381:1400$$

$$\text{Ratio Pulley} = 1:3$$

(Hasil dari penyederhanaan) - Menghitung Panjang Sabuk. Menurut Sularso dan Kiyokatsu Suga(1978;170), pada perencanaan ini jarak sumbu poros direncanakan sepanjang 1.5 – 2 kali diameter puli besar (diambil 2) disesuaikan dengan mesin yang akan direncanakan.

Agar tidak terlalu panjang dan terlalu pendek, maka jarak sumbu poros adalah:

$$C = i \cdot Dp$$
$$= 2 \cdot 280$$
$$= 560 \text{ mm}$$

Panjang sabuk menurut Sularso dan Kiyokatsu Suga (1978;170), dapat dihitung dengan persamaan:

$$C = i \cdot Dp$$
$$= 2 \cdot 280$$
$$= 560 \text{ mm}$$

Panjang sabuk menurut Sularso dan Kiyokatsu Suga (1978;170), dapat dihitung dengan persamaan:

$$L = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (Dp + dp) + \frac{\pi}{4 \cdot C} (Dp - dp)^2$$

Dimana:

L = Panjang sabuk (mm)

C = Jarak sumbu sabuk (mm)

Dp = Diameter puli yang digerakkan (mm)

dp = Diameter puli penggerak (mm)

maka:

$$L = 2 \times 560 + \frac{3,14}{2} (280 + 76,2) + \frac{1}{4 \times 560} (280 - 76,2)$$

$$= 1.120 + 559,23 + 0,09$$

$$= 1679,32 \text{ mm (167,93 cm)}$$

Uji Coba (Test Performance)

Dari hasil test performa mesin dibutuhkan waktu 1 menit untuk menghasilkan cincangan sebanyak 2 kg (Gambar 2). Adapun kapasitas pengupasan dalam kg/jam adalah:

$$1 \text{ Menit} = 60 \text{ Detik}$$

$$2 \text{ kg} \times 60 = 120 \text{ kg/jam}$$



Gambar 2. Hasil Cincangan

Biaya Produksi Mesin

Biaya Pembelian Bahan Baku

Dalam pembuatan mesin pencacah pelepah sawit material atau bahan yang digunakan dibeli dalam bentuk jadi dan setengah jadi. Untuk harga material atau komponen-komponen mesin dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel Harga pembelian material dan komponen setengah jadi.

| No | Nama Komponen | Dimensi | Jumlah | Harga | Total Harga |
|--------------------|-------------------|-------------|----------|---------|------------------|
| 1 | Besi Poros | Ø 25.4 | 1 Batang | 150,000 | 150,000 |
| 2 | Besi Siku | 40 x 40 x 4 | 2 Batang | 220,000 | 440,000 |
| 3 | Besi Pelat Tabung | 520 Mm | 2 Lembar | 323,000 | 646,000 |
| 4 | Besi Siku | 50 x 50 x 5 | 1 Batang | 50,000 | 50,000 |
| 5 | Besi Pelat | 1 x 50 | 1 Lembar | 160,000 | 160,000 |
| 6 | Pulley Besar | 11" | 1 Buah | 250,000 | 250,000 |
| 7 | Pulley Kecil | 3" | 1 Buah | 65,000 | 65,000 |
| 8 | Engsel Bubut | 1" | 2 Buah | 15,000 | 30,000 |
| 9 | Besi Batang | Ø 8 | 1 Batang | 20,000 | 20,000 |
| Total Biaya | | | | | 1,811,000 |

Biaya Pembelian Komponen Standar

Selain pembelian bahan baku untuk komponen mesin pencacah pelepah kelapa sawit, ada juga pembelian komponen standar. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel Biaya Pembelian Komponen Standar

| No | Nama Barang | Dimensi | Jumlah | Harga | Total Harga |
|--------------------|---------------------|---------------|----------|--------|----------------|
| 1 | Elektroda | Ø 26 x 350 mm | 3 Kg | 35,000 | 105,000 |
| 2 | Bearing | 1" | 2 Unit | 50,000 | 100,000 |
| 3 | Sabuk | A-57 | 1 Unit | 50,000 | 50,000 |
| 4 | Cat | - | 1 Unit | 90,000 | 90,000 |
| 5 | Dempul | - | 1 Unit | 25,000 | 25,000 |
| 6 | Tiner | - | 1 Unit | 30,000 | 30,000 |
| 7 | Mata Gerinda Gosok | - | 5 Unit | 10,000 | 50,000 |
| 8 | Mata Gerinda Potong | - | 10 Unit | 5,000 | 50,000 |
| 9 | Kertas Pasir | - | 2 Lembar | 5,000 | 10,000 |
| 10 | Baut Pengikat | M 12 & M 10 | 6 Unit | 5,000 | 30,000 |
| Total Biaya | | | | | 540,000 |

KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pembuatan mesin pencacah pelepah kelapa sawit maka dapat disimpulkan bahwa;

1. Daya motor penggerak yang digunakan untuk mesin pencacah pelepah kelapa sawit memakai mesin 5.5 PK.
2. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan daya rencana 4,85 KW, dengan momen puntir pada poros adalah 3374,21 kg.mm, tegangan geser izin bahan 2 adalah 3,84 kg/mm.
3. Berdasarkan hasil perhitungan pada poros maka diameter poros minimal yang diizinkan adalah sebesar 24 mm, dengan tegangan geser pada poros 1,24 kg/mm² dan kecepatan sabuk sebesar 5,6 m/s.
4. Hasil uji coba alat yang telah dilakukan menghasilkan cacahan pelepah kelapa sawit dengan ukuran yang kecil-kecil.

Saran

Adapun kekurangan ataupun kendala yang penulis dapatkan dalam membuat dan merancang alat tersebut maka akan diuraikan dalam bentuk saran berikut ini:

1. Sebelum pengoperasian sebaiknya dilakukan pengecekan kembali untuk memastikan komponen dalam kondisi baik.
2. Lakukan perawatan secara rutin untuk menjaga performa mesin agar dalam kondisi yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kadim, Lina Arliana Nur (2014) Analisa Hubungan Faktor yang Mempengaruhi Harga Jual Minyak Kelapa Sawit Pada PT. Langkat Nusantara Kepong PKS Padang Brahrang Jurnal informasi dan Teknologi Ilmiah, ISSN : 2339- 210
- [2] Mathius, I. W. (2003). Inovasi Teknologi Pemanfaatan Produk Samping Industri Kelapa Sawit Sebagai Pakan Ruminansia. Vol.24. No. 1. Hal : 29-30. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- [3] Wibowo A. (2009). Konversi Hutan Menjadi Tanaman Kelapa Sawit pada Gambut: Implikasi Perubahan Iklim dan Kebijakan. Pusat Penelitian Kehutanan. Bogor. Vol 7 No 4 Edisi Khusus. Hal: 251-260.
- [4] Devendra, C. (1978). Utilization of Feedingstuffs from the Oil Palm. Interaksi : Feedingstuffs for Livestock in South East Asia. Malaysia Society of Animal Production. Serdang Selangor, Malaysia.
- [5] Departemen Pendidikan Nasional, (2002), Kamus Besar Bahasa Indonesia. Jakarta : Balai Pustaka
- [6] Petter salim & Yenny salim (1991), Kamus Bahasa Indonesia Kontemporer. Jakarta : Modern English
- [7] Anggraeni, N. D. and Latief, A, E. (2017), Modifikasi Mata Pisau Mesin Pencacah

- Plastik Tipe Polyethylene. In seminar Nasional Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri – XVI, pp. 69-78
- [8] Danang A.M., Wibowo (2014), Pengaruh Insentif Terhadap Kinerja Karyawan dengan Stres sebagai Variabel Intervening (Survei di Unit Theater dan pentas Ramayana Serta Hotel Manohara). Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Yogyakarta
- [9] Sularso, (1991), Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. PradyaParamita : Jakarta.
- [10] Aldi Setiawan, (2017), Implementasi Optical Character Recognition (OCR) Pada Mesin Penerjemah Bahasa Indonesia Ke Bahasa Indonesia. Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JustIN) 1.2
11. Sularso dan Suga, K.1997. Dasar – Dasar Perencanaan dan Perencanaan Elemen Mesin. PT. Pradnya Paramita. Jakarta
12. Alchazin, Syaiful (2012), Autodesk Inventor, [http://www.teknikmesin.net/08/Auto desk inventor.com](http://www.teknikmesin.net/08/Auto%20desk%20inventor.com)
13. Yon F. Huda, (2012), Panduan Mudah Menggambar Komponen Mesin dengan Autodesk Inventor Professional 2011. Yogyakarta : Andi Offset