

UNJUK KERJA MESIN DIGESTER PADA PROSES PERONTOKAN BUAH SAWIT DI PABRIK PENGOLAHAN KELAPA SAWIT

Rahmadsyah,¹ Moraida Hasanah², Ahmad Al Fisyahri³, Irpansyah Siregar⁴

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin,Fakultas Teknik,Universitas Asahan,
Jln. Jend.Ahmad Yani Kisaran 21216

⁴Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Amir Hamzah
Email Corresponden Autor : syahuna10@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan dibidang industri sudah tentu memerlukan sarana penunjang guna mendukung kelancaran pekerjaan, seperti halnya mesin-mesin yang sangat dibutuhkan dalam kelancaran pekerjaan, seperti halnya mesin-mesin yang sangat dibutuhkan dalam kelancaraan pekerjaan yang terdapat dipabrik industri besar. Salah satunya adalah pabrik Pengolahan Kelapa Sawit (PKS) yang banyak menggunakan alat atau mesin untuk membantu didalam proses pengolahan misalnya pada mesin digester yang digunakan untuk membantu didalam proses pengolahan serta pengadukan kelapa sawit. Digester merupakan sebuah tabung silinder vertical yang didalam nya dipasang pisau-pisau pengaduk. Dalam digester terdapat beberapa tingkat pisau yang terikat pada poros dan di gerakkan oleh motor listrik. Pisau bagian atas digunakan untuk mencacah/melumat borondolan, dan pisau bagian bawah (Stirring arm bottom) digunakan untuk mendorong massa keluar dari ketel adukan menuju scrwe press.

Kata Kunci : PKS, Digester, Pisau Pengaduk, Berondolan

ABSTRACT

Industrial development certainly requires supporting facilities to support the smooth running of the work, as well as machines that are needed in the smooth running of the work, as well as machines that are needed in the smooth running of the work contained in large industrial factories. One of them is the Palm Oil Processing Plant (PKS) which uses a lot of tools or machines to help in the processing process, for example the digester machine which is used to assist in the processing and stirring of palm oil. Digester is a vertical cylindrical tube in which stirring knives are installed. In the digester there are several levels of knives that are tied to the shaft and driven by an electric motor. The top knife is used to chop the borondolan, and the bottom knife (Stirring arm bottom) is used to push the mass out of the mixing kettle to the scrwe press.

Keywords : VFD, Digester, Stirring Knife, Loose Fruit

1. Latar Belakang

Alat atau mesin-mesin adalah suatu sarana yang sangat penting atau berpengaruh bagi kelangsungan dan kelancaran suatu proses industri, karena cepat atau lambat dalam suatu proses produksi akan tergantung dari alat atau mesin yang digunakan (Pahan, Iyung, 2006).

Pengolahan kelapa sawitmeru-pakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan usaha perkebunan kelapa sawit. Pada proses pengo-lahan kelapa sawit merupakan rangkaian proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menghasilkan dua jenis minyak, yaitu minyak dari daging buah (mesocarp) kelapa sawit atau Crude Palm Oil (CPO) dan minyak dari hasil pengolahan inti buah (kernel) kelapa sawit atau Palm Kernel Oil (PKO). Untuk dapat bersaing dipasaran dunia, pengo-lahan buah kelapa sawit hingga menghasilkan minyak harus memiliki

mutu atau kualitas yang baik dan sesuai dengan standar perdagangan internasional (Adi Purwanto, Afianto,2016)

Salah satu proses yang perlu diperhatikan dalam mengolah kelapa sawit adalah pengadukan buah (digesting) yang merupakan proses lanjutan dari proses penebahan(threshing). Proses pengadukan bertujuan untuk memisahkan daging buah (mesocarp) dari biji dan juga membebaskan dari sel-sel yang mengandung minyak. Ada beberapa hal yang harus diper-hatikan dalam proses pengadukan yaitu pelumatan buah harus berjalan baik ditandai daging buah lepas dari biji secara sempurna, hasil adukan tidak boleh terlalu lumat seperti bubur, serat-serat buah harus masih terlihat jelas.

Pengisian yang tidak sempurna sering terjadi pada saat awal pengo-perasian pabrik, hal ini

dipaksakan akibat kekurangan persediaan bahan bakar. Dalam keadaan yang demi-kian, umumnya dikarenakan efisiensi pengutipan minyak yang sangat rendah (Arie Malangyudo dan Antonius Krisdwiyanto,2011)

Digester berasal dari kata "Digest" yang berarti aduk, jadi yang dimaksud dengan Digester adalah suatu mesin yang digunakan untuk mengaduk atau melumatkan buah atau berondolan buah kelapa sawit (Loose Fruits) agar terbuka susunan serat pada daging buah, terpisah dari bijinya. Dengan cara memutar pisau yang dipasang pada dinding Digester dan digerakkan oleh motor listrik (Andika,2011). Pisau bagian atas digunakan untuk mencacah/melumat borondolan, dan pisau bagian bawah (*Stirring arm bottom*) digunakan untuk mendorong massa keluar dari ketel adukan menuju *scrwe press*

Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui proses kerja dari mesin digester

2.1. Pabrik Kelapa Sawit

Sebuah pabrik kelapa sawit harus mempunyai stasiun-stasiun sebagai berikut (Hesty Heryani,2017):

1. Sterilisasi tandan sawit
2. Pemberondolan (Stripping) tandan wasit
3. Pengadukan dan peremasan buah sawit (Digester and Pressing)
4. Ekstrasi
5. Penjernihan minyak (*Claryfying Oil*)
6. Pemisahan serabut dan biji
7. Pengeringan biji
8. Grading biji dan pemecahan biji sawit
9. Pemisahan inti sawit dan pengarungan (Bagging)
10. Pengeringan inti sawit dan pengarungan (Bragging)

Kelapa sawit adalah tumbuhan industri penting penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar. Perkebunannya menghasilkan keuntungan besar sehingga banyak hutan dan perkebunan lama dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Indonesia adalah penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia (Naibaho,Ponten M, 1998).

Kelapa sawit adalah tanaman sejenis palma berakar serabut atau monokotil. Bagian tanaman yang bernilai ekonomis adalah buah. Buah tersusun dalam sebuah tandan dan disebut TBS (Tandan Buah Segar). Satu tandan tanaman dewasa beratnya mencapai 20 – 35 kg bahkan ada yang mencapai diatas 40 kg,tergantung pada perawatan dan pemupukan tanaman (Risma Suyatno, 1999)

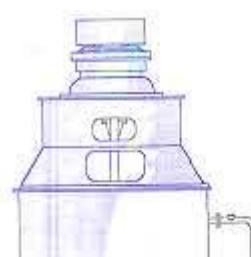
Buah diambil minyaknya dengan hasil : Sabut (daging buah / mesocarp) menghasilkan minyak kasar (CPO) 20 – 26 % Inti sawit sebanyak 6 % yang menghasilkan minyak inti (PKO) 3 – 4% Kadar % dihitung dari berat tandan buah segar .

2.2 Mesin Digester

Digester Digester berasal dari kata digest yang berarti aduk, jadi yang dimaksud dengan Digester adalah suatu mesin yang digunakan untuk mengaduk atau melumatkan buah atau berondolan buah kelapa sawit (Loose Fruits) agar terbuka susunan serat pada daging buah, terpisah dari bijinya. Dengan cara memutar pisau yang dipasang pada dinding Digester dan digerakkan oleh motor listrik (Elektromotor). Prinsip kerja mesin digester, yaitu: Mesin dioperasikan terlebih dahulu dengan suhu 900C-950C, kemudian suhu tersebut dialirkan kedalam tabung Digester melalui pipa masuk (Pipa Inlet), setelah suhu di dalam tabung merata, buah atau berondolan kelapa sawit dapat dimasukkan kedalam digester melalui pintu corongan mesin (Digester Discharge). Dengan adanya electromotor sebagai penggerak yang dihubungkan ke roda gigi reduser melalui kopling Flens dan selanjutnya daya putaran tadi diteruskan ke poros utama, sehingga poros utama hanya berputar, putaran poros utama adalah 1000 rpm, kemudian di rubah menjadi 25 rpm. Hal ini dikarenakan adanya roda gigi reducer yang dapat memperkecil putaran dengan perdandingan 1:40. Di dalam mesin tersebut buah atau berondolan kelapa sawit yang sudah terisi ± 90% dari kapasitas penuh diputar dengan menggunakan pisau yang di pasang pada poros utama, pisau pengaduk ini terdiri dari:

- a. Long stirring arms
- b. Short stirring arms
- c. Bottom stirring arms

Di dalam digester juga dilengkapi dengan pisau tetap (Wall blades/fixed blades) yang berfungsi sebagai stator, sedang pisau yang berputar berfungsi sebagai rotor. Jadi buah atau berondolan kelapa sawit tidak diputar, melainkan dibenturkan dengan pisau tetap. Dengan adanya tangki pengaduk (Stirring Arms) dan tangki tetap (Fixed Arms) inilah buah atau berondolan kelapa sawit akan memecah atau membuka susunan serat pada daging buahnya dan juga melunakkan dengan sempurna, pada pengaduk ini akan keluar minyak kasar, lamanya pengadukan ± 14-20 menit. Setelah buah atau berondolan kelapa sawit terlepas dari bijinya kemudian masuk dalam proses selanjutnya yaitu pengepressan Screw Press (Dwi Mulyono Putro,, Qomariyatus Sholihah,2019)



Objek penelitian ini adalah proses mesin digester yang terdapat di Pabrik Pengolahan kelapa sawit

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Perhitungan Poros

1. Perancangan pada Mesin Pengiris Poros I

Poros utama daya yang terjadi $P = 25 \text{ KW}$

$$i = \frac{nr}{n_1}$$

Dimana :

i = perbandingan roda gigi/transmisi (6,1)

nr = putaran poros reduksi

$$nr = \frac{n_2}{i}$$

n_2 = putaran poros II (1000)

Maka :

$$nr = \frac{1000}{6,1} \\ = 163,9 \text{ rpm}$$

Putaran poros utama

$$n_1 = \frac{nr}{i} \\ = \frac{163,9}{6,1} \\ = 26,8 \text{ rpm} \\ \approx 27 \text{ rpm}$$

Daya rencana

$$P_d = F_c \cdot P (\text{KW})$$

Dimana :

F_c = Faktor koreksi untuk daya maksimum (0,8 – 1,2)

Maka :

$$P_d = 1 \times 25 \\ = 25 \text{ KW}$$

Momen torsi

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{P_d}{n_1} \\ = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{25}{27} \\ = 901851,8 \text{ Kg mm}$$

Bahan poros I (poros utama) diambil S45C dengan kekuatan tarik (σ_b) = 58 kg/mm²

$$\tau_g = \frac{\sigma_b}{sf_1 \cdot sf_2}$$

Dimana :

sf_1 = pengaruh massa dan baja paduan (6)

sf_2 = pengaruh kekerasan permukaan (1,3 ÷ 3,0) $= 2,6$

Maka :

$$\tau_g = \frac{58}{6 \times 2,6} \\ = 3,71 \text{ kg/mm}^2$$

Diameter poros I (ds_1)

$$ds_1 = \left[\frac{5,1}{\tau_g} \cdot Kt \cdot Cb \cdot T \right]^{1/3}$$

Dimana :

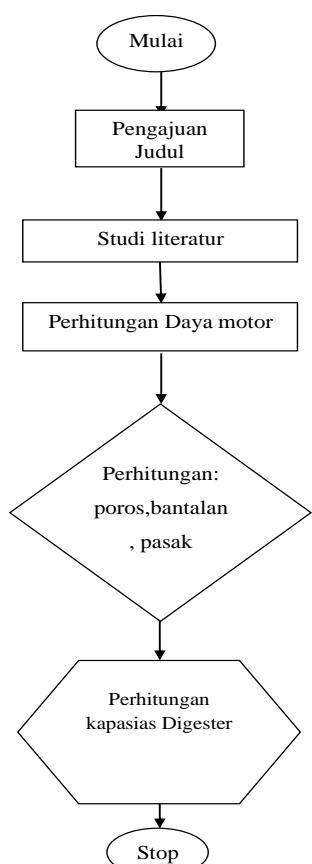
Kt = Kejutan dan tumbukan (1,5 ÷ 3,0)

Cb = terjadi pemakaian dengan beban lentur (1,2 ÷ 2,3)

Gambar 1. Mesin Digester

2. Metode Penelitian

a) Diagram Alir



Gambar 2. Diagram alir

b) Objek Penelitian

Maka :

$$ds_1 = \left[\frac{5,1}{3,71} \times 1,5 \times 1,2 \times 901851,8 \right]^{1/3} \\ = 125 \text{ mm}$$

Tegangan geser yang terjadi (τ_g)

$$\tau_g = \frac{5,1 \cdot T}{(ds_1)^3} \\ = \frac{5,1 \times 901851,8}{(125)^3} \\ = 2,35 \text{ kg/mm}^2$$

Dengan demikian konstruksi cukup aman karena $\tau_g > \tau_a$

2. Poros II

$$P_{\text{poros II}} = P_{\text{poros utama}} \times \zeta_{\text{r.g.miring}} \times \zeta_{\text{r.g. miring}} \\ = 25 \times 0,95 \times 0,95 \\ = 23 \text{ KW}$$

Daya rencana (Pd)

$$Pd = Fc \times P_{\text{poros II}} (\text{KW})$$

Dimana :

$$Fc = \text{faktor koreksi untuk daya maksimum} \\ = 0,8 \div 1,2$$

$$= 1$$

Maka :

$$Pd = 1 \times 23 \\ = 23 \text{ KW}$$

Momen torsi (T)

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{nr} \\ = 9,74 \times 10^5 \frac{23}{1000} \\ = 22402 \text{ kg.mm}$$

Bahan untuk poros reduksi direncanakan SF 40 dengan kekuatan tarik (σ_b) = 40 + 50 kg/mm²

Tegangan geser izin (τ_g)

$$\tau_g = \frac{\sigma_b}{Sf_1 \cdot Sf_2}$$

Dimana :

Sf_1 = pengaruh massa dan baja paduan (6)

Sf_2 = kekasaran permukaan = 1,3 ÷ 3,0 (Diambil 2,6)

Maka :

$$\tau_g = \frac{40}{6 \times 2,6} \\ = 2,56 \text{ kg/mm}^2$$

Diamater poros reduksi (dr)

$$dr = \left[\frac{5,1}{\tau_g} \cdot Kt \cdot Cb \cdot T \right]^{1/3}$$

Dimana :

Kt = kejutan dan tumbukan = 1,5 ÷ 3,0 (Diambil 2)

C_b = terjadi pemakaian dengan beban lentur (1,2 ÷ 2,3) (Diambil 1,7)

Maka :

$$dr \\ = \left[\frac{5,1}{2,56} \times 2 \times 1,7 \times 22402 \right]^{1/3} \\ = 53,33 \text{ mm} \\ \approx 55 \text{ mm (Sesuai tabel poros)}$$

Tegangan yang terjadi (τ_a)

$$\tau_a = \frac{5,1 \cdot T}{(dr)^3} \\ = \frac{5,1 \times 22402}{(55)^3} \\ = 0,6867 \text{ kg/mm}^2$$

Dengan demikian konstruksi cukup aman karena $\tau_g > \tau_a$

Kedalaman alur pasak pada poros (t_1) = 5,0 mm

Kedalaman alur pasak pada naf (t_2) = 3,3 mm

4.1. Perhitungan Pasak

Besar gaya tangensial (F_t) pada permukaan poros dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$F_t = \frac{T}{ds/2}$$

Dimana :

ds = diameter poros utama (125 mm)

T = besar torsi rencana (901851,8 kg.mm)

Maka :

$$F_t = \frac{901851,8}{125/2} \\ = 14429,6 \text{ kg}$$

Dari tabel ukuran standar pasak untuk diameter poros kopling 125 mm maka diperoleh data :

- b = lebar pasak
= 32 mm
- h = tinggi pasak
= 18 mm
- t_1 = kedalaman alur pasak
= 11 mm

Besar tegangan geser yang terjadi pada pasak (τ_a) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\tau_a = \frac{F_t}{b \cdot l}$$

Dimana :

b = lebar pasak (32 mm)

l = panjang pasak = 90 ÷ 360 (diambil 130 mm)

F_t = gaya tangensial (14429,6 kg)

Maka :

$$\tau_a = \frac{14429,6}{32 \times 130} \\ = 3,46 \text{ kg/mm}^2$$

Besarnya tegangan geser izin (τ_a) pasak :

$$\tau_g = \frac{\sigma_b}{Sf_1 \cdot Kt_2}$$

$$\tau_g = \frac{58}{6 \times 2} \\ = 4,84 \text{ kg/mm}^2$$

Dari perhitungan diatas tegangan geser yang terjadi lebih kecil dari tegangan geser yang

diizinkan ($\tau_g \leq \tau_a$), maka pasak kopling aman dipakai.

Gaya tangensial = 1391,4 kg

Perhitungan Roda Giigi

Keterangan	Roda gigi (mm)		Roda gigi (mm)	
	I	II	III	IV
Jarak bagi (P)				
Tebal gigi (t)				
Lebar gigi (b)				
Tinggi kepala gigi (ha)	9,24	9,24	9,24	9,24
	4,25	4,25	4,25	4,25
Tinggi kaki gigi (hf)	18,84	18,84	18,84	18,84
	3	3	3	3
Tinggi fropil gigi (h)	3,75	3,75	3,75	3,75
	6,75	6,75	6,75	6,75
Diameter jarak bagi (d)	63	384	63	384
	69	390	69	390
	55,5	278	55,5	278
Diameter lingkaran kepala (da)				
Diameter lingkaran kaki (df)				

Perhitungan sabuk dan pully

Daya motor yang ditransmisikan 28,55 KW , maka daya rencanakan :

$$P_d = f_c \cdot P_{elem}$$

Dimana :

f_c = faktor koreksi

Untuk menentukan faktor koreksi dapat dilihat dari tabel, dimana direncanakan jumlah jam kerja mesin digester dari $16 \div 24$ jam .

Daya rencana :

$$P_d = 1,5 \times 28,55 \\ = 42,83 \text{ KW}$$

Setelah dipilih sabuk "C" maka dari tabel dipeoleh diameter minimum yang dianjurkan 225 mm, pada umumnya pully dibuat dari besi cor kelabu FC 20 atau FC 30.

Setelah diperoleh diameter pully minimum (dp) maka diperoleh diameter pully besar :

$$D_p = 1,5 \times 225 \\ = 337,5 \text{ mm}$$

Sehingga ukuran-ukuran lain dapat dilihat pada tabel.

Dari tabel diperoleh :

$$\alpha = 380 \\ W = 21,72 \\ L_o = 16,9$$

$$K = 7,0 \\ K_o = 12,0 \\ E = 25,5 \\ F = 17,0$$

Perhitungan sabuk

Panjang sabuk jenis "V" dapat dihitung dengan pesamaan :

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

Dimana :

L = panjang

C = jarak sumbu poros

$$= (1,2 \div 2) D_p$$

$$= 1,5 D_p$$

$$= 1,5 \times 337,5$$

$$= 506,25$$

dp = diameter pully kecil

Maka :

$$L = 2 \times 506,25 + \frac{\pi}{2}(225 + 337,5) + \\ \frac{1}{4 \times 506,25}(337,5 + 225)^2 \\ = 1905 \text{ mm (standar)}$$

Jarak sumbu poros sebenarnya (C)

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

Dimana :

$$b = 2L - \pi(D_p + dp) \\ = 2 \times 1905 - \pi(337,5 + 225) \\ = 2043,75 \text{ mm}$$

Maka :

$$C = 2043,75 + \sqrt{\frac{(2043,75)^2 - 8(337,5 - 225)^2}{8}} \\ = 507,82 \text{ mm}$$

Kecepatan linear sabuk

$$V = \frac{dp \cdot n}{60 \cdot 1000} \text{ m/s}$$

Dimana :

dp = diameter pully kecil

n = Putaran Motor

Maka:

$$V = \frac{225 \times 1500}{60 \cdot 1000} \text{ m/s} \\ = 5,62 \text{ m/s}$$

Gaya tarik efektif sabuk

$$F_e = \frac{102 \cdot P_o}{V}$$

Dimana :

$$P_o = \text{besar gaya yang ditrasmisikan} \\ 1,98$$

Maka :

$$F_e = \frac{102 \times 1,98}{5,62} \\ = 35,93 \text{ kg}$$

$$\text{Jarak sumbu poros} = 276,52 \text{ mm}$$

$$\text{Gaya tarik sabuk} = 1,096 \text{ kg}$$

Perhitungan bantalan

Pada perencanaan ini, bantalan yang dipakai adalah bantalan gelinding dan gaya-gaya yang terjadi pada bantalan

a. Gaya tangensial (Ft)

$$Ft = 974,105 \frac{Pr}{n.r}$$

Dimana :

$$\begin{aligned} r &= \text{jari-jari poros} \\ &= \frac{d}{2} \\ &= \frac{125}{2} \\ &= 62,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ft &= 974,105 \frac{25}{27 \times 62,5} \\ &= 14420,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

b. Gaya axial (Fa)

$$\begin{aligned} Fa &= Ft \cdot \tan \alpha \\ &= 14429,6 \tan 20 \\ &= 5251,95 \text{ Kg} \end{aligned}$$

c. Gaya radial

$$\begin{aligned} Fr &= Ft \cdot \tan \theta \\ &= 14429,6 \tan 15 \\ &= 3866,39 \text{ Kg} \end{aligned}$$

d. Beban ekivalen dinamis (Pr)

$$Pr = X \cdot V \cdot Fr + Y \cdot Fa$$

Dimana :

$$\begin{aligned} X &= 1,4 \\ Y &= 2,9 \\ V &= 1 \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} Pr &= 1,4 \times 1 \times 3866,39 + 2,9 \times 5251,95 \\ &= 20.643,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

e. Faktor kecepatan (Fn)

$$\begin{aligned} Fn &= \left[\frac{33,3}{n} \right]^{3/10} \\ &= \left[\frac{33,3}{27} \right]^{3/10} \end{aligned}$$

f. Faktor umur (fh)

$$Fh = fn \cdot \frac{C}{Pr}$$

Dimana :

C = Kapasitas normal dinamis (78000 kg)

Maka :

$$\begin{aligned} Fh &= 1,07 \cdot \frac{78000}{20.643,6} \\ &= 4,04 \end{aligned}$$

g. Beban dinamis yang timbul (C1)

$$\begin{aligned} C1 &= \frac{Fh}{Fn} \times Pr \\ &= \frac{4,04}{1,07} \times 20.643,6 \text{ kg} \\ &= 77.944 \end{aligned}$$

Dengan demikian bantalan aman karena $C1 < C$

h. Lama pemakalan (Lh)

$$\begin{aligned} Lh &= 500 \cdot Fh \cdot 10/3 \\ &= 500 \cdot (4,04) \cdot 10/3 \\ &= 52.226 \text{ jam} \end{aligned}$$

Bantalan yang digunakan adalah bantalan bola sudut garis tunggal nomor bantalan ro kerucut DIN 635 dengan kapasitas normal dinamis C = 78.000 kg, maka diperoleh:

$$d = 130 \text{ mm}$$

$$D = 280 \text{ mm}$$

$$b = 58 \text{ mm}$$

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pahan, Iyung, 2006, Panduan Lengkap Kelapa Sawit, Manajemen Agri Bisnis dari Hulu hingga Hilir, Cetakan Kedua, Penebar Swadaya, Jakarta
- [2] Adi Purwanto, Afianto, 2016. Perancangan Mesin Digester Buah Kelapa Sawit Kapasitas 5.000 Liter, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (Snast), Yogyakarta, 26 November 2016
- [3] Arie Malangyudo & Antonius Krisdwiarto., 2011, Teknologi Digester dan Press, termuat di: <http://arieyoedo.blogspot.com/2011/04/teknologi-digester-press.html>
- [4] Andika.2011. Perencanaan Mesin Digester Untuk Pabrik Kelapa Sawit Kapasitas 10 Ton Tbs/Jam, Skripsi, Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area Medan
- [5] Naibaho,Ponten M, 1998."Teknologi Pengolahan Kelapa sawit",Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan
- [6] Risma Suyatno, 1999."Upaya Peningkatan Produktivitas Kelapa Sawit", Jakarta.
- [7] Dwi Mulyono Putro,, Qomariyatus Sholihah,2019, Analisis Keandalan (Reliability) Pada Mesin Digester (Studi Kasus : Pt. Smart Tbk Batu Ampar Mill Kotabaru), SJME KINEMATIKA VOL.4 NO.1, 1 JUNI 2019, pp 67-76