

# **POMPA SENTRIFUGAL**

## **POMPA AIR BAKU UNTUK KEPERLUAN PABRIK KELAPA SAWIT KAPASITAS PENGOLAHAN 30 T. TBS/JAM**



**HEAD : 15 M**  
**KAPASITAS : 40 M<sup>3</sup>/JAM**

**SKRIPSI**

**OLEH :**

**MISLI**  
**NIM: 01 813 0031**

**Skripsi disusun sebagai salah satu syarat  
Untuk menyelesaikan studi**



**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

**2002**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	iii
SPEKIFIKASI TUGAS .....	vi
DAFTAR ISTILAH .....	vii
LAMBANG YUNANI .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
BAB II DASAR – DASAR TEORI POMPA .....	3
II.1 Klasifikasi pompa .....	3
II.1 Pompa tekanan statis .....	4
II.2 Pompa tekanan dinamis .....	4
II.2 Pemilihan pompa yang dipergunakan .....	5
II.3 Putaran spesifik pompa .....	7
BAB III PERENCANAAN KAPASITAS POMPA .....	8
III.1 Perhitungan kapasiatas pompa .....	8
III.2 Perhitungan diameter pipa isap .....	12
III.3 Perhitungan head pompa .....	14
III.3.1 Head loses pada bagian isap ....	14
III.3.2 Head loses pada bagian tekan .....	18

<b>BAB IV</b>	<b>PEMILIHAN POMPA DAN MOTOR PENGGERAK .....</b>	<b>21</b>
IV.1	Pemilihan jenis pompa .....	21
IV.2	Pemilihan jenis impeller .....	22
IV.3	Daya pompa .....	23
IV.4	Motor penggerak .....	23
IV.4.1	Daya motor penggerak .....	25
IV.4.2	Spesifikasi pompa .....	26
<b>BAB V</b>	<b>UKURAN – UKURAN UTAMA POMPA .....</b>	<b>27</b>
V.1	Diameter poros .....	27
V.2	Ukuran pasak .....	30
V.3	Ukuran impeller .....	34
V.4	Segitiga kecepatan .....	37
V.5	Perhitungan sudu-sudu .....	43
- V.6	Tebal sudu impeller .....	44
V.7	Rumah pompa dan baut pengikat .....	46
V.7.1	Rumah pompa .....	49
V.7.2	Baut pengikat .....	50
<b>BAB VI</b>	<b>PERHITUNGAN BAGIAN – BAGIAN .....</b>	<b>53</b>
VI.1	Gaya axial .....	53
VI.2	Mengatasi gaya axial .....	55

VI.3 Berat poros .....	56
VI.4 Defleksi pada poros dan putaran kritis .....	57
VI.5 Pemilihan jenis bantalan .....	60
BAB VIII KAVITASI .....	62
VII.1 NPSH yang tersedia .....	64
VII.2 NPSH yang diperlukan .....	65



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### I.1 Pandangan Umum

Negara Indonesia adalah salah satu negara agraria. Ini terlihat dari mata pencarian penduduknya yang sebagian besar bertani dan berkebun. Perkebunan merupakan salah satu sector yang dapat menghasilkan devisa negara. Sumber devisa dari sektor ini sering tidak stabil nilai ekonominya akibat gejolak ekonomi dunia.

Dalam kedudukan sebagai pengexport minyak sawit, Indonesia menduduki peringkat ke dua setelah Malaysia. Mengingat harga minyak sawit yang cenderung dapat bertahan, maka semakin penting peranan komoditi non migas ini perolehan devisa buat Indonesia.

Untuk pengolahan kelapa sawit diperlukan air dalam jumlah yang cukup besar. Disini air digunakan sebagai media proses pemisahan dalam pengolahan dan juga untuk menghasilkan uap melalui boiler yang langsung digunakan pada proses pengolahan buah kelapa sawit tersebut.

#### I.2 Pemakaian air pada pabrik

Air tidak dapat dipisahkan dari suatu pabrik terutama pabrik pengolahan kelapa sawit yang sangat membutuhkan air untuk memperlancar proses produksi. Sumber air yang di pergunakan adalah air sungai, dimana harus dilakukan beberapa tahapan pengolahan air sebelum air tersebut dapat di pergunakan sebagai mana mestinya.

Pada pabrik pengolahan kelapa sawit, air di pergunakan pada bagian – bagian :

- Oil extraction
- Stasiun klarifikasi
- Stasiun pengolahan inti ( kernel)
- Stasiun pembangkit steam ( boiler )
- Kebersihan
- Dll

### 1.3 Sumber air

Sumber air dapat berasal dari mata air, danau, air sungai, Sumur bor dll. Kriteria yang harus di perhatikan dalam pemilihan sumber air adalah :

- Sumber air terletak tidak terlalu jauh dari areal pabrik
- Dapat diperoleh secara terus menerus
- Kapasitas air dapat memenuhi kebutuhan maksimum pabrik
- Biaya pengolahan air tidak terlalu mahal
- Dll

Dari berbagai alternatif di atas yang sangat menguntungkan adalah sumber air yang berasal dari sungai sebagai air baku untuk digunakan di pabrik pengolahan kelapa sawit.

## BAB II

### DASAR – DASAR TEORI POMPA

Mesin – mesin fluida yaitu suatu peralatan yang dapat merubah fluida menjadi energi mekanik atau sebaliknya. Berdasarkan energi mekanik yang di hasilkan atau dibutuhkan, maka mesin – mesin fluida dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu :

#### 1. Turbin

Yaitu mesin fluida yang dapat merubah energi potensial, Energi kinetis dari fluida kerja menjadi energi mekanis.

#### 2. Pompa

Adalah jenis mesin fluida yang dapat merubah energi mekanis menjadi aliran fluida in-compressible sehingga fluida tersebut dapat bergerak ( mengalir ) dari tempat yang berenergi lebih rendah ke tempat yang bernergi lebu tinggi.

#### 3. Kompresor

Adalah jenis mesin fluida yang dapat merubah energi mekanis menjadi usaha.

### II. 1 Klasifikasi Pompa

Ditinjau dari sudut tekan, pompa di golongan menjadi :

#### 1. Pompa tekan statis

#### 2. Pompa tekan dinamis

## II. 1.1 Pompa Tekan Statis ( Positive Displacement )

Pada pompa jenis ini Head terjadi akibat adanya tekanan yang diberikan pada cairan. Jenis dari pompa ini adalah :

### 1. Pompa torak

Terdiri dari torak yang bergerak bolak balik di dalam silinder. Cairan yang bertekanan rendah diisap melalui katup isap ke dalam ruangan silinder kemudian di tekan oleh torak sehingga tekanan statis naik dan sanggup mengeluarkan cairan keluar dari silinder melalui katup tekan.

### 2. Pompa Rotary

Pompa ini mempunyai bagian utama yaitu rotor yang berputar di dalam rumah pompa. Cairan di isap pada sisi isap dan dibuang dalam ruangan, kemudian di tekan oleh rotor sehingga tekanan statisnya naik dan cairan akan di alirkan keluar pompa melalui sisi tekan.

## II. 1. 2-Pompa Tekan Dinamis

Pompa tekan dinamis di sebut juga dengan rotor atau impeller pump. Pompa jenis ini terdiri dari rotor yang di lengkapi dengan sudu – sudu disekeliling poros rotor. Melalui sudu – sudu tersebut aliran mengalir secara continue dimana diantar sudu dengan cairan terjadi pertukaran momentum atau penambahan momentum cairan yang mengalir melalui sudu – sudu.



## II. 2 Pemilihan pompa yang Dipergunakan

Dalam perencanaan ini pompa yang direncanakan adalah pompa sentrifugal, karena pada pabrik pengolahan kelapa sawit sangat diperlukan kapasitas aliran yang continue untuk memenuhi keperluan pabrik. Dibawah ini dapat diberikan gambaran perbandingan antar pompa sentrifugal dengan pompa torak.

### 1. Pompa sentrifugal

- Aliran continue
- Initial cost rendah
- Ruang/tempat yang digunakan kecil
- Biaya perawatan rendah
- Instalasi sederhana dan rendah
- Dapat beroperasi pada putaran tinggi dan di kopel langsung dengan motor listrik
- Getaran rendah
- Konstruksi ringan dan sederhana
- Digunakan pada kapasitas besar

### 2. Pompa Torak

- Aliran berkala
- Initial cost tinggi
- Pada kapasitas yang sama membutuhkan ruangan yang lebih besar
- Biaya perawatan besar
- Instalasi sulit dan mahal
- Beroperasi pada putaran rendah

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)15/12/23

- Getaran tinggi
- Konstruksi berat dan sulit
- Fondasi berat
- Kapasitas kecil



Pompa sentrifugal adalah pompa dimana pada saat poros berputar berarti memberikan gaya sentrifugal pada impeller yang dipasang pada poros. Selanjutnya gaya itu diteruskan pada cairan yang menyebabkan cairan kerja tersebut masuk sejajar poros ketengah-tengah impeller, kemudian oleh impeller cairan tersebut di lemparkan dan di tampung oleh rumah pompa yang menjadi saluran spiral. Cairan tersebut keluar dengan gerakan tangensial terhadap sumbu poros. Saluran dari rumah pompa tadi membentuk penampang yang sederhana seperti diffuser sehingga cairan keluar dari sudu-sudu impeller akan diperlambat akan tetapi tekanannya baik karena sebagian head pompa dihasilkan oleh gaya sentrifugal oleh sebab itu pompa ini disebut dengan pompa sentrifugal.

Ditinjau dari kapasitas pompa, maka pompa sentrifugal dapat dibedakan menjadi :

- Pompa kapasitas kecil ( Q ) = s/d 20 m<sup>3</sup>/J
- Pompa kapasitas sedang ( Q ) = 20 s/d 60 m<sup>3</sup>/J
- Pompa kapasitas besar ( Q ) = > 60 m<sup>3</sup>/J

### II. 3 Putaran sfesifik Pompa

Putaran spesifik suatu pompa adalah suatu kecepatan putaran yang merupakan batasan untuk mengklasifikasikan dan menentukan bentuk impeller pada baris performannya. Jadi putaran spesifik dapat didefinisikan sebagai kecepatan putaran pompa yang dapat menghasilkan kapasitas (  $Q = 1 \text{ m}^3/\text{Dtk}$  ), Head (  $H = 1 \text{ mH}_2\text{O}$  ) pada efesiensi maksimum.

Dapat dinyatakan dengan rumus :

$$N_s = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

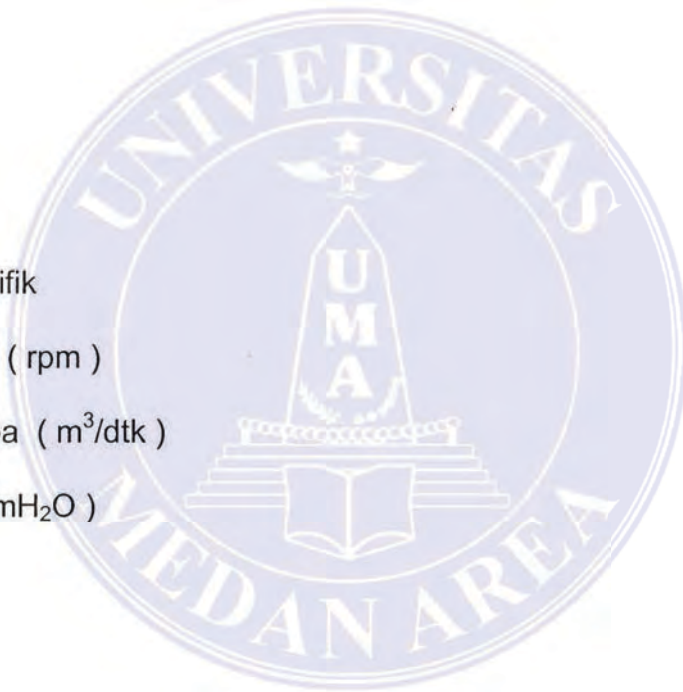
Dimana :

$N_s$  = Kecepatan spesifik

$N$  = Putaran pompa ( rpm )

$Q$  = Kapasitas pompa (  $\text{m}^3/\text{dtk}$  )

$H$  = Head pompa (  $\text{mH}_2\text{O}$  )



## BAB III

### PERENCANAAN KAPASITAS POMPA

#### III. 1 Perhitungan Kapasitas pompa

Kapasitas pompa yang direncanakan adalah sesuai dengan jumlah konsumsi air yang di perlukan pada pabrik pengolahan kelapa sawit secara keseluruhan yang meliputi

:

- Pemakaian air untuk diolah oleh ketel ( boiler ) menjadi uap yang dipergunakan sebagai penggerak turbin, perebusah buah, pemanasan minyak dll
- Pemakaian air untuk pengolahan kelapa sawit menjadi CPO
- Pemakaian air untuk pengolahan inti
- Pemakaian air untuk kebersihan

##### III. 1.1 Pemakaian air untuk boiler

-Untuk pengolahan tandan buah segar ( TBS ) dibutuhkan uap sebesar  $= 0.6 \times$  Ton TBS olah/Jam. Maka untuk mengolah TBS di pabrik kelapa sawit dengan kapasitas olah 30 ton/jam dibutuhkan uap sebesar :

$$\begin{aligned} Q &= 0.6 \times 30 \text{ Ton/Jam} \\ &= 18 \text{ Ton uap / jam} \end{aligned}$$

Berdasarkan jenis pembangkit tenaga, maka kapasitas air yang harus diberikan :

a. Untuk " Small Power Plant "

$$Q = ( 1,20 - 1.25 ) \times \text{Kap. Boiler}$$

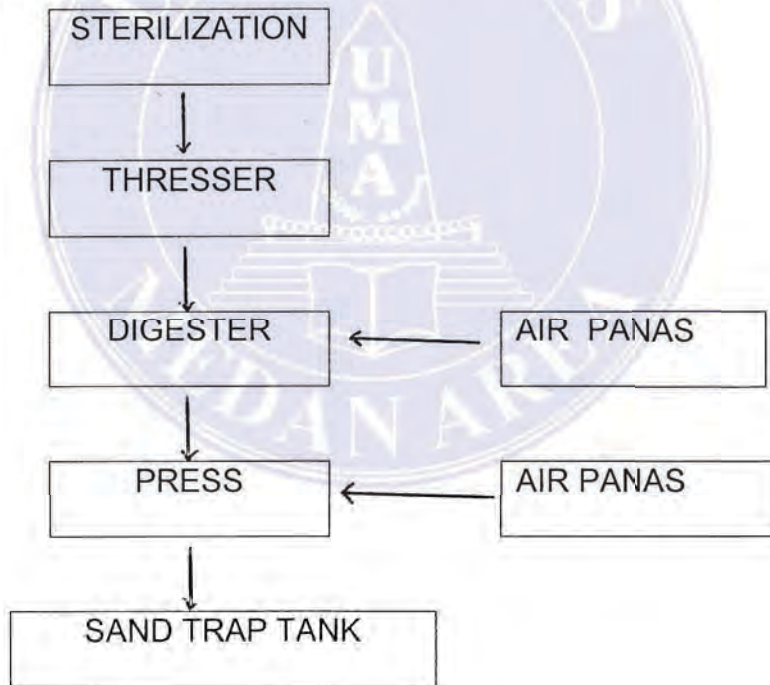
b. Untuk " Large Central Station "

$$Q = (1,03 - 1.1 ) \times \text{Kap Boiler}$$

Sedangkan ketel dengan turbin uap pada PKS termasuk " Small Power Plant " sehingga kapasitas air yang di perlukan oleh boiler adalah sebesar :

$$\begin{aligned} Q_1 &= 1.25 \times \text{Kap Boiler} \\ &= 1.25 \times 18 \text{ Ton/jam} \\ &= 22.5 \text{ Ton air/jam} \\ &= 22.5 \text{ M}^3/\text{Jam} \end{aligned}$$

III. 1.2 Pemakaian air untuk pengolahan sawit.



Konsumsi air pada :

- Digester :

$$= 7.94 \% \times \text{Ton Tbs/Jam}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)15/12/23

$$= 7.94 \% \times 30 \text{ Ton/jam}$$

$$= 2.38 \text{ M}^3/\text{Jam}$$

- Press :

$$= 1.79 \% \times \text{Ton Tbs/jam}$$

$$= 1.79 \% \times 30 \text{ Ton/Jam}$$

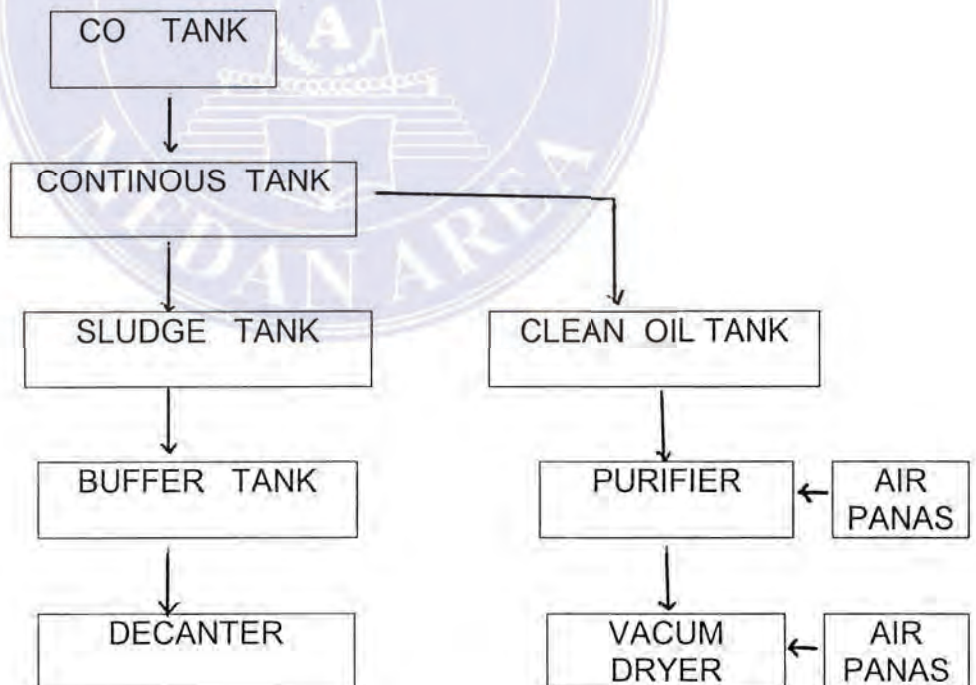
$$= 0.54 \text{ M}^3/\text{Jam}$$

Jumlah air yang di perlukan :

$$Q_2 = 2.38 + 0.54$$

$$= 3.92 \text{ M}^3/\text{Jam}$$

### III. 1.3 Pemakaian air untuk stasiun klarifikasi

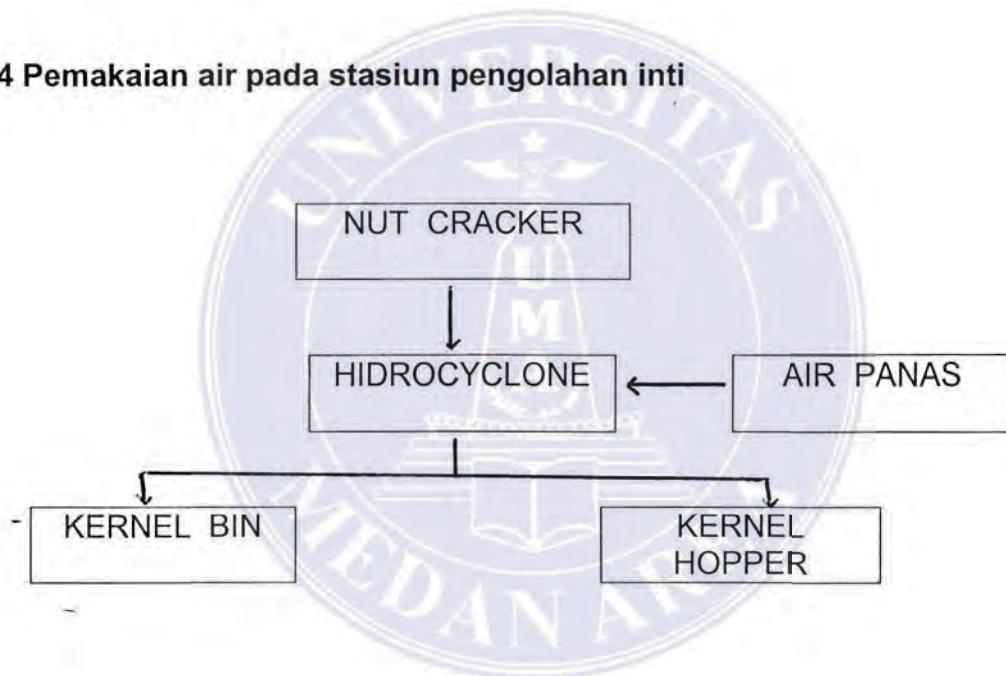




- Pemakaian air untuk Decanter, Purifier dan Vacum dryer adlah :

$$\begin{aligned} Q_3 &= 10.64 \text{ X Ton Tbs/Jam} \\ &= 10.64 \% \text{ X } 30 \text{ Ton/jam} \\ &= 3.92 \text{ M}^3/\text{Jam} \end{aligned}$$

### III. 1.4 Pemakaian air pada stasiun pengolahan inti



Konsumsi air pada Hydrocyclone :

$$\begin{aligned} Q_4 &= 11.63 \% \text{ X Ton Tbs/Jam} \\ &= 11.63 \% \text{ X } 30 \text{ Ton/Jam} \\ &= 3.45 \text{ M}^3/\text{Jam} \end{aligned}$$

### III.1.5 Pemakaian air untuk kebersihan

Dari survey dan pengalaman diperoleh :

$$Q_5 = 2 \text{ M}^3/\text{Jam}$$

Total Pemakaian air secara keseluruhan adalah :

$$\begin{aligned} Q_{\text{tot}} &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \\ &= 22.5 + 3.92 + 3.92 + 3.45 + 2 \\ &= 35.79 \text{ M}^3/\text{Jam} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk mengimbangi kebocoran pipa dan kerugian lainnya maka kapasitas air yang di isap pompa adalah :

$$Q_{\text{isap}} = Q_{\text{tot}} \times (1.1 - 1.5)$$

Disini direncanakan faktor pengali = 1.12

Maka:

$$\begin{aligned} Q_{\text{isap}} &= 35.79 \text{ M}^3/\text{Jam} \times 1.12 \\ &= 40 \text{ M}^3/\text{Jam} \end{aligned}$$

Sehingga kapasitas pompa yang diambil dalam perencanaan ini adalah : 40 M<sup>3</sup>/Jam

### III. 2. Perhitungan Diameter pipa isap dan pipa tekan

Pada perencanaan ini diameter pipa isap dengan diameter pipa tekan adalah sama (  $D_{in} = D_{out}$  ). Dari persamaan kontinuitas diperoleh :

$$Q = V \cdot A$$



$$= V \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_s^2$$

$$D_s^2 = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}}$$

Dimana :

Q = Kapasitas pompa = 40 M<sup>3</sup>/Jam

$$= 0.011 \text{ M}^3/\text{Jam}$$

V = Kecepatan aliran fluida ( 1.5 – 4 ) m/dtk ..... Lit.1 hal 57

Diambil 3 m/dtk

Ds = Diameter dalam pipa

Maka :

$$D_s = \sqrt{\frac{4 \times 0.011}{3.14 \times 3}}$$

$$= 0.07 \text{ M}$$

$$= 70 \text{ mm}$$

$$= 3 \text{ Inchi.}$$

Diameter pipa yang direncanakan adalah 3 inchi yang merupakan pipa standart yang ada di pasaran. Diameter dalam pipa diambil ( 76.2 mm = 0.0762 m ) maka kecepatan aliran yang sebenarnya adalah :

$$V_s = \frac{4Q}{\pi \cdot D_s^2}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)15/12/23

$$\begin{aligned} &= \frac{4 \times 0.011}{3.14 \times (0.0762)^2} \\ &= \frac{0.044}{0.0182} \\ &= 2.42 \text{ m/dt} \end{aligned}$$



### III. 3 Perhitungan Head Pompa

Head pompa adalah kemampuan pompa untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat yang lain yang lebih tinggi atau dari tempat yang bertekanan rendah ketempat yang bertekanan tinggi.

Pada proses pemompaan akan terjadi kerugian – kerugian tinggi tekanan ( Head Losses ) antara lain :

- Head Losses pada bagian isap
- Head losses pada bagian tekan
- Head Statis

#### III. 3.1 Head losses pada bagian isap

a. Kerugian gesek pada pipa

$$H_{fs} = f \cdot \frac{L_s}{D_s} \cdot \frac{V_s^2}{2 \cdot g}$$

Dimana :

F = Koefisien gesek pipa

Ls = Panjang pipa isap = 4 m ( direncanakan )

Ds = Diameter dalam pipa isap = 76.2 mm

Vs = Kecepatan aliran dalam pipa = 2.42 m/dt

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/23

Untuk memperoleh harga koefisien gesek (f) dipakai persamaan reynold (Re) Yaitu :

$$Re = \frac{Vs \times Ds}{\nu}$$

Dimana :

$$\nu = \text{Viskositas kinemetik zat cair pada } 20^{\circ}\text{C} = 8.41 \times 10^{-7} \text{ kg/m}^3$$

Maka:

$$\begin{aligned} Re &= \frac{2.42 \times 0.0762}{8.41 \times 10^{-7}} \\ &= \frac{18.5 \times 10^2}{8.45 \times 10^{-7}} \\ &= 2.19 \times 10^9 \end{aligned}$$

Aliran yang terjadi adalah aliran Turbulensi dengan  $Re > 4000$ . Dalam rancangan ini bahan pipa yang di pakai adalah besi tuang dengan harga kekasaran ( $\sum$ ) = 0.244

mm

Maka :

$$\frac{\sum}{D} = \frac{0.244}{76.2}$$

$$= 0.003$$

Dengan memakai diagram Mody diketahui harga koefisien gesek (f) = 0.043

Harga ini kita substitusikan ke persamaan sehingga menjadi :

$$\begin{aligned} H_{fs} &= f \cdot \frac{L_s}{D_s} \cdot \frac{V_s^2}{2 \cdot g} \\ &= 0.043 \cdot \frac{4}{0.0762} \cdot \frac{2.42}{2 \times 9.81} \\ &= 0.043 \times 52.5 \times 0.123 \\ &= 0.28 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Kerugian pada belokan

$$H_b = K_b \cdot \frac{V_s^2}{2 \cdot g}$$

Dimana :

$$K_b = \text{Koefisien kerugian pada belokan} = 0.26 \text{ (lampiran)}$$

Maka :

$$\begin{aligned} H_b &= 0.26 \times \frac{(2.42)^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.26 \times 0.298 \\ &= 0.08 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Kerugian pada Gate valve ( Hgv )

$$H_{gv} = K_{gv} \frac{V_s}{2 \times 9.81}$$

Dimana :

$$K_{gv} = \text{Koefisien kerugian pada gate valve} = 0.17 \text{ (lampiran)}$$

Maka :

$$\begin{aligned} H_{gv} &= 0.17 \times \frac{(2.42)^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.17 \times 0.298 \\ &= 0.05 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Kerugian pada saat masuk pipa isap

$$H_e = K_e \times \frac{V_s^2}{2 \times g}$$

Dimana :

$K_e$  = Koefisien kerugian pada saat masuk pipa isap = 0.05 ..... Literatur 3 hal

937

Maka :

$$\begin{aligned} H_e &= 0.05 \times \frac{(2.42)^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.05 \times 0.298 \\ &= 0.015 \text{ m} \end{aligned}$$

e. Kerugian Kecepatan

$$\begin{aligned} H_v &= \frac{V_s^2}{2 \times g} \\ &= \frac{(2.42)^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.298 \text{ m} \end{aligned}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Total kerugian pada pipa isap ( $h_s$ ) adalah :

$$\begin{aligned} H_s &= H_{fs} + H_b + H_{gv} + H_e + H_v \\ &= 0.28 + 0.08 + 0.05 + 0.015 + 0.298 \\ &= 0.723 \text{ m} \end{aligned}$$

### III. 3.2 Head Losses pada pipa tekan

Pada pipa tekan yang digunakan memiliki diameter dan bahan yang sama dengan pipa isap.

a. Head losses sepanjang pipa tekan ( $H_{dp}$ )

$$H_{dp} = f_g \times \frac{L_d}{D_p} \cdot \frac{V_d^2}{2 \times g}$$

Dimana :

$f_g$  = faktor gesekan = 0.25

$L_d$  = panjang pipa tekan yang di rencanakan = 15 m

$D_d$  = Diameter pipa tekan = 0.0762 m = 76.2 mm

$V_d$  = Kecepatan aliran dalam pipa tekan = 2.42 m/dt

Maka :

$$\begin{aligned} H_{dp} &= 0.025 \times \frac{15}{0.0762} \cdot \frac{(2.42)^2}{2 \times 9.81} \\ &= 0.025 \times 196.85 \times 0.298 \\ &= 1.47 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Kerugian pada gate valve ( Hgv )

$$\begin{aligned} H_{gv} &= K_{gv} \cdot \frac{Vd^2}{2 \cdot xg} \\ &= 0.17 \frac{(2.42)^2}{2 \cdot 9.81} \\ &= 0.05 \text{ m} \end{aligned}$$

c. Kerugian pada elbow ( He )

$$H_e = K_{le} \cdot \frac{Vd^2}{2 \cdot xg}$$

Dimana :

$K_{le}$  = Koefisien kerugian pada elbow = 0.28 ( lampiran 6)

Maka :

$$\begin{aligned} H_e &= 0.28 \times \frac{(2.42)^2}{2 \cdot 9.81} \\ &= 0.28 \times 0.298 \\ &= 0.083 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Kerugian pada kecepatan ( Hv )

$$\begin{aligned} H_v &= \frac{Vd^2}{2 \cdot xg} \\ &= \frac{(2.42)^2}{2 \cdot 9.81} \\ &= 0.298 \text{ m} \end{aligned}$$

Total Head losses pada pipa tekan (  $H_d$  ) adalah :

$$\begin{aligned} H_d &= H_{dp} + H_{gv} + H_e + H_v \\ &= 1.47 + 0.05 + 0.083 + 0.298 \\ &= 1.9 \text{ m} \end{aligned}$$

Total Head losses pada pipa isap dan pipa tekan (  $H_I$  ) adalah :

$$\begin{aligned} H_I &= H_s + H_d \\ &= 0.723 + 1.9 \\ &= 2.62 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka Head pompa (  $H_p$  ) adalah:

$$H_p = H_e + H_I$$

Dimana :

$$-H_e = \text{Perbedaan tinggi ujung pipa isap dan pipa tekan} = 11 \text{ m}$$

Maka :

$$\begin{aligned} H_p &= 11 \text{ m} + 2.62 \text{ m} \\ &= 13.62 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk keamanan perencanaan , Head pompa di ambil 15 meter.



## BAB IV

### PEMILIHAN POMPA DAN MOTOR PENGGERAK

#### IV. 1 Pemilihan Jenis Pompa

Dari beberapa jenis pompa yang telah di jelaskan, ternyata tidak semua pompa dapat di digunakan untuk keperluan sesuatu tertentu. Dalam pemilihan pompa harus di sesuaikan dengan pertimbangan – pertimbangan sebagai berikut :

1. Pompa harus dapat menghasilkan Head dan kapasitas sesuai dengan yang di butuhkan.
2. Harga awal yang murah
3. Biaya perawatan yang rendah
4. Memiliki efisiensi yang tinggi
5. Konstruksi yang sederhana
6. Pengoperasian yang mudah dan murah

Pada umumnya pompa yang digunakan dibagi atas dua golongan :

- Pompa Torak
- Pompa sentrifugal

Untuk mengambil perbandingan antara kedua pompa tersebut baik keuntungan maupun kerugian telah di bahas dalam Bab II. Dari perbandingan di atas dapat di ambil kesimpulan untuk menggunakan pompa sentrifugal karena kontinuitas yang diperlukan pada saat operasional pabrik Kelapa Sawit.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)15/12/23

## IV. 2 Pemilihan Jenis Impeller

Jenis impeller dari sebuah pompa dapat ditentukan berdasarkan besarnya putaran spesifik pompa yang dapat di hitung dengan persamaan :

$$Ns = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Dimana :

Ns = Putaran spesifik pompa

n= Putaran motor listrik

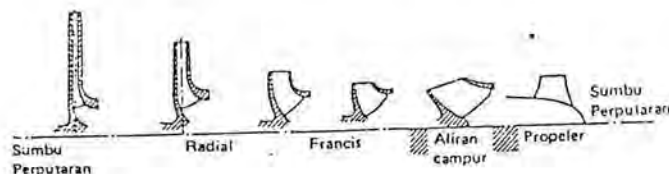
Q = Kapasitas pompa = 40 m<sup>3</sup>/J = 0.012 m<sup>3</sup>/J = 156,4 gpm

H = Head pompa = 15 m = 49,2 ft

Maka :

$$\begin{aligned} Ns &= \frac{1500 \cdot \sqrt{156,4}}{49,2^{3/4}} \\ &= \frac{18746,9}{18,5} \\ &= 1013 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka dapat kita lihat pada macam – macam impeller, bahwa type impeller yang di pakai adalah jenis radiant dengan ns ( 1000 – 2000 ) rpm.



Gambar bentuk impeller

### IV. 3 Daya Pompa

Daya pompa adalah daya yang diberikan pada zat cair. Daya pompa bergantung kepada Head dan kapasitas pompa dan dapat di hitung dengan persamaan :

$$N_p = \frac{\rho \cdot Q \cdot H}{\eta_p \cdot 75}$$

Dimana :

$N_p$  = Daya pompa ( HP )

$\rho$  = Berat jenis air pada 25 °C = 997.1 kg/m<sup>3</sup>

$Q$  = Kapasitas pompa = 0.012 m<sup>3</sup>/s

$H$  = Head total pompa = 15 m

$\eta_p$  = Efisiensi pompa diambil 78%

Maka :

$$\begin{aligned} N_p &= \frac{997.1 \times 0.012 \times 15}{0.78 \times 75} \\ &= \frac{179.5}{58.5} \\ &= 3.06 \text{ HP} \\ &= 2.3 \text{ Kw.} \end{aligned}$$

### IV. 4 Motor penggerak

Untuk menggerakkan pompa dipergunakan sumber tenaga penggerak yang paling efisien dan ekonomis yaitu :

1. Motor bakar ( Diesel/bensin)
2. Motor listrik ( elektro motor )

#### Ad.1 Motor Bakar

Masalah yang timbul pada penggunaan motor diesel atau motor bensin adalah biaya operasinya yang tinggi karena harga bahan bakar dan perawatannya yang sangat mahal.

##### a. Keuntungan motor bakar

- Pengoperasiannya tidak tergantung pada tenaga listrik
- Tidak tergantung pada jaringan listrik

##### b. Kerugian motor bakar

- Motor bakar lebih besar jika di bandingkan dengan motor listrik
- Memerlukan air pendingin
- Getaran dan suara mesin kasar
- 

#### Ad.2. Motor listrik

Motor listrik merupakan pesawat penggerak yang banyak digunakan untuk menggerakkan peralatan peralatan mekanis.

##### a. Keuntungan motor listrik

- Jika tenaga listrik dari PLN atau sumber lain tersedia dengan tegangan yang sesuai disekitar tempat tersebut, maka penggunaan motor listrik dapat memberikan ongkos yang murah.
- Pengoperasiannya lebih mudah

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)15/12/23

- Ringan sehingga tidak memerlukan dudukan yang kuat
- Tidak menimbulkan getaran yang berlebihan
- Pemeliharaan dan perawatan yang mudah

#### b. Kerugiannya

- Jika listrik padam, pompa tidak bias hidup sama sekali
- Jika pompa di pabrik menggunakan motor listrik maka motor listrik harus mempunyai cadangan untuk menjamain kontinuitas produksi

Dengan membandingkan keuntungan dan kerugian dari tenaga penggerak di atas maka penulis merencanakan penggerak pompa di pergunakan motor listrik ( electromotor ), karena listrik dapat diperoleh dari operasional turbin uap yang ada di pabrik kelapa sawit.

#### IV .4.1 Daya motor penggerak

Daya-motor penggerak dapat di hitung dengan menggunakan persamaan:

$$Nm = \frac{C.Np}{t}$$

Dimana :

C = Excess power ( 1.1 – 1.2 ) diambil 1.15 literatur 6

Np = Daya motor penggerak = 2.3 kw

T = Efisiensi transmisi = 1 karena dikopel langsung

Maka :

$$Nm = \frac{1.15 \times 2.3}{1}$$
$$= 2.65 \text{ kw}$$

#### IV. 4.2 Spesifikasi pompa

Dari penjelasan dan perhitungan di atas maka dapat ditentukan spesifikasi dari pompa yaitu

- Jenis pompa = Pompa sentrifugal satu tingkat
- Kapasitas pompa ( Q ) = 40 m<sup>3</sup>/J
- Head pompa ( H ) = 15 m
- Daya pompa ( Np ) = 3.06 HP = 2.3 kw
- Putaran spesifik ( Ns ) = 1013 rpm
- Putaran motor = 1500 rpm
- Daya motor = 2.65 kw
- Type impeller = Radial

## BAB VII

### KAVITASI

Kavitasi adalah peristiwa terbentuknya gelembung –gelembung uap air karena tekanannya turun sampai 1 atm akan mendidih dan menjadi uap jenuh pada temperatur  $100^{\circ}\text{C}$ . Jika tekanan cukup rendah dibawah suhu kamar, maka air dapat menguap sehingga akan timbul gelembung-gelembung uap air dalam pipa maupun pada pompa. Tempat-tempat bertekanan rendah dan yang berkecepatan tinggi di dalam aliran sangat rawan terhadap terjadinya kavitasi. Pada pompa yang mudah terjadi kavitasi adalah pada sisi isap pompa yang terlalu rendah.

Jika pompa mengalami kavitasi maka akan timbul suara berisik dan getaran tambahan, selain itu performansi pompa akan turun secara tiba-tiba sehingga pompa tidak bekerja dengan baik. Jika pompa dijalankan dalam keadaan kavitasi secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama maka permukaan dinding aliran disekitar kavitasi akan mengalami kerusakan, peristiwa ini di sebut erosi kavitasi karena gelembung-gelembung uap yang pecah terus menerus.

Untuk mencegah terjadinya kavitasi maka instalasi pompa harus diperhatikan hal-hal berikut:

1. Ketinggian letak pompa terhadap permukaan zat cair yang diisap harus dibuat sedekat mungkin agar head isap statis menjadi rendah
2. Sebaiknya diameter pipa isap diambil satu nomor lebih besar dari diameter pipa teknan untuk mnegurangi kerugian gesekan.
3. Jangan menghambat kapasitas aliran dengan menghambat aliran sisi isap.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 15/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (Repository.uma.ac.id)15/12/23

4. Sebaiknya pompa beroperasi pada kondisi operasi yang sudah diperhitungkan atau menghindari operasi pompa pada beban lebih.
5. Kecepatan pada saringan isap harus dibuat serendah mungkin dan bengkokan yang tajam haruslah dihindari agar kerugian gesekan dan tebulensi dibuat sekecil mungkin.
6. Kecepatan masuk relatif harus dibuat rendah.
7. Impeller harus diusahakan sehalus mungkin terutama pada bagian sisi masuk.

### Head Suction Positive ( NPSH )

Telah diuraikan sebelumnya bahwa kavitasi akan terjadi bila tekanan statis pada suatu aliran zat cair turun sampai dibawah tekanan uap jenuh. Jadi untuk menghindari kavitasi harus diusahakan agar tidak ada satu bagianpun dari aliran di dalam pompa yang mempunyai tekanan statis dari tekanan uap jenuhnya pada temperatur yang bersangkutan.

Net positive head dibedakan atas dua macam yaitu:

1. NPSH yang tersedia
2. NPSH yang diperlukan

Agar mengurangi kemungkinan terjadinya kavitasi maka dalam perencanaan yang harus diusahakan NPSH yang tersedia lebih besar dari NPSH yang diperlukan.



## VII.1 NPSH yang tersedia

NPSH yang tersedia adalah head yang dimiliki oleh zat cair pada sisi isap pompa ekivalent dengan tekanan mutlak pada sisi isap pompa dikurangi dengan tekanan uap jenuh zat cair ditempat tersebut. Secara matematis dapat di tulis sbb:

$$h_{sv} = \frac{P_a}{\rho} - \frac{P_v}{\rho} - h_s - h_{ls}$$

dimana:

$h_{sv}$  = NPSH yang tersedia

$P_a$  = tekanan atmosfer

$$= 10.332 \text{ kg/m}^2$$

$P_v$  = Tekanan uap jenuh air

$$= (5.3 - 6.7) \text{ kpa}$$

$$= 600 \text{ kg/m}^2$$

$\rho$  = Berat jenis zat cair

$$= 998,2 \text{ kg/m}^3$$

$h_s$  = kerugian isap statis = -5 m

$h_{ls}$  = Kerugian head pada sisi isap

$$= 0.723 \text{ m}$$

maka:

$$h_{sv} = \frac{10332}{998.2} - \frac{600}{998.2} + 5 - 0.723$$

$$= 10.35 - 0,6 + 5 - 0.723$$

$$= 14.027 \text{ m}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

## VII.2 NPSH yang diperlukan

NPSH yang diperlukan adalah tekanan terendah dalam pipa yang biasanya terletak pada suatu titik terdekat setelah sisi masuk sudu impeller. Ditempat tersebut tekanan lebih rendah dari dari tekanan dilubang isap pompa. Hal ini disebabkan karena kerugian head di nozel isap.

Besarnya NPSH yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus :

$$h'_{sv} = \left( \frac{n}{s} \right)^{4/3} \times Q^{2/3}$$

Dimana:

$H'_{sv}$  = NPSH yang diperlukan

$n$  = Putaran pompa ( 1500 rpm )

$s$  = Kecepatan sepesifik isap ( 1200 rpm )

$Q$  = Kapasitas pompa = 0.67 m<sup>3</sup>/menit

Maka :

$$\begin{aligned} H'_{sv} &= \left( \frac{1500}{1200} \right)^{4/3} \times 0,67^{2/3} \\ &= 1,25^{4/3} \times 0,67^{2/3} \\ &= 1,35 \times 0,54 \\ &= 0,74 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat kita lihat bahwa NPSH yang tersedia > NPSH yang di perlukan maka pompa terhindar dari kavitasi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Haito, Dr. Sachio, **Design Criterian for Water Work Facilities** Japan.
2. Ronald, V. Giler, **Mekanika Fluida dan Hidrolika**
3. Stefanof, A.J., **Centrifugal and axial flow Pump**, John Willy and son inc
4. Igor, J. Karasick, **Pump and Hand Book**, Mc Graw Hill Book, New York, 1976
5. Church, Austin H, **Pompa dan Flower Sentrifugal**, Jakarta, Erlangga, 1984
6. Diesel, Fritz, Dakso sriyono, **Turbin, Pompa dan Kompresor**, Jakarta, Erlangga, 1990
7. Sularso, Kiyo Katsu Suga, **Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin**, Jakarta, pradnya Paramita, 1993.
8. Hendarij, Ir. LWP, Bianchi, P. Bustaraan, **Pompa**, Jakarta, Pradnya Paramita.
9. Bovoy, Ir. Hc. **Hand Book of Material System for Building**, Moscow, ME Graw Hill Book.
10. Transkolanki, SL. Kweize and Adam, **Impeller Pump**, Wersauna, Peragmon Press, 1965.