



## PERHITUNGAN DAN PEMILIHAN POMPA PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR BEBAS MINERAL IRADIATOR GAMMA KAPASITAS 200 KCi

Tukiman, Puji Santoso, dan Ari Satmoko

PRPN – BATAN, Kawasan Puspipetek, Gedung 71, Tangerang Selatan, 15310

### ABSTRAK

*PERHITUNGAN DAN PEMILIHAN POMPA PADA INSTALASI PENGOLAHAN AIR BEBAS MINERAL IRADIATOR GAMMA KAPASITAS 200 KCi. Telah dilakukan perhitungan dan pemilihan pompa pada instalasi pengolahan air bebas mineral irradiator gamma kapasitas 200 kCi. Pompa diperlukan untuk mengalirkan air bebas mineral. Metode perhitungan didasarkan pada tahapan perhitungan diameter pipa dan kecepatan alir, kehilangan karena gesekan dalam pipa dan fitting, head pompa dan net positive suction head. Kapasitas pengolahan air bebas mineral dirancang dengan kapasitas 3 m<sup>3</sup>/jam atau setara dengan 50 liter/menit. Dari hasil perhitungan yang dilakukan diperoleh hasil: diameter pipa 25 mm, friction loss pipa dan peralatan 0,153360 m, NPSHA hasil perhitungan 8,01 m, head total pompa 1,8840 m. Dipilih pompa sentrifugal yang mempunyai NPHSR lebih kecil dari nilai NPSHA. Daya pompa 0,592 HP, daya listrik 436 Watt, faktor keamanan adalah 1,2. Maka dengan melihat head total pompa, NPSHA, dan daya pompa serta kapasitas atau debit pompa dipilih pompa lowara type 2HM5. dengan spesifikasi: daya 0,6 HP, daya listrik 550 Watt, 220V/AC, 50 Hz, 1 phase, jenis motor capacitor lowara type 2HM5.*

*Kata kunci: irradiator, pompa, air bebas mineral, friction loss, NPSH*

### ABSTRACT

*CALCULATION AND SELECTION OF PUMP ON MINERAL FREE WATER TREATMENT INSTALLATIONS FOR 200 KCi CAPACITY GAMMA IRRADIATOR. The calculations and selection of pump on mineral free water treatment for 200 kCi capacity gamma irradiator. Pump is needed to drain mineral free water. Method of calculation is based on pipe diameter calculation stage and flow rate, frictional losses in pipes and fittings, pump head and the net positive suction head. Demineralized water treatment capacity 3 m<sup>3</sup>/h designed with a capacity equivalent to 50 liters / min. From the results of the calculation obtained results 25 mm diameter pipe, pipe friction loss and equipment 0.153360 m, NPSHA calculation 8,01 m, the total head the pump 1,8840 m. Centrifugal pumps that have been less than the value NPHSR NPSHA. Pump power 0.592 HP, 436 Watt power, the safety factor is 1.2. So by looking at the total pump head, NPSHA, and the pump power and the capacity or discharge pump lowara pump tye 2HM5 is selected. with specifications: power 0.6 HP, 550 Watt electric power, 220V/AC, 50 Hz, 1 phase, motor capacitor type 2HM5 lowara.*

*Keywords: irradiator, pumps, free mineral water, friction loss, NPSH*



## 1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris yang terletak di daerah khatulistiwa. Memiliki dua musim dalam satu tahun, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Dan merupakan daerah pertanian yang menghasilkan bermacam-macam hasil pertanian yang berupa makanan pokok, sayuran dan buah-buahan. Namun dengan kondisi musim yang ada yaitu musim hujan dan musim kemarau, mengakibatkan pola tanam yang harus mengikuti musim. Missal : tanaman cabai, bawang merah, bawang putih, dan buah-buahan cocok ditanam pada musim kemarau. Akibatnya panen akan berlimpah pada musim tertentu dan sebaliknya. Sehingga stok tidak bisa dipertahankan secara kontinyu, yang mengakibatkan kelangkaan beberapa jenis sayuran atau buah-buahan, dan harganya akan mahal.

Untuk mengatasi kelangkaan agar stok pangan dapat dipertahankan secara kontinyu, maka bahan makanan, buah-buahan tersebut harus diawetkan. Salah satunya dengan teknologi irradiasi pangan. "Irradiasi pangan adalah proses memperlakukan bahan makanan dengan dosis tertentu dengan radiasi pengion yang akan memperlambat atau menghentikan pembusukan, dengan memperlambat tindakan enzim atau menghancurkan mikroorganisme dan juga dapat menonaktifkan organisme *pathogen* bawaan makanan. Aplikasi lebih lanjut termasuk penghambatan pematangan, penundaan pematangan" [1].

Instalasi irradiator memerlukan air bebas mineral, air bebas mineral diperlukan untuk mengisi air kolam tempat penyimpanan sumber radiasi gamma. Fungsi air kolam sebagai perisai radiasi saat sumber radiasi tidak dipergunakan.

Instalasi pengolahan air bebas mineral memerlukan pompa yang difungsikan sebagai alat untuk menghisap dan mengalirkan air menuju peralatan proses, missal dari kolam air baku di pompakan ke peralatan *sand filter*, dan tangki *carbon aktif*. Dalam pemilihan pompa diperlukan beberapa data yang merupakan *input* awal sebelum menentukan pilihan dan jenis pompa yang dipergunakan. Data yang diperlukan adalah : Debit aliran atau kapasitas produksi, temperatur, tekanan, densitas, kecepatan aliran fluida didalam pipa dan lain-lain.

Selanjutnya adalah data yang berupa hasil perhitungan, di antaranya adalah perhitungan *friction loss* pipa, kehilangan tekanan (*pressure drop*) dalam pipa dan *fitting*, panjang pipa, NPSHA, dan *head* total pompa.



## 2. TATA KERJA

Pompa biasanya digerakkan oleh motor, daya dari motor diberikan kepada poros pompa untuk memutar *impeler* yang dipasangkan pada poros tersebut, zat cair yang ada dalam *impeler* akan ikut berputar karena dorongan sudu-sudu. Karena timbulnya gaya *sentrifugal*, maka zat cair mengalir dari tengah *impeler* keluar melalui saluran diantara sudu dan meninggalkan *impeler* dengan kecepatan yang tinggi, kemudian mengalir melalui saluran yang penampangnya makin membesar, sehingga terjadi perubahan dari *head* kecepatan menjadi *head* tekanan. Maka zat cair yang keluar dari *flens* pompa *head* totalnya menjadi besar. Penghisapan terjadi karena setelah zat cair yang dilemparkan *impeler*, ruang diantara sudu-sudu menjadi vakum sehingga zat cair akan terhisap masuk [2].

Penetapan tahapan dalam pemilihan pompa diawali dengan membuat gambar rancangan tata letak instalasi pengolahan air bebas mineral, yang terdiri dari tata letak peralatan, bak *raw water*, pompa –pompa, tangki *sand filter*, tangki *kation*, Tangki *Anion*, tangki *Mix bed*, tangki penyimpan air bebas mineral yang disertai dengan ukuran-ukurannya. Selanjutnya adalah menentukan debit air bebas mineral yang akan diproduksi dari instalasi tersebut. Panjang dan diameter pipa akan mempengaruhi kinerja pompa sehingga perlu dihitung untuk menentukan penurunan tekanan. Yang terdiri dari perhitungan *friction loss* pipa, *friction loss fitting*, dan *NPSHA* pompa.

### 2.1 Diameter pipa dan kecepatan aliran

Diameter pipa dan kecepatan aliran merupakan dua parameter yang selalu ada dalam sistem pemompaan. Untuk menghitung dua parameter tersebut digunakan persamaan berikut [3]:

$$Di = 3,9 \cdot Q_F^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \quad (1)$$

dimana

Di = diameter dalam pipa mm atau inch,

Q = kapasitas /debit aliran m<sup>3</sup>/jam atau Liter/menit,

( $\rho$ ) = berat jenis fluida dalam kg/m<sup>3</sup>.

$$V = \frac{Q}{A} \quad (2)$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 \quad (3)$$



dimana

$V$  = Kecepatan aliran fluida m/dt

$Q$  = Debit aliran /kapasitas  $m^3$ /jam atau Liter/menit

$A$  = Luas permukaan  $m^2$ .

## 2.2 Friction Loss Pipa dan Fitting

*Friction loss* pipa dan *fitting* terjadi disebabkan gesekan antara air didalam permukaan pipa dan *fitting*, sehingga menimbulkan gaya gesek, inilah yang menyebabkan hambatan pada tekanan pompa, besarnya *friction loss* tergantung dari jenis material yang digunakan, diameter pipa dan panjang pipa. Dengan menggunakan pendekatan metode *hazen William* maka persamaan untuk menentukan besarnya *friction loss* adalah sebagai berikut:

$$H_F = H_L \times L_{\text{pipa}} \dots \dots \dots (4)$$

$$H_L = \left( \frac{3,35 \times 10^6 \times Q}{d^{2,63} \times C} \right)^{1,852} \dots \dots \dots (5)$$

dimana =

$H_{F_{\text{pipa}}}$  = Friction Loss pipa m

$L_{\text{pipa}}$  = Panjang pipa m

$H_L$  = Head Loss pipa m/100m

$Q$  = Debit pompa liter/detik

$d$  = Diameter dalam pipa mm, inch

$C$  = Constanta Hazen William

Berikut adalah tabel nilai  $C$  untuk inlet diameter pipa.



Tabel 1. Nilai C untuk constanta Hazen William inlet diameter pipa min dan max [3].

No	Material pipa	Inlet dia. mm	Nilai C
1	Stainless steel	26.6	130
		303.3	142
2	Galvanized pipe	27.3	116
		155.3	129
3	Steel pipe sch 40	26.6	130
		303.3	142
4	Copper	23.0	141
		223.3	146
5	Ductile cast iron uncoated K12	81.5	118
		326.2	126
6	Polyethilene class 6	21.7	140
		278.0	140
7	PVC class 15	29.0	142
		138.7	151

### 2.3 Total Head Pompa

Total head pompa adalah kemampuan tekanan maksimum pada titik kerja pompa, sehingga pompa tersebut mampu mengalirkan air/fluida dari satu tempat ke tempat lainnya. Beberapa parameter yang diperlukan untuk menentukan total head pompa, diantaranya yaitu *friction loss* pipa, *friction loss fitting*, *pressure drop* peralatan (kolom-kolom) dan *geodetic head*. untuk menghitung total head pompa dipergunakan persamaan sebagai berikut [4]:

$$H_{total} = H_{F_{pipa}} + H_{F_{fitting}} + H_{sf} + H_g \dots\dots\dots (6)$$

dimana :

$H_{F_{pipa}}$  = Friction Loss pipa

$H_{F_{fitting}}$  = Friction loss fitting

$H_{sf}$  = Safety factor head

$H_g$  = Geodetic head

### 2.4. Net Positive Suction Head Available (NPSHA)

NPSHA adalah tekanan maksimum pada sisi hisap yang bernilai positif, yang ditentukan dengan cara perhitungan, seperti berikut ini:

$$NPSHA = H_b - (H_f + H_v + H_{sf} + H_s) \dots\dots\dots (7)$$

dimana

$H_b$  = Barometric head

$H_f$  = Friction loss pipa dan fitting

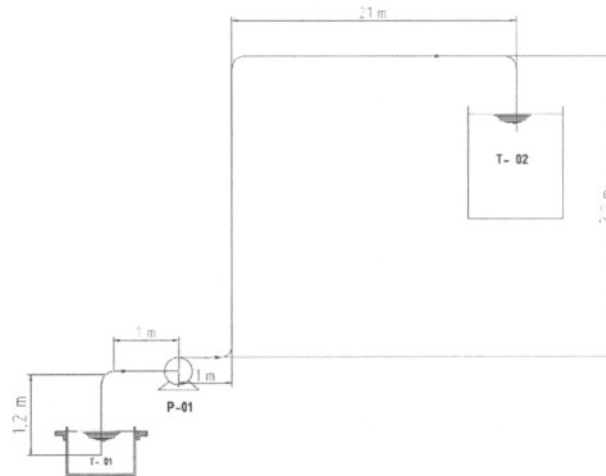
$H_v$  = Vapour head dari data tabel

$H_{sf}$  = Safety factor head

$H_s$  = Suction head



Pemilihan dan perhitungan daya pompa didasarkan dari desain persyaratan instalasi pengolahan air bebas mineral untuk *Irradiator* gamma kapasitas 200 kCi, dengan debit aliran ( $Q$ ) = 3 m<sup>3</sup>/jam atau setara dengan 50 liter/menit. Data dan ukuran yang dipergunakan dalam perhitungan diambil dari gambar tata letak dan gambar diagram aliran proses instalasi pengolahan air bebas mineral.



Gambar 1. Diagram aliran pompa suction, discharge [5]

### 3. HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

Dalam perhitungan dan pemilihan pompa, diketahui debit aliran ( $Q$ ) = 3 m<sup>3</sup>/jam atau setara dengan 50 liter/menit, fluida yang dialirkan adalah air dengan massa jenis ( $\rho$ ) = 1000 kg/m<sup>3</sup>. Tekanan desain pompa ( $P$ ) = 709,1 kPa, kondisi aliran dalam pipa dengan ukuran sama dan terdapat beda ketinggian.

#### 3.1 Perhitungan Diameter Pipa

$$\begin{aligned} Di &= 3,9 \cdot Q_F^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \text{ dalam milli meter atau Inch.} \\ &= 3,9 \times 3^{0,45} \times 1000^{0,13} \\ &= 16 \text{ mm diambil } 25 \text{ mm (diameter terkecil dari nozzle pompa)} \end{aligned}$$

#### 3.2 Perhitungan Kecepatan Aliran Fluida

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{A} \\ A &= \frac{\pi}{4} d^2 \\ &= \frac{3,14}{4} 0,0254^2 = 5,0645^{-4} \text{ m}^2 \\ V &= \frac{8,33^{-4}}{5,0645^{-4}} = 1,64 \text{ m/dt} \end{aligned}$$



### 3.3 Perhitungan *friction loss* pipa

Perhitungan *friction loss* pipa terbagi menjadi dua, yaitu perhitungan pada diameter pipa 25,4 mm dengan panjang pipa ( $L$ ) = 20,84 m, dan perhitungan pada diameter kolom yang terdiri kolom *sandfilter*, kolom *Kation*, kolom *anion* dan kolom *mix bed* yang masing masing mempunyai diameter yang berbeda dengan jumlah panjang keseluruhan 6,038 m. Pipa yang digunakan adalah pipa jenis PVC dengan nilai  $C$  (Hazen William constanta) untuk pipa PVC dengan diameter 25 mm adalah 142

### 3.2 Perhitungan *friction loss* pada kolom Sand filter.

Sebelum perhitungan *friction loss* pada kolom peralatan, harus diketahui ukuran diameter dan tinggi kolom, yang disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 2. Ukuran kolom sand filter, kation, anion dan mix bed [5].

No.	Nama Peralatan	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Jumlah
1.	Kolom sand/carbon filter	320	1646	1
2.	Kolom kation	265	1378	1
3.	Kolom anion	320	1646	1
4.	Kolom mix bed	266	1368	1

$$H_F = H_L \times L_{\text{pipa}}.$$

$$H_L = \left( \frac{3,35 \times 10^6 \times Q}{d^{2,63} \times C} \right)^{1,852} =$$

$$H_L = \left( \frac{3,35 \times 10^6 \times 0,84}{320^{2,63} \times 142} \right)^{1,852} = 0,0000570 \text{ m / 100 m}$$

1.  $H_F$  pada kolom sand/carbon filter adalah

$$\begin{aligned} H_F &= 0,0000570 \times 1,646 \text{ m} \\ &= 0,000093822 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Kolom kation

$$H_L = \left( \frac{3,35 \times 10^6 \times 0,84}{265^{2,63} \times 142} \right)^{1,852} = 0,0001428 \text{ m / 100 m}$$

$H_F$  pada kolom kation adalah =

$$\begin{aligned} H_F &= 0,00001428 \times 1,378 \text{ m} \\ &= 0,000019677 \text{ m} \end{aligned}$$



### 3. Kolom anion

$$H_L = \left( \frac{3,35 \times 10^6 \times 0,84}{320^{2,63} \times 142} \right)^{1,852} = 0,0000570 \text{ m / 100 m}$$

$H_F$  pada kolom anion adalah =

$$H_F = 0,0000570 \times 1,646 \text{ m} \\ = 0,000093822 \text{ m}$$

### 4. Kolom mixbed

$$H_L = \left( \frac{3,35 \times 10^6 \times 0,84}{266^{2,63} \times 142} \right)^{1,852} = 0,0001428 \text{ m / 100 m}$$

$H_F$  pada kolom mixbed adalah=

$$H_F = 0,00001428 \times 1,368 \text{ m} \\ = 0,000019535 \text{ m}$$

Jumlah total head loss dan friction loss pada kolom, disajikan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. head loss dan friction loss pada kolom peralatan

No.	Nama Peralatan	Head loss m	Friction loss m
1.	Kolom sand/carbon filter	0,00005700	0,000093822
2.	Kolom kation	0,00001428	0,000019672
3.	Kolom anion	0,00005700	0,000093822
4.	Kolom mix bed	0,00001428	0,000019535
	jumlah	0,000014256	0,000022684

### 3.5 Perhitungan *friction loss* pada pipa.

Perhitungan  $H_L$  dan  $H_F$  pada pipa ukuran 25,4 mm.

$$H_L = \left( \frac{3,35 \times 10^6 \times 0,84}{25,4^{2,63} \times 142} \right)^{1,852} = 0,02723 \text{ m}$$

$$H_F = 0,02723 \times 20,84 \\ = 0,0056747 \text{ m}$$

Sehingga total *friction loss* pipa dan peralatan adalah =

$$H_{F \text{ Total}} = (0,0056747 + 0,0000022684) \text{ m} \\ = 0,5680226846 \text{ m} . \\ = (0,5680226846) \times 0,27 \\ = 0,153360 \text{ m}$$





### 3.6 Perhitungan *friction loss* pada *Fitting*.

$$\begin{aligned}H_{F \text{ fitting}} &= H_L \times \text{Jumlah fitting} \\&= 0,0056747 \times 20 \\&= 0,113494 \times 0,27 \\&= 0,030643 \text{ m}\end{aligned}$$

### 3.7 Perhitungan *Head total* pompa

Untuk mendapatkan *head* pompa yang optimal, maka batasan kecepatan aliran fluida (*v*) yang ideal adalah antara 0,9 m/dt – 2 m/dt. Kecepatan aliran pada instalasi pengolahan air bebas mineral (*v*) = 1,6 m/dt. Maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$H_{total} = H_{F \text{ pipa}} + H_{F \text{ fitting}} + H_{sf} + H_s.$$

dimana :

$$H_{F \text{ pipa}} = \text{Friction Loss pipa}$$

$$H_{F \text{ fitting}} = \text{Friction loss fitting}$$

$$H_{sf} = \text{Safety factor head}$$

$$H_s = \text{Geodetic head}$$

maka

$$\begin{aligned}\text{Head total pompa} &= H_{F \text{ pipa}} + H_{F \text{ fitting}} + H_{sf} + H_s \\&= (0,1533660 + 0,030643 + 0,5 + 1,2) \text{ m} \\&= 1,8840 \text{ m}\end{aligned}$$

### 3.8. Perhitungan *Net Positive Suction Head Available (NPSHA)*

*NPSHA* adalah tekanan maksimum pada sisi hisap yang bernilai positif, yang ditentukan dengan cara perhitungan, seperti berikut ini:

$$NPSHA = H_b - (H_f + H_v + H_{sf} + H_s)$$

dimana

$$H_b = \text{Barometric head}$$

$$H_f = \text{Friction loss pipa dan fitting}$$

$$H_v = \text{Vapour head dari data tabel}$$

$$H_{sf} = \text{Safety factor head}$$

$$H_s = \text{Suction head}$$

maka =

$$\begin{aligned}NPSHA &= H_b - (H_f + H_v + H_{sf} + H_s) \\&= 10,33 - (0,184003 + 0,4 + 0,5 + 1,2) \\&= 10,33 - 2,284033 \\&= 8,01 \text{ m}\end{aligned}$$



### 3.9. Net Positif Suction Head Required (NPHSR)

NPHSR adalah tekanan pompa pada sisi hisap yang nilainya ditentukan berdasarkan desain pompa. NPHSR bernilai *positif* sehingga bersifat menghambat kemampuan hisap pompa, jika pompa dengan nilai NPHSR kecil berarti pompa tersebut mempunyai kemampuan hisap yang baik. Nilai NPHSR dapat dilihat dari kurva *catalog* pompa.

### 3.10. Perhitungan Daya Pompa

Daya yang dibutuhkan pompa :

$$P = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{367 \cdot \eta} \dots\dots\dots kW \quad \text{atau} \quad P = \frac{Q \cdot H \cdot \rho}{270 \cdot \eta} \dots\dots\dots HP$$

dimana

P = Daya dalam W atau HP

Q = Debit atau kapasitas aliran m<sup>3</sup>/jam

H = Total head katalog pompa m

$\rho$  = Berat jenis fluida kg/m<sup>3</sup>.

$\eta$  = Efisiensi dalam %

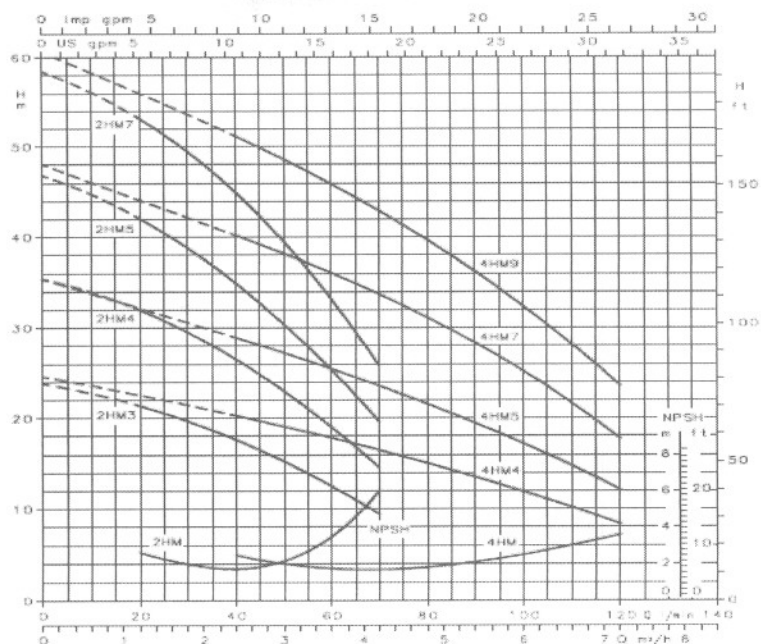
367= Faktor konversi satuan daya

270= Faktor konversi satuan daya

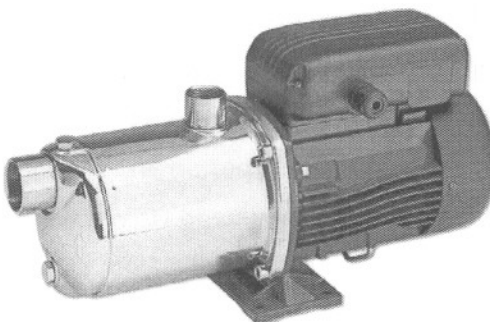
$$P = \frac{3 \times 40 \times 1}{367 \times 75\%} = 436 \text{ W}$$

$$P = \frac{3 \times 40 \times 1}{270 \times 75\%} = 0,592 \text{ HP}$$

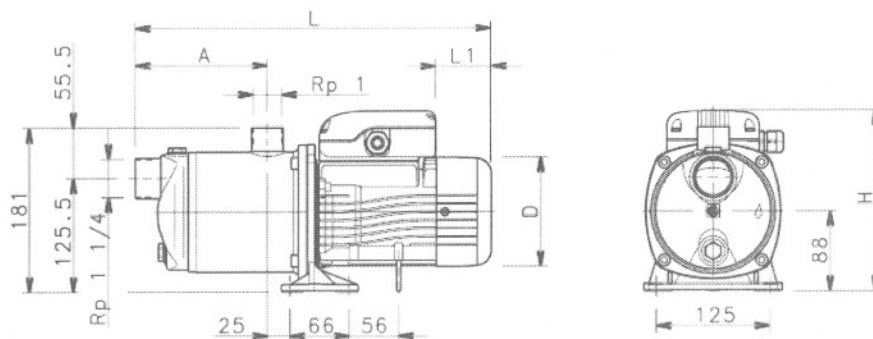
Dari perhitungan di atas maka untuk memilih pompa adalah dengan melihat debit aliran pompa, total head dan jumlah kerugian – kerugian tekanan akibat panjang pipa dan fitting. Debit aliran (Q) = 3 m<sup>3</sup>/jam, dengan temperatur air = 30°C. *friction loss* pipa dan peralatan = 0,153360 m. NPSHA hasil perhitungan : 8,01 m, head total pompa : 1,8840 m. dari data tersebut maka dipilih pompa *sentrifugal* yang mempunyai NPHSR lebih kecil dari nilai NPSHA. Daya pompa 0,592 HP, Daya listrik 436 Watt, faktor keamanan adalah 1,2. Maka dengan melihat head total pompa, NPSHA, dan daya pompa serta kapasitas atau debit pompa dipilih pompa lowara type 2HM5. dengan spesifikasi: daya 0,6 HP, daya listrik 550 Watt. 220V/AC, 50 Hz, 1 phase jenis motor kapasitor. Grafik *karakteristik* pompa dan ukuran pompa dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4 berikut ini.



Gambar 2. Grafik NPSH, Head total vs debit aliran [6].



Gambar 3. Pompa sentrifugal [6]



Gambar 4. Ukuran pompa sentrifugal [6]



#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Debit aliran pompa ditentukan =  $3\text{ m}^3/\text{jam}$  atau 50 liter/menit.
2. Hasil perhitungan yang dilakukan diperoleh hasil: diameter pipa 25 mm. friction loss pipa dan peralatan = 0,153360 m. NPSHA hasil perhitungan: 8,01 m, head total pompa = 1,8840 m.
3. Dipilih pompa sentrifugal dengan daya: 0,6 HP, daya listrik 550 Watt. 220V/AC, 50 Hz, 1 phase, jenis motor kapasitor, lowara type 2HM5

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

1. PROGRAM MANUAL “ Desain Rinci Irradiator Gamma Kapasitas 200 kCi untuk Irradiasi Bahan Pangan Hasil pertanian “ PM.01-WP0-WBS0-RPN-2013-04
2. SULARSO, HARUO TAHARA “Pompa Dan Kompresor, Pemilihan, Pemakaian & Pemeliharaan” PT. Pradnya Paramita, Jakarta 1994. bab I.
3. RADIMAN” Total Head, Friction Loss, NPSH dan Kavitasi” available: <http://www.mikhamarthen.files.wordpress.com>. tanggal, Oktober 2013
4. MIKHA MARTHEN” Total Head, Friction Loss, ” available: <http://www.mikhamarthen.files.wordpress.com>. tanggal, Oktober 2013 .
5. ARI SATMOKO, dkk” Laporan teknis Desain Rinci Irradiator Gamma Kapasitas 200 kCi untuk Irradiasi Bahan Pangan Hasil pertanian, PRPN –BATAN 2013.
6. GENERAL CATALOG “ Centrifugal Pump ITT- Lowara HMS Series “ [www.lowara.com](http://www.lowara.com).

#### TANYA JAWAB

##### Pertanyaan:

1. Aplikasi suction dan discharge pompa dengan ketinggian tangki 3,2m bagaimana? (Sanda)
2. Pengaruh NPSHA dan NPSHR pada pompa apa? (kukuh)

##### Jawaban:

1. Sebenarnya bukan aplikasi suction dan discharge pompa, tetapi adalah pemilihan pompa untuk mengalirkan air sehingga pompa itu mampu mengalirkan air tersebut. Karena dipompa ada bagian discharge dan suction. Setelah melewati perhitungan



berdasarkan layout dengan  $t = 3,2$  m panjang  $\pm 28$  m dan melewati kolom-kolom roses dengan diameter 320 m, 265 m, dan panjang 2 m.

2. NPSHA adalah net positive suction head aviable, sebelum memilih pompa harus menghitung NPSH. NPSHR ada di data pompa dari vendur biasanya berupa grafik karakteristik pompa. Ada head , debit NPSHA, arus listrik, dll.