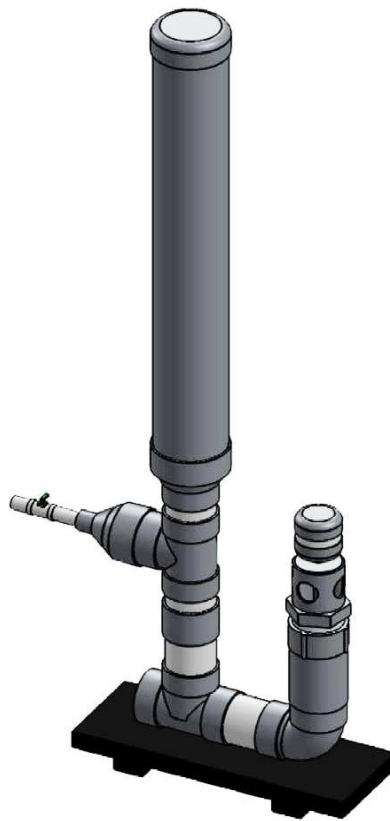


BAB IV PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Rancangan Badan Pompa

Adapun desain rancangan pompa *hydram* yang akan dirancang seperti yang diperlihatkan pada gambar berikut :

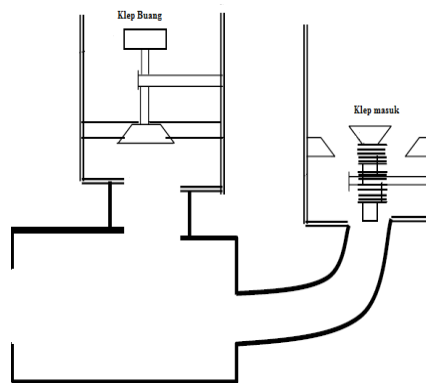


Gambar 4. 1 Desain Pompa *Hydram*

4.1.2 Rancangan Badan Pompa

Badan pompa merupakan sebagai bagian awal untuk merangkai komponen-komponen utama pompa supaya menjadi satu kesatuan. Badan pompa dirancang dengan menggunakan *T junction* dan *knee L* diameter 2 *inch* yang disambungkan dengan pipa PVC dengan ukuran yang sama. Kemudian diatas *T junction* dirangkai katup hantar, dan diatas *knee L*

terpasang katup limbah dengan ukuran diameter yang sama dengan ukuran diameter badan pompa. Katup hantar terbuat dari sambungan pipa, sedangkan katup limbah terbuat dari drat *shock* PVC dengan diameter 2 *inch*.



Gambar 4. 2 Desain Badan Pompa

4.1.3 Penentuan *Head* Masuk

Berdasarkan batasan masalah yang kita tetapkan untuk ketinggian *head* masuk yaitu 1,5 meter, tetapi dalam pengujian di lapangan nilainya berubah menjadi 2,3 meter. Hal ini disebabkan karena ada tambahan ketinggian tangki penampung air setinggi 0,8 meter. Dalam pengujian ini ditetapkan.

4.1.4 Penentuan *Head* Keluar (*h*)

Pada penelitian ini *head* keluar kita tetapkan sebesar 8 meter. Dimana berdasarkan penelitian Dr. Jagdish Lal (1975) yang menyatakan bahwa panjang pipa keluar atau *head* keluar berhubungan dengan efisiensi, yang juga berhubungan dengan panjang pipa masuk dan *head* masuk. Agar efisiensi pompa menjadi maksimum. Untuk mempermudah dalam proses pengukuran *debit* hasil dari pompa.

4.1.5 Penentuan Panjang Pipa

Panjang pipa masuk kita tentukan yaitu 8 meter dengan asumsi besar *head* masuk yang telah kita tentukan 2,3 meter dan besar *head* keluar 8 meter, maka panjang pipa masuk yang diambil adalah 8 meter, sesuai

dengan perhitungan di atas, panjang pipa masuk 8 meter dengan diameter 2 *inch* telah memenuhi persamaan metode *Calvert*.

4.1.6 Penentuan Diameter Pipa

Setelah diketahui panjang pipa masuk, maka dari tabel di bawah ini bisa kita tentukan diameter pipa masuk (*drive pipe*) yang akan kita gunakan. Tabel 4.2. Tabel hubungan panjang pipa masuk (L) dan diameter pipa masuk (D)

Tabel 4. 1 Tabel hubungan panjang pipa masuk (L)

Diameter (10 ⁻³ m)	Panjang pipa masuk L (m)	
	Minimum	Maksimum
13	2	13
20	3	20
25	4	25
30	4,5	30
40	6	40
50	7,5	50
80	12	80
100	15	100

Setelah mendapatkan harga dari tabel diatas, kemudian kita cek harga tersebut menggunakan metode *Calvert*, dimana :

$$150 < L/D < 1000$$

dengan memasukkan L = 8 m dan D = 5,04 x 10⁻² m pada persamaan di atas maka didapatkan L/D = 158,73 . Nilai tersebut memenuhi persamaan dari metode *Calvert* di atas. Nilai tersebut juga sesuai jika dicek pada table 4.1 Jadi asumsi kita menggunakan pipa dengan diameter 2 *inch* dengan panjang 8 meter adalah benar.

4.1.7 Penentuan Bahan Pipa Masuk

Bahan pipa masuk yang digunakan pada pengujian ini adalah pipa air PVC merk Rucika dengan diameter yang telah kita tentukan yaitu 2 *inch* dan panjang 8 meter sesuai dengan batasan masalah.

4.1.8 Penentuan Bahan Pipa Keluar

Dalam penelitian kali ini, pipa keluar yang digunakan adalah selang karet dengan ukuran ½ *inch*. Hal ini dilakukan untuk memudahkan pengukuran tinggi air dan *debit* hasil yang keluar.

4.1.9 Rancangan Tabung udara

Tabung udara dibuat dari bahan PVC, dengan ukuran tinggi 50 cm dan diameter 3 *inch*. Tabung udara merupakan ruang vakum yang digunakan sebagai tempat memampatkan air guna mendorong air yang telah dipompa keluar melalui pipa keluaran dengan ukuran diameter ½ *inch*.



Gambar 4. 3 Tabung Udara

4.2 Pengujian Alat

4.2.1 Pengujian Katup

Pengujian katup ini bertujuan untuk mengetahui apakah katup akan bekerja dengan baik pada saat dipasang nanti. Pengujian katup dilakukan dengan menekan katup secara periodik dengan menggunakan tangan. Jika katup dirasa sudah bekerja dengan baik, maka katup masih bagus dan dapat

dipasang pada badan pompa.

4.2.2 Pengujian Tabung Udara

Pengujian tabung udara dilakukan dengan memasukan air ke dalam tabung udara untuk mengetahui apakah ada kebocoran atau tidak. Hal ini dilakukan agar tabung udara dapat bekerja secara efektif untuk memberikan tekanan agar air dapat diangkat sesuai perhitungan.

4.2.3 Pengujian Pipa Hantar (*Delivery Pipe*)

Pengujian pipa hantar dilakukan agar air yang telah dipompa dapat mengalir ke atas dan dapat dihitung ketinggiannya. Pipa hantar digantikan dengan selang agar mudah untuk disesuaikan tinggi pengukurannya.

4.3 Proses Pengambilan Data

Proses pengambilan data diawali dengan melakukan proses *trial and error* instalasi pompa *hydram*. Proses *trial and error* dilakukan untuk mendapatkan konfigurasi optimal untuk parameter – parameter yang di tetapkan pada pompa *hydram* tersebut. Selain itu, proses *trial and error* juga dilakukan untuk mengetahui kekurangan – kekurangan yang masih terdapat pada instalasi pompa *hydram*, sehingga pada saat pengambilan data, pompa *hydram* akan berada pada kondisi dan konfigurasi optimal.

Langkah *trial* yang pertama adalah mencoba katup hantar. Katup hantar dibuat satu arah dengan tujuan air yang telah masuk kedalam tabung udara tidak kembali lagi ke badan pompa. Katup hantar dibuat dengan model naik turun berdasarkan dorongan air dari badan pompa ke daun katup hantar. Dimana pada percobaan pertama katup hantar tidak dapat bekerja secara maksimal karna lubang pada badan katup hantar terlalu kecil sehingga air yang masuk kedalam tabung udara sangat sedikit. Kemudian, lubang pada pipa hantar diperbesar menjadi 38 mm dan daun katup limbah diperbesar menjadi 44 mm. Pada percobaan ini pompa *hydram* dapat bekerja sesuai dengan sebagaimana mestinya. Pada percobaan pertama setelah katup limbah diperbaharui air dapat naik sampeik ketinggian 4 m

dengan ketinggian pipa masuk 1 meter.

Kemudian, langkah *trial* yang kedua adalah mencoba konfigurasi yang pas untuk katup limbah. Pada percobaan pertama dilakukan dengan kondisi katup limbah dengan panjang langkah 10 mm dan tanpa masa tambahan. Hasilnya pada katup limbah dapat bergerak secara otomatis. Pada percobaan kedua dengan cara menaikkan ketinggian pipa masuk menjadi 1,5 m, katup limbah tidak dapat bergerak secara otomatis dan selalu dalam keadaan tertutup. Atau dengan kata lain katup limbah selalu terangkat dan tidak bias turun. Hal ini disebabkan karena berat katup limbah lebih kecil dari energi yang dimiliki air, sehingga tidak mampu melawan tekanan air.

Trial berikutnya, katup limbah dikondisikan pada posisi panjang langkah 15 mm dengan massa tambahan sebesar 80 gram. Hasilnya katup limbah dapat bekerja dengan baik, dengan rata – rata jumlah ketukan mencapai 77 ketukan per menit. Pompa *hydram* mampu mengangkat air hingga setinggi 6 meter dengan panjang pipa *output* 12 meter. Pada instalasi ini air selalu mencapai ketinggian dan bahkan masih bisa dinaikan lagi ketinggian *output*nya. Dari hasil tersebut diputuskan hasil *debit* (q) yang diambil yaitu pada ketinggian *output* yaitu setinggi 8 meter sesuai dengan batasan yang diambil untuk menghitung efisiensi pada pompa *hydram*.

4.4 Hasil Pengamatan

Hasil pengujian yang diukur ditampilkan dalam bentuk tabel. Dan disajikan dengan variabel antara lain, *debit* limbah (Q), *debit* hasil (q), *head supply* (H), *head output* (h), jumlah ketukan (N), dan Efisiensi (η). Selain itu hasil lain yang dapat diketahui seperti energi pompa *hydram* (E), dan tekanan hidrostatik (P_h) sebagai berikut :

4.4.1 Energi Yang Dibangkitkan Pompa *Hydram*

Pertama kita mencari nilai dari V_3 terlebih dahulu dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q = V_3 \times A_{\text{waste}}$$

dengan :

$$Q = 22,31 \text{ l/m} = 3,71 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$A_{\text{waste}} = 25 \text{ mm} = 0,25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$V_3 = \frac{Q}{A}$$
$$= \frac{3,71 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}}{0,25 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 14,84 \text{ m/s}$$

Setelah nilai V_3 didapatkan, maka kita dapat menghitung energi yang dibangkitkan oleh pompa *hydram*, dengan rumus :

$$E = \frac{1}{2} m v_3^2$$
$$= \frac{1}{2} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 14,84^2 \text{ m/s}$$
$$= 110.112,8 \text{ J}$$

4.4.2 Tekanan Hidrostatik Pada Pompa *Hydram*

Dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$P_h = \rho g h$$

dimana :

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3 \text{ (massa jenis fluida)}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2 \text{ (percepatan gravitasi)}$$

$$h = 0,8 \text{ m (ketinggian)}$$

$$P_h = \rho g h$$
$$= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,8 \text{ m}$$
$$= 7840 \text{ Pa}$$
$$= 7,8 \text{ N/m}$$

4.4.3 Efisiensi Pompa *Hydram*

dihitung dengan menggunakan persamaan yaitu :

$$\eta = \frac{q h}{(Q+q)H}$$

dengan :

η_A = efisiensi *hydram* menurut *D'Aubuisson*

q = *debit* hasil, m^3/s

$Q = \text{debit limbah, m}^3/\text{s}$

$h = \text{head keluar, m}$

$H = \text{head masuk, m}$

Pengujian I

Pengujian I dilakukan dengan kondisi pompa *hydram* sebagai berikut.

- Volume tabung udara : 0,002 m³
- Panjang langkah katup buang : 15 mm
- Massa tambahan katup buang : 80 gram
- Panjang pipa *drive* : 8 m
- Diameter pipa *drive* : 5,08 mm
- *Head input* : 2,3 m

Tabel 4. 2 Tabel Hasil Pengamatan Pengujian I

Data ke	Debit Limba (Q)		Debit Hasil (q)		Head Output (h)	Jumlah Ketukan (N)	Efisiensi (η)
	(L/menit)	(m ³ /s)	(L/menit)	(m ³ /s)	M	(ketukan/menit)	%
1.	16,72	2,78x10 ⁻⁴	3,45	0,57x10 ⁻⁴	8	57	59,22%
2.	21,41	3,56x10 ⁻⁴	3,85	0,64x10 ⁻⁴	8	73	53%
3.	24,34	4,05x10 ⁻⁴	4	0,66x10 ⁻⁴	8	83	48,75%

Data Uji :

$$1. \text{ Efisiensi 1 : } \eta = \frac{q h}{(Q+q)H} 100\%$$

$$= \frac{0,57x10^{-4} x 8}{(2,78 x 10^{-4} + 0,57x10^{-4})x 2,3} = 59,22\%$$

$$2. \text{ Efisiensi 2 : } \eta = \frac{q h}{(Q+q)H} 100\%$$

$$= \frac{0,64x10^{-4} x 8}{(3,56 x 10^{-4} + 0,64x10^{-4})x 2,3} = 53\%$$

$$3. \text{ Efisiensi 3 : } \eta = \frac{q h}{(Q+q)H} 100\%$$

$$\frac{0,66 \times 10^{-4} \times 8}{(4,05 \times 10^{-4} + 0,66 \times 10^{-4}) \times 2,3} = 48,75\%$$

Pengujian II

Pengujian I dilakukan dengan kondisi pompa *hydram* sebagai berikut.

- Volume tabung udara : 0,002 m³
- Panjang langkah katup buang : 15 mm
- Massa tambahan katup buang : 80 gram
- Panjang pipa *drive* : 8 m
- Diameter pipa *drive* : 5,08 mm
- *Head input* : 2,3 m

Tabel 4. 3 Tabel Hasil Pengamatan Pengujian II

Data ke	Debit Limba (Q)		Debit Hasil (q)		Head Output (h)	Jumlah Ketukan (N)	Efisiensi (η)
	(L/menit)	(m ³ /s)	(L/menit)	(m ³ /s)	M	(ketukan/menit)	%
1.	22,29	3,71x10 ⁻⁴	3,65	0,60x10 ⁻⁴	8	76	72,61%
2.	19,94	3,32x10 ⁻⁴	3,75	0,62x10 ⁻⁴	8	68	54,74%
3.	25,52	4,25x10 ⁻⁴	4,1	0,68x10 ⁻⁴	8	87	48%

Data uji :

$$1.3.1 \text{ Efisiensi 1 : } \eta = \frac{q h}{(Q+q)H} 100\%$$

$$= \frac{0,60 \times 10^{-4} \times 8}{(3,71 \times 10^{-4} + 0,60 \times 10^{-4}) \times 2,3} = 72,61\%$$

$$1.3.2 \text{ Efisiensi 2 : } \eta = \frac{q h}{(Q+q)H} 100\%$$

$$= \frac{0,62 \times 10^{-4} \times 8}{(3,32 \times 10^{-4} + 0,62 \times 10^{-4}) \times 2,3} = 54,74\%$$

$$1.3.3 \text{ Efisiensi 3 : } \eta = \frac{q h}{(Q+q)H} 100\%$$

$$= \frac{0,68 \times 10^{-4} \times 8}{(4,25 \times 10^{-4} + 0,68 \times 10^{-4}) \times 2,3} = 43\%$$

Pengujian III

Pengujian III dilakukan dengan kondisi pompa *hydram* sebagai berikut.

- Volume tabung udara : 0,002 m³
- Panjang langkah katup buang : 15 mm
- Massa tambahan katup buang : 80 gram
- Panjang pipa *drive* : 8 m
- Diameter pipa *drive* : 5,08 mm
- *Head input* : 2,3 m

Tabel 4. 4 Tabel Hasil Pengamatan Pengujian III

Data ke	Debit Limba (Q)		Debit Hasil (q)		Head Output (h)	Jumlah Ketukan (N)	Efisiensi (η)
	(L/ menit)	(m ³ /s)	(L/ menit)	(m ³ /s)	M	(ketukan /menit)	%
1.	24,93	4,15x10 ⁻⁴	3,55	0,59x10 ⁻⁴	8	77	43,30%
2.	23,17	3,8x10 ⁻⁴	3,25	0,54x10 ⁻⁴	8	68	43,28%
3.	22,5	3,75x10 ⁻⁴	3,95	0,65x10 ⁻⁴	8	87	51,38%

Data uji :

$$1. \text{ Efisiensi 1 : } \eta = \frac{q h}{(Q+q)H} 100\%$$

$$= \frac{0,59 \times 10^{-4} \times 8 \text{ m}}{(4,15 \times 10^{-4} + 0,59 \times 10^{-4}) \times 2,3} = 43,30\%$$

$$2. \text{ Efisiensi 1 : } \eta = \frac{q h}{(Q+q)H} 100\%$$

$$= \frac{0,54 \times 10^{-4} \times 8 \text{ m}}{(3,86 \times 10^{-4} + 0,54 \times 10^{-4}) \times 2,3} = 43,28\%$$

$$3. \text{ Efisiensi 1 : } \eta = \frac{q h}{(Q+q)H} 100\%$$

$$= \frac{0,65 \times 10^{-4} \times 8 \text{ m}}{(3,75 \times 10^{-4} + 0,65 \times 10^{-4}) \times 2,3} = 51,38\%$$

Pada data hasil pengujian dilakukan sebanyak tiga kali percobaan dengan tujuan mendapatkan hasil yang lebih valid, dan media yang dibuat untuk mengukur *debit* air yang keluar menggunakan gelas ukur plastik

berukuran 1000 ml, pada pengujian tersebut menunjukkan hasil *debit* yang diambil dari ketinggian *head input* 2,3 m pada kondisi vertikal dan panjang pipa keluar 12 m.

Data dari hasil pengujian pertama, kedua, dan ketiga dengan tinggi *head input* tetap yaitu 2,3 m. Pada pengujian pertama menghasilkan *debit* air sebagai berikut 3,45 liter/menit, 3,85 liter/menit, 4 liter/menit. Kemudian pada pengujian kedua menghasilkan *debit* air sebagai berikut 3,65 liter/menit, 3,75 liter/menit, 4,1 liter/menit. Dan pada pengujian ketiga menghasilkan *debit* air sebagai berikut 3,55, 3 liter/menit, 3,95 liter/menit.

Kemudian data efisiensi pompa *hydram* dari setiap pengujian adalah sebagai berikut, efisiensi pada pengujian pertama yaitu 59,22%, 53%, 48,75%, kemudian efisiensi pada pengujian kedua yaitu 72,61%, 54,74%, 48%, dan efisiensi pada pengujian ketiga yaitu 43,30%, 43,28%, 51,48%.

Hasil perhitungan rata-rata dari beberapa parameter yang telah dihitung, sebagai berikut :

Parameter	Hasil
Rata-rata ketukan per menit	74 /menit
<i>Debit</i> Limbah	22,31 Liter/menit
<i>Debit Output</i>	3,72 Liter/menit
Rata-rata Efisiensi	52,69 %