

## PERANCANGAN SISTEM SIMULASI SINYAL ECG BERBASIS MIKROKONTROLER

### MAKING SYSTEM SIGNAL ECG BASED MICROCONTROLLER

Imas Agustin<sup>1</sup>, Suwandi<sup>2</sup>, Muh. Saladin Prawirasasra<sup>3</sup>.

<sup>1,2,3</sup> Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom.

<sup>1</sup>[imasagustin02@gmail.com](mailto:imasagustin02@gmail.com), <sup>2</sup>[suwandi.sains@gmail.com](mailto:suwandi.sains@gmail.com), <sup>3</sup>[prawirasasra.bibin@gmail.com](mailto:prawirasasra.bibin@gmail.com)

#### Abstrak

Efisiensi pompa yang beredar di pasaran banyak yang tidak diketahui nilainya. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk efisiensi pompa tersebut. Pengambilan data dalam pengukuran ini menggunakan 2 buah aquarium, dengan fluida dipindahkan dari aquarium pertama ke aquarium kedua. dan beban ketinggian yang digunakan adalah setiap kelipatan 0,25 meter dengan total beban ketinggian 2,25 meter pada pompa 1 dan 3 meter pada pompa 2. digunakan persamaan *Bernaulli* untuk menghitung nilai efisiensi dengan membandingkan nilai daya output terhadap daya input listrik yang digunakan pompa. Didapatkan hasil berupa efisiensi yang tidak konstan, tetapi berbentuk fungsi parabola terhadap nilai beban ketinggian yang digunakan. Dapat disimpulkan bahwa banyak pompa yang beredar di pasaran tidak mempunyai *head* ketinggian sesuai dengan spesifikasi yang tertulis di dalam pompa. Lalu untuk nilai *headloss* berbanding lurus dengan nilai kecepatan alir fluida, serta berbanding terbalik dengan nilai beban ketinggian.

Kata Kunci: Pompa, Efisiensi, *Bernaulli*, *headloss*

#### Abstrak

The efficiency of the pumps circulating in the market many unknown its value. Therefore, research for the efficiency of the pump. The data collection in this measurement uses 2 aquariums, with the fluid transferred from the first aquarium to the second aquarium. and the height load used is every multiple of 0.25 meters with a total load of 2.25 meters at the pump 1 and 3 meters at the pump 2. used the *Bernaulli* equation to calculate the efficiency value by comparing the value of output power to the power input power used by the pump. The result is a non-constant efficiency, but in the form of parabolic function to the height of load value used. It can be concluded that many pumps on the market do not have altitude heads according to the specifications written in the pump. Then for the *headloss* value is proportional to the value of the fluid flow velocity, and inversely proportional to the height load value.

Keywords: Pump, Efficiency, *Obscene*, *headloss*

## 1. Pendahuluan

Dalam industri rumah tangga pendistribusian air bersih biasanya menggunakan pompa. Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan zat cair dari suatu tempat ke tempat yang diinginkan [2]. Pompa akan memberikan energi mekanis pada fluida kerjanya, dan energi yang diterima fluida digunakan untuk menaikkan tekanan sehingga dapat menggerakkan fluida. Sebagian besar pompa yang beredar dipasaran tidak mencantumkan efisiensi kerja dari pompa tersebut, hal ini mengakibatkan masyarakat tidak mengetahui tingkat efisiensi dari pompa yang digunakan. Dalam penelitian inilah bertujuan untuk mengetahui mengetahui efisiensi dari pompa serta pengaruh beberapa variabel seperti, ketinggian dan debit terhadap efisiensi pompa. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah fluida yang di gunakan hanya air (H<sub>2</sub>O). Serta Tidak menghitung efisiensi rotor pada pompa. Pada penelitian ini hal pertama yang dilakukan adalah mencari *literature*, selanjutnya mempersiapkan beberapa alat-alat penunjang, seperti tempat penampungan air yang sudah diketahui volume, alat ukur, pipa dengan panjang yang bervariasi, dan lain-lain. Pada penelitian ini dilihat pengaruh beban ketinggian pipa terhadap efisiensi sistem pompa.

## 2. Dasar Teori /Material dan Metodologi/perancangan

### 2.1 Properti Fluida

Kerapatan (density)  $\rho$  suatu zat adalah ukuran untuk konsentrasi zat tersebut dan dinyatakan dalam massa per satuan volume.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.1)$$

Laju aliran massa adalah laju massa fluida yang mengalir setiap detik. Laju aliran massa dapat diketahui dengan persamaan dibawah ini:

$$\dot{m} = \rho \cdot V \cdot A \quad (2.2)$$

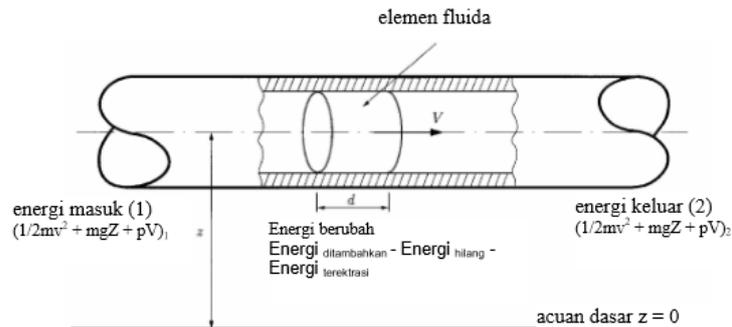
Laju aliran fluida adalah volume fluida yang dikeluarkan setiap detiknya. Laju aliran fluida dapat diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$Q = A \cdot V \quad (2.3)$$

## 2.2 Persamaan Bernoulli

Secara sederhana persamaan bernoulli dapat dirumuskan sebagai, berikut :

$$\text{Energi}_{\text{masuk}} + \text{Energi}_{\text{berubah}} = \text{Energi}_{\text{keluar}}$$



Gambar 2.2 Perubahan energi pada saluran [5]

Energi berubah pada persamaan diatas dapat disebut juga dengan  $E_{\text{loss}}$  (energi hilang).

$$\text{Energi}_{\text{masuk}} + (- \text{Energi}_{\text{loss}}) = \text{Energi}_{\text{keluar}}$$

$$\left[ W + mgh + \frac{mv^2}{2} \right]_{\text{masuk}} - E_{\text{loss}} = \left[ W + mgh + \frac{mv^2}{2} \right]_{\text{keluar}} \quad (2.4)$$

Ini adalah bentuk lain dari persamaan bernoulli dalam persamaan “daya” (watt)

$$\left[ \dot{W} + \frac{\dot{m}v^2}{2} + \dot{m}gh \right]_1 = \left[ \dot{W} + \frac{\dot{m}v^2}{2} + \dot{m}gh \right]_2 \quad (2.9)$$

## 2.3 Head pompa

Head pompa adalah adalah energi per satuan berat yang harus disediakan untuk mengalirkan sejumlah zat cair yang direncanakan sesuai dengan kondisi instalasi pompa, atau tekanan untuk mengeluarkan zat cair dalam satuan meter. Menurut persamaan *bernoulli*, ada tiga macam *head* (energi) fluida dari sistem instalasi air, yaitu energi tekanan, energi kinetik, dan energi potensial.

$$H_{\text{pompa}} = \left[ \Delta h + \Delta \frac{v^2}{2g} + \Delta \frac{p}{\rho g} \right] + H_{\text{losses}} \quad (2.12)$$

## 2.4 Head kerugian (loss)

*Head* kerugian yaitu *head* untuk mengatasi kerugian-kerugian yang terdiri dari kerugian gesek aliran di dalam perpipaan (Major), dan *head* pada belokan-belokan pada pipa, percabangan, dan perkatupan (Minor)

$$H_{\text{Loss}} = H_{\text{major}} + H_{\text{minor}} \quad (2.13)$$

Aliran fluida cair yang mengalir di dalam pipa adalah fluida viskos sehingga faktor gesekan fluida dengan dinding pipa tidak dapat diabaikan., *head* ini juga sering disebut *head* major loss. Berikut persamaan *head* loss yang ditimbulkan akibat gesekan di dalam pipa :

$$h_{l\ major} = f \frac{L v^2}{D 2g} \quad (2.14)$$

Pada aliran laminar, nilai faktor gesek tidak bergantung pada kekasaran dinding pipa, faktor gesek hanya fungsi dari dari bilangan *reynold* :

$$f = \frac{64}{Re} \quad (2.15)$$

Untuk mencari jenis aliran pada sistem perpipaan, di cari bilangan *reynold* nya terlebih dahulu.

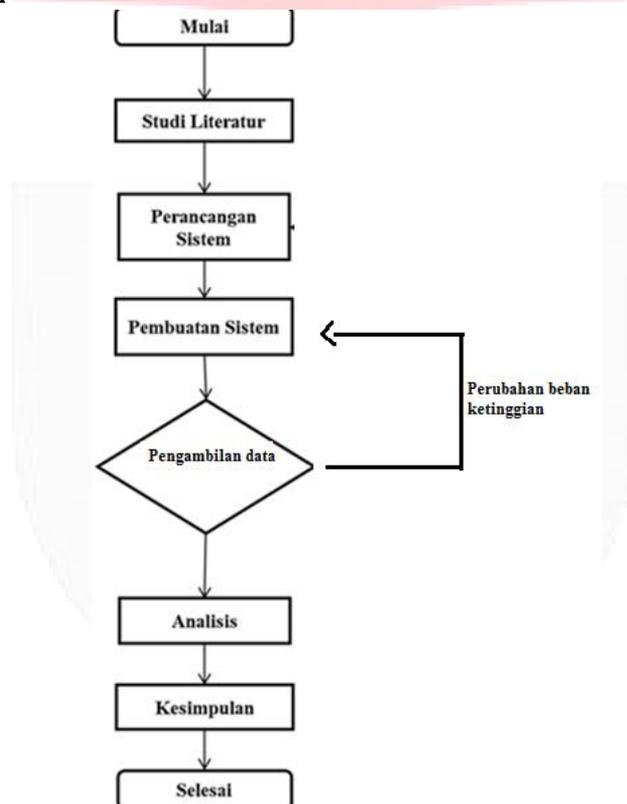
$$Re = \frac{v_{avg} D}{\nu} = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (2.17)$$

Kerugian head jenis ini terjadi karena aliran fluida mengalami gangguan aliran sehingga mengurangi energi alirnya, head ini juga sering disebut head loss minor. . Jumlah loss yang hilang adalah kecil jika dibandingkan dengan total loss. *Minor loss* secara sederhana dapat dihitung dari persamaan :

$$h_{l\ minor} = K_l \frac{v^2}{2g} \quad (2.18)$$

### 3. Pembahasan

#### 3.1 Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

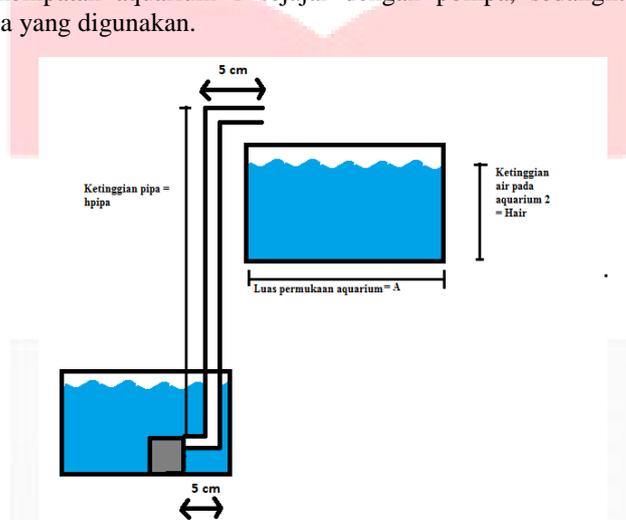
Berikut adalah penjelasan dari diagram alir :

1. Studi literatur merupakan tahap yang digunakan untuk mendapatkan informasi-informasi terkait penelitian yang akan dilakukan dari Tugas Akhir ini dengan berbagai referensi yang telah ada, agar peneliti memiliki wawasan yang luas terkait penelitian yang akan dilakukan.
2. Perancangan sistem merupakan tahapan yang dilakukan peneliti untuk merancang sistem perpompaan, seperti penempatan pompa, pipa, dan tempat penampungan air.
3. Pembuatan sistem merupakan tahapan yang dilakukan peneliti untuk memrealisasikan apa yang sudah dirancang penulis

4. Pengambilan data merupakan tahapan pengambilan data-data yang dibutuhkan seperti volume air, debit dan laju. Untuk selanjutnya data-data tersebut diolah sehingga mendapatkan efisiensi pompa.
5. Analisis merupakan tahapan menganalisis hasil perhitungan yang penulis hitung dengan data-data perhitungan yang sebelumnya sudah diperoleh dari tahap pengujian sistem.
6. Tahapan yang terakhir adalah penarikan kesimpulan dari hasil analisis yang sudah dilakukan.

### 3.2 Tahap perancangan sistem

Pada pengukuran efisiensi sistem perpompaan ini, penulis menyesuaikan *head* maksimal pompa untuk menentukan desain dari sistem ini. Pompa yang digunakan penulis memiliki *head* yang tercantum dikemasannya sebesar 2.5 meter untuk pompa 1 dan 3,2 meter untuk pompa 2. tetapi saat penulis gunakan pompa tersebut hanya dapat mengalirkan air pada ketinggian maksimal 2.25 meter untuk pompa 1 dan 3 meter untuk pompa 2, lebih dari 2.25 meter dan 3 meter pompa tidak dapat mengalirkan air. Pipa yang penulis gunakan berjumlah 14 pipa berbahan plastik, dengan 2 pipa mempunyai panjang 0,05 meter, 2 pipa tersebut diletakan secara horizontal pada ketinggian awal dan ketinggian akhir. Sedangkan 9 pipa yang lainnya mempunyai panjang 0.25 meter sampai dengan 3 meter (kelipatan 0.25 meter). Tempat penampungan air yang penulis gunakan adalah 2 aquarium dengan ukuran 0.28 m x 0.175 m x 0.3 m. Penempatan aquarium 1 sejajar dengan pompa, sedangkan penempatan aquarium 2 menyesuaikan panjang pipa yang digunakan.



Gambar 3.2 Skema perancangan sistem perpompaan

### 3.3 Tahap pengambilan data

Mengukur daya listrik yang masuk ke pompa menggunakan wattmeter. Dengan cara mengukur tegangan dan arus yang masuk ke pompa, lalu tegangan dan arus yang didapat tersebut dikalikan, sehingga didapat satuan yang diinginkan, yaitu watt.

$$W = V \cdot I \quad (3.1)$$

Pada spesifikasi pompa head yang tertulis ialah 2.5 dan 3.2 meter, tetapi ketika dilakukan percobaan dengan beban head lebih dari 2.25 dan 3 meter, pompa tidak kuat mengalirkan fluida. Sehingga ditentukan beban maksimal nya sebesar 2.25 meter untuk pompa 1 dan 3 meter untuk pompa 2. Lalu beban divariasikan sebanyak 9 beban dengan kelipatan 0.25 meter untuk pompa 1 dan .12 beban dengan kelipatan 0.25 meter untuk pompa 1.

Pada percobaan ini, dilakukan 3 kali pengambilan data pada tiap beban ketinggian. Dengan setiap percobaan ditetapkan waktu selama 15 sekon. Waktu dimulai ketika pompa dinyalakan dan berhenti ketika stopwatch menunjukkan waktu 15 sekon.

Ketika stopwatch menunjukkan angka 15 sekon, pompa dimatikan, lalu dengan menggunakan penggaris, dilihat ketinggian air yang tertampung di aquarium 2. Setelah data ketinggian air di aquarium didapat dan luas alas aquarium diketahui, maka dapat dicari volume air yang tertampung menggunakan persamaan :

$$V = A \cdot H_{\text{air}} \quad (3.1)$$

Setelah didapat volume air, maka dapat dihitung debit dengan menggunakan persamaan 2.3 dan laju massa dengan persamaan 2.2. Jika laju massa sudah didapat maka selanjutnya daya keluaran potensial dan daya keluaran kinetik pada setiap beban ketinggian dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$W_{\text{out}} = \frac{mV^2}{2} + mgh \quad (3.2)$$

Data-data tersebut juga digunakan dalam perhitungan *headloss* yang terjadi pada sistem perpompaan ini.

Pada tahap pengambilan data, setiap beban ketinggian diukur sebanyak 3 kali, dengan jumlah beban ketinggian sebanyak 9 beban ketinggian sehingga data berjumlah 27 data untuk pompa 1. Dan 12 beban ketinggian sehingga data berjumlah 36 data untuk pompa 2.

### 3.6. Tahap perhitungan Headloss

Pada pengukuran ini, aliran fluida yang dihasilkan adalah aliran laminar dengan nilai reynolds dibawah 2300. Sedangkan untuk *head minor* pada pengukuran ini di pengaruhi oleh belokan pada pipa. Untuk mencari *head minor* dapat menggunakan persamaan 2.18. Pada perhitungan ini  $K_l$  merupakan konstanta kerugian pada *fitting*, Pada percobaan ini belokan pipa yang digunakan adalah *short radius elbow*, dengan nilai  $K_l$  0,9 sebanyak 2 belokan.

Setelah *head mayor* dan *head minor* diketahui nilainya, maka total *head* pada tiap data juga dapat diketahui . Total *head* merupakan hasil penjumlahan dari *head mayor* dan *head minor*, dapat dicari menggunakan persamaan 2.21. Nilai *head loss* yang didapat adalah dalam satuan meter. Maka untuk memudahkan perhitungan, penulis merubah satuan meter menjadi watt.

### 3.6. Tahap perhitungan Efisiensi

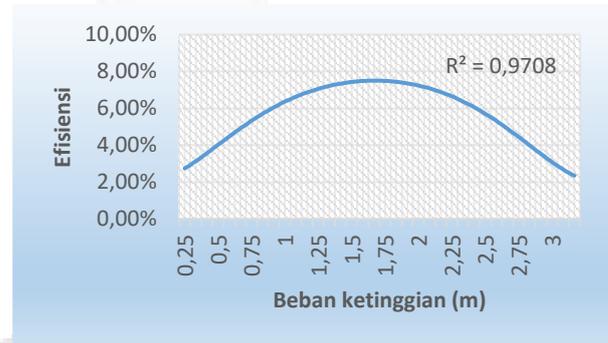
Efisiensi pompa adalah perbandingan daya yang diberikan pada pompa kepada fluida dengan daya yang diberikan listrik kepada pompa. Daya yang diberikan pada pompa oleh listrik diukur menggunakan wattmeter, daya ini penulis sebut dengan  $W_{in}$  (daya masuk).. Sedangkan untuk mengukur  $W_{out}$  menggunakan persamaan Bernaulli 2.9 dengan satuan watt. Volume air yang tertampung pada aquarium 2 dapat dicari dengan menggunakan persamaan 3.1 Setelah volume air didapat, maka debit air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3. Langkah berikutnya menghitung laju massa ( $\dot{m}$ ), dengan menggunakan persamaan 2.2. Massa jenis yang digunakan adalah massa jenis air ( $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ) Setelah beberapa variabel di ketahui,  $W_{out}$  dari pompa dapat dihitung menggunakan persamaan 3.2 Jika kedua nilai ( $W_{in}$  dan  $W_{out}$ ) maka efisiensi dapat diketahui dengan rumus

$$\eta = \frac{W_{out}}{W_{in}} \quad (3.3)$$

### 3.2 Hasil dan analisis

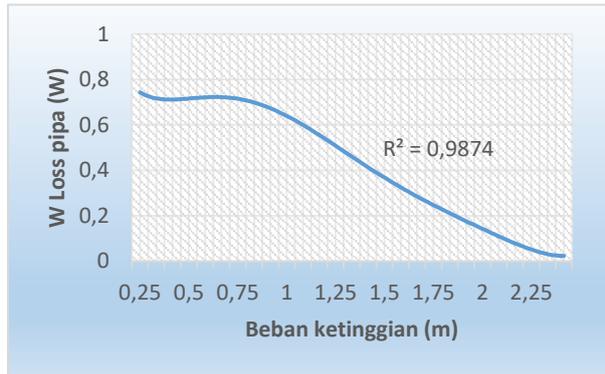


Grafik 4.1 Nilai Efisiensi pompa 1.

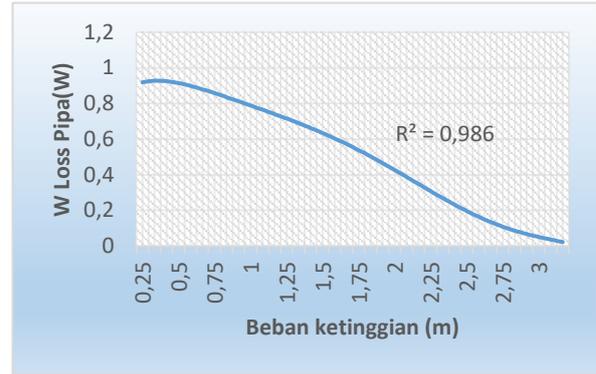


Grafik 4.2 Nilai Efisiensi pompa 2

Pada grafik 4-1, dapat dilihat hubungan efisiensi pompa terhadap beban ketinggian berbentuk parabola. Pada ketinggian awal, yaitu ketinggian 0,25 meter efisiensi pompa terus meningkat sampai dengan ketinggian 1,25 m, pompa mempunyai efisiensi maksimum sebesar 4,72% sampai 5,13%. Setelah melewati ketinggian 1,25 m, efisiensi pompa menurun menjadi 1,68% yang merupakan efisiensi minimum. Tingkat ketelitian pada pengukuran ini adalah 95,21 %, dengan error sekitar 4,79%. Pada grafik 4-2, dapat dilihat hubungan efisiensi pompa terhadap beban ketinggian berbentuk parabola. Pada ketinggian awal, yaitu ketinggian 0,25 meter efisiensi pompa terus meningkat sampai dengan ketinggian 1,5 m, pompa mempunyai efisiensi maksimum sebesar 7,8%. Setelah melewati ketinggian 1,25 m, efisiensi pompa menurun menjadi 2,54% yang merupakan efisiensi minimum. Tingkat ketelitian pada pengukuran ini adalah 97,08 %, dengan error sekitar 2,92%.

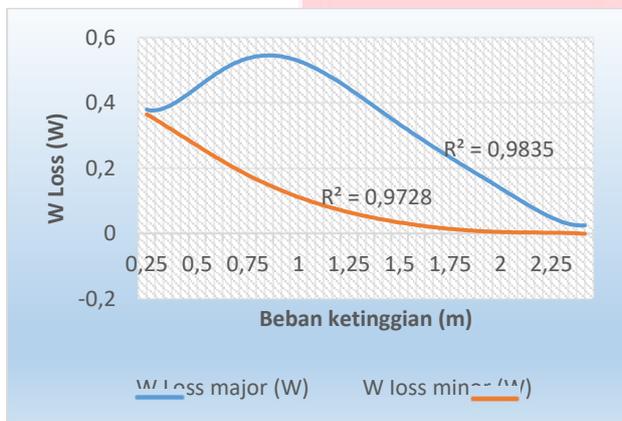


Grafik 4.3 Daya loss pipa pada pompa 1

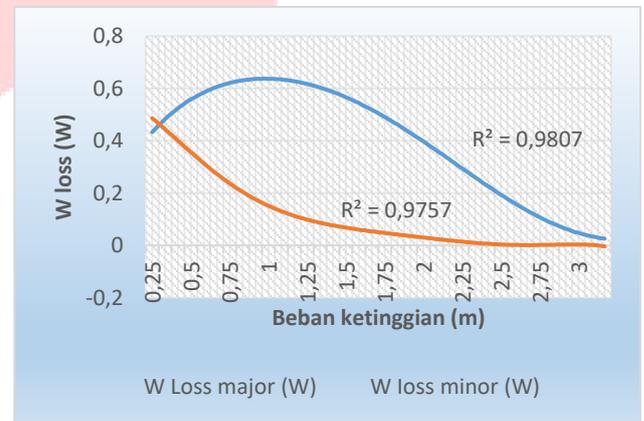


Grafik 4.4 Daya loss pipa pada pompa 2

Pada grafik 4-3 dan grafik 4-4, dapat dilihat hubungan antara daya *loss* pada pipa terhadap beban ketinggian. Pada data tersebut menunjukkan semakin besar beban ketinggian menghasilkan lebih sedikit daya *loss*. Daya *loss* bergantung dengan nilai kecepatan. Semakin besar beban ketinggian, maka kecepatan aliran fluida semakin kecil, hal ini menyebabkan nilai daya *loss* semakin kecil juga.



Grafik 4.5 Daya loss major dan minor pompa 1



Grafik 4.6 Daya loss major dan minor pompa 2

Pada grafik 4-5 dan grafik 4-6, dapat dilihat hubungan perbandingan antara daya *loss major* dengan daya *loss minor* pada pipa terhadap beban ketinggian. Nilai daya *loss major* lebih besar dibandingkan dengan daya *loss minor*, pada pengukuran ini, nilai *loss minor* ini disebabkan oleh koefisien belokan. Belokan yang terdapat di pengukuran ini berjumlah 2. Sedangkan nilai *major* dipengaruhi dan berbanding lurus dengan nilai panjang pipa dan kecepatan alir fluida.

#### 4 Kesimpulan

Pompa memiliki efisiensi yang tidak konstan, tetapi berbentuk seperti fungsi parabola, bergantung dengan nilai ketinggian yang dibebankan. Dan itu berarti nilai total head yang dicantumkan dalam pompa tidak sesuai dengan hasil percobaan. Nilai headloss berbanding lurus dengan nilai kecepatan alir fluida, serta berbanding terbalik dengan nilai beban ketinggian sedangkan nilai efisiensi berbanding lurus dengan nilai debit yang dihasilkan.

#### Daftar Pustaka:

- [1] Cengel, Y.A., & Cimbala, J.M. (2006). Fluids Mechanics Fundamentals and Applications. New York : McGraw-Hill Companies.
- [2] Igor. J. Karassik, Joseph P. Messina, Paul Cooper, Charles C. Heald. 2001. Pump Handbook. Third Edition. McGraw-Hill Book Co. New York.
- [3] Karnowo, Anis Samsudin. 2008. "Bahan Ajar Dasar Pompa". Universitas Negeri Semarang (di akses dari internet tanggal 20 Juli 2018).
- [4] UNEP. 2006. Pedoman Efisiensi Energi Untuk Industri. Peralatan Energi Listrik : Pompa dan Sistem Pemompaan (di akses dari internet tanggal 20 Juli 2018).