

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pompa sentrifugal

Pompa adalah alat yang berfungsi untuk mengalihkan cairan dari satu lokasi ke lokasi lainnya dengan cara meningkatkan tekanan dari cairan tersebut. Pompa sentrifugal dilengkapi dengan impeler yang memindahkan fluida dari tingkat rendah ke tingkat yang lebih tinggi. Energi eksternal diberikan ke poros pompa untuk memutar impeller dalam fluida. Dengan demikian, fluida yang berada di dalam impeller akan ikut berputar karena dorongan dari sudu-sudunya. Ketika gaya sentrifugal muncul, fluida mengalir dari pusat impeler menuju saluran di antara sudu-sudu. Pada proses ini, tekanan fluida mengalami peningkatan. Begitu juga, kecepatan fluida semakin meningkat karena adanya percepatan yang dialami. Fluida yang keluar dari impeler ditampung oleh saluran berupa volut (spiral) yang mengelilingi impeler dan dialirkan keluar pompa melalui nosel. Di dalam nosel, sebagian dari kecepatan aliran diubah menjadi tekanan. Dengan demikian, impeler berperan menambah energi pada fluida, sehingga energinya meningkat. Selisih energi per unit berat atau total head fluida antara flens isap dan flens keluar pompa disebut sebagai total head pompa. (Ratnawati, Tires, Anoi, & Yani, 2022)

Pompa memiliki banyak fungsi dan dapat membantu dalam proses produksi, baik untuk industri besar maupun untuk kebutuhan rumah tangga. Dalam industri, pompa sentrifugal juga berperan dalam produksi gula. Terdapat beragam jenis pompa yang tersedia di pasaran, dan dengan banyaknya penggunaan pompa, pengujian diperlukan untuk mengevaluasi efisiensi pompa. Pompa sentrifugal adalah salah satu pompa yang paling banyak digunakan di keluarga. Pompa sentrifugal adalah pompa penghantar fluida yang prinsip kerjanya mengubah *energy* kinetik (kecepatan) suatu zat cair menjadi *energy* potensial (dinamis) melalui impeller yang juga berputar dalam suatu wadah. Umumnya, jika pompa memiliki daya dorong yang kuat dan hisap yang dalam, dianggap memiliki kualitas disesuaikan dengan kebutuhan. Bahkan dapat dikatakan keberadaan pompa tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan industri. Dengan yang baik. Secara umum, daya

dorong pompa disebut Head pompa. Semakin tinggi head, semakin besar daya yang dihasilkan oleh pompa. (Supendi & Fitri , 2022)

2.2 Komponen Komponen Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal telah banyak digunakan di berbagai macam industri seperti minyak dan gas, pertanian, kimia, dan sektor –sektor lainnya umumnya pompa ini tersusun atas beberapa bagian penting yaitu: (Ranggatama & Pranoto, 2020)

1) *Casing*



Gambar 2.1 *Casing* Pompa Sentrifugal

Casing biasanya berbentuk seperti cangkang atau rumah pompa, berfungsi untuk melindungi bagian dalam pompa dan mengarahkan aliran fluida. Tugas utama *Casing* adalah untuk menahan dan mengatur aliran fluida yang keluar dari *impeller*.

Fungsi Utama *Casing* Pompa Sentrifugal

a) Mengatur Aliran Fluida

Casing mengumpulkan aliran fluida dari *impeller* dan mengarahkannya ke saluran keluar (*discharge*) pompa. Bentuk *Casing* yang terdesain khusus membantu dalam menjaga tekanan dan aliran fluida secara efisien.

b) Melindungi Komponen *Internal*

Casing juga berfungsi sebagai pelindung bagi komponen *internal* pompa dari kerusakan yang disebabkan oleh lingkungan luar, seperti benturan atau korosi.

c) Meningkatkan Tekanan

Casing berperan dalam meningkatkan tekanan fluida dengan mengonversi *energy* kecepatan yang diberikan *impeller* menjadi *energy* tekanan. Proses ini dikenal sebagai difusi.

2) *Volute*

Volute berbentuk seperti spiral atau cangkang melingkar, adalah salah satu bagian penting dari *Casing* pompa sentrifugal. *Volute* memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi kerja pompa sentrifugal dan mengatur dan mengontrol aliran fluida. Berikut adalah penjelasan rinci tentang *volute* pompa sentrifugal.

Fungsi Utama *Volute* pada Pompa Sentrifugal:

- a) Mengubah *Energy* Kinetik Menjadi *Energy* Tekanan
- b) Mengumpulkan Aliran dari *Impeller* dan Mengarahkan ke *Discharge*
- c) Mengurangi Gaya Radial pada *Impeller*

Prinsip Kerja *Volute* dalam Pompa Sentrifugal:

- a) Ketika *impeller* berputar, fluida terdorong keluar ke arah *Casing* dengan kecepatan tinggi. Di sinilah *volute* berperan.
- b) Bagian *volute* yang melebar secara bertahap (bentuk spiral) memungkinkan fluida melambat, sehingga *energy* kinetik berkurang dan diubah menjadi tekanan.
- c) Proses difusi ini (pengubahan kecepatan menjadi tekanan) berlangsung saat fluida bergerak dari sisi *impeller* menuju area yang lebih luas di dalam *volute*.

3) *Discharge Nozzle*

Nozzle, berfungsi sebagai saluran keluaran untuk fluida yang telah dipompa dari *impeller* dan melewati *Casing*, mengarahkan aliran fluida dari pompa ke sistem pipa atau saluran distribusi yang membawa fluida ke lokasi yang dimaksud. Penjelasan lengkap tentang *discharge nozzle* pompa sentrifugal tersedia di sini:

Fungsi Utama *Discharge Nozzle*

- a) Mengalirkan Fluida dari Pompa.
- b) Mengontrol Laju Aliran dan Tekanan
- c) Membantu Mengurangi Getaran
- d) Mengurangi Kehilangan *Energy*

Komponen dan Desain Discharge Nozzle

- a) Diameter *Nozzle*
- b) Sudut *Nozzle*
- c) Orientasi *Nozzle*

Material Discharge Nozzle

Material *discharge nozzle* biasanya disesuaikan dengan jenis fluida yang dipompa dan kondisi operasi. Material umum yang digunakan meliputi:

- a) Besi Cor atau Baja Karbon: Cocok untuk fluida yang bersih dan non-korosif.
- b) *Stainless Steel*: Umum digunakan untuk fluida korosif atau untuk industri yang memerlukan kebersihan, seperti makanan dan farmasi.
- c) Plastik atau Bahan Komposit: Digunakan untuk fluida yang sangat korosif atau kondisi di mana logam konvensional dapat cepat terdegradasi.

Cara Kerja *Discharge Nozzle* dalam Pompa Sentrifugal

- a) Aliran dari *Impeller* ke *Casing*

Ketika fluida melewati *impeller*, ia bergerak dengan *energy* kinetik tinggi ke *Casing* pompa, di mana sebagian *energy* ini dikonversi menjadi tekanan.

- b) Keluar melalui *Discharge Nozzle*

Fluida bertekanan tinggi kemudian diarahkan ke *discharge nozzle*, yang mengendalikan dan mengarahkan aliran ke luar dari pompa ke saluran distribusi. Desain *nozzle* akan memastikan aliran tetap stabil dan sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.

c) Transisi ke Sistem Pipa atau Saluran Distribusi

Fluida kemudian dialirkan dari discharge *nozzle* ke sistem pipa utama, di mana fluida bergerak menuju lokasi yang diinginkan, baik untuk aplikasi industri, proses produksi, atau distribusi.

4) *Suction nozzle*

Suction nozzle adalah komponen pada pompa sentrifugal yang berfungsi sebagai saluran masuk (*inlet*) untuk fluida yang akan dipompa. Melalui *suction nozzle*, fluida mengalir dari sumber atau tangki ke *impeller*, di mana proses peningkatan *energy* kinetik dan tekanan terjadi. Desain *suction nozzle* yang tepat sangat penting untuk memastikan aliran fluida masuk secara lancar, tanpa hambatan atau gangguan yang dapat menurunkan efisiensi pompa.

Fungsi Utama *Suction Nozzle*

- a) Mengalirkan Fluida ke *Impeller*
- b) Mengatur Tekanan Masuk Fluida
- c) Mengurangi Kehilangan *Energy*
- d) Mengatur Aliran Fluida

5) *Impeller*



Gambar 2.2 *Impeller*

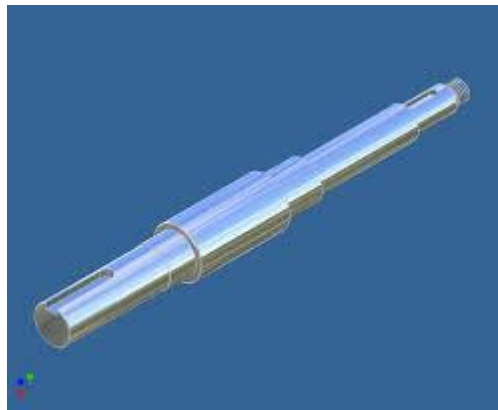
Impeller adalah komponen utama dalam pompa sentrifugal yang berfungsi untuk mentransfer *energy* dari motor penggerak ke fluida. Dengan putaran yang cepat, *impeller* menghasilkan gaya sentrifugal yang mendorong fluida keluar dari pusat *impeller* menuju *Casing* pompa, meningkatkan

tekanan dan laju aliran fluida. *Impeller* adalah elemen penting yang menentukan kinerja dan efisiensi pompa sentrifugal.

Fungsi Utama Impeller

- a) Mentransfer *Energy* ke Fluida
- b) Menghasilkan Gaya Sentrifugal
- c) Mengontrol Laju Aliran dan Tekanan

6) *Shaft*/Poros



Gambar 2.3 *Shaft*/Poros Pompa Sentrifugal

Shaft atau poros adalah komponen penting dalam pompa sentrifugal yang berfungsi sebagai penghubung antara *impeller* dan motor penggerak. *Shaft* mentransmisikan tenaga mekanik dari motor ke *impeller* sehingga *impeller* dapat berputar dan mentransfer *energy* ke fluida. *Shaft* dirancang untuk menahan beban putaran dan gaya yang dihasilkan selama operasi pompa.

Fungsi Utama Shaft dalam Pompa Sentrifugal

- a) Mentransmisikan Tenaga dari Motor ke *Impeller*
- b) Menjaga Keseimbangan dan Stabilitas *Impeller*
- c) Menahan Gaya Aksial dan Radial

7) *Bearing*/Bantalan



Gambar 2.4 *Bearing*/Bantalan Pompa Sentrifugal

Bearing atau bantalan adalah komponen penting dalam pompa sentrifugal yang berfungsi untuk mendukung dan menyeimbangkan *shaft* (poros) selama beroperasi. *Bearing* mengurangi gesekan antara *shaft* dan *Casing*, menjaga stabilitas poros, serta meminimalkan getaran. Dengan adanya *Bearing*, *shaft* dapat berputar secara halus dan efisien, sehingga pompa bekerja dengan optimal dan memiliki umur pakai yang lebih panjang.

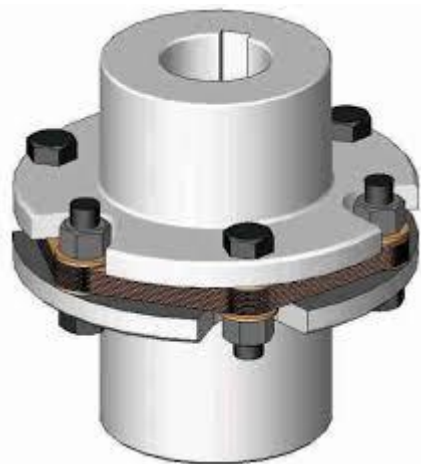
Fungsi utama *Bearing* ada pompa sentrifugal:

- a) Menahan shift dan mengurangi gesekan
- b) *Bearing* menahan *shaft* dan mengurangi gesekan antara *shaft* yang berputar dan komponen pompa lainnya. Dengan mengurangi gesekan, *Bearing* memastikan poros bisa berputar dengan lancar dan efisien, yang membantu mengurangi panas yang dihasilkan selama operasi.
- c) Dalam pompa sentrifugal, *Bearing* dirancang untuk menahan dua jenis gaya: gaya aksial (gaya sejajar sumbu poros) dan gaya radial (gaya tegak lurus sumbu poros). Gaya ini timbul karena tekanan fluida, putaran *impeller*, serta berat komponen yang berputar.
- d) *Bearing* membantu menjaga posisi *shaft* tetap stabil dan lurus saat berputar. Ini penting agar *impeller* tetap berada di posisi yang benar

dalam *Casing*, sehingga efisiensi pompa tetap optimal dan getaran serta kebisingan berkurang.

- e) Dengan mendukung *shaft* secara stabil, *Bearing* mengurangi getaran dan kebisingan yang bisa terjadi selama operasi pompa. Hal ini juga membantu memperpanjang umur komponen lain dalam pompa.

8) Kopling



Gambar 2.5 Koplin Pompa Sentrifugal

Kopling (*coupling*) adalah komponen penting dalam pompa sentrifugal yang berfungsi untuk menghubungkan motor penggerak dengan *shaft* (poros) pompa. Kopling mentransmisikan tenaga dari motor ke poros tanpa mengubah kecepatan atau arah putaran. Kopling juga membantu menyelaraskan posisi antara motor dan pompa serta mengurangi efek getaran, yang dapat memperpanjang umur komponen dan meningkatkan efisiensi kerja pompa.

Fungsi Utama Kopling dalam Pompa Sentrifugal

- a) Mentransmisikan Tenaga dari Motor ke Poros
- b) berputar pada kecepatan yang dibutuhkan untuk memompa fluida.
- c) Mengurangi Getaran dan Guncangan
- d) Mengkompensasi Ketidak sejajaran
- e) Mempermudah Pemeliharaan dan Perawatan

9) *Packing & Seal*



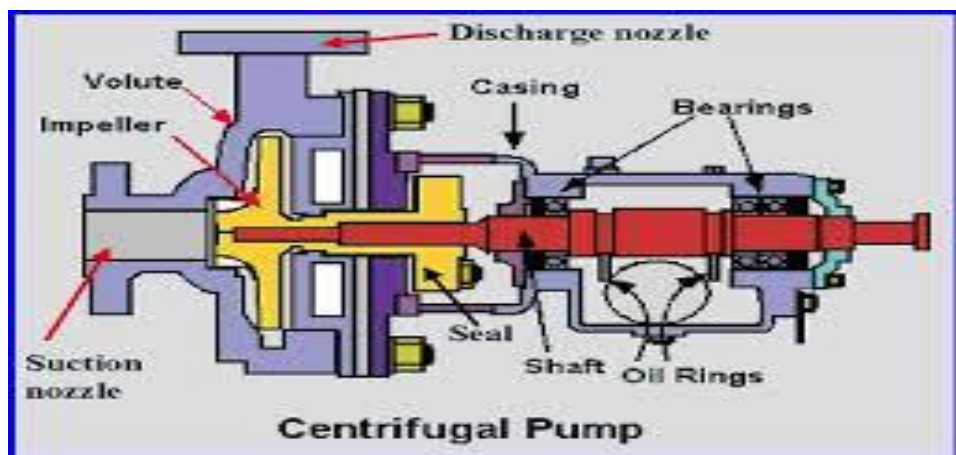
Gambar 2.6 *Packing dan Seal* Pompa Sentrifugal

Packing dan seal adalah komponen penting dalam pompa sentrifugal yang berfungsi untuk mencegah kebocoran fluida dari pompa, khususnya di area antara *shaft* (poros) dan *Casing* pompa. Kebocoran ini bisa merugikan efisiensi operasional pompa dan menyebabkan kerusakan atau kehilangan fluida. Packing dan seal bertugas menjaga integritas sistem pompa dan meningkatkan keamanannya dalam berbagai aplikasi.

Fungsi Utama *Packing dan Seal*

- a) Mencegah Kebocoran Fluida
- b) Menjaga Tekanan dalam Pompa
- c) Meningkatkan Keamanan Operasional
- d) Mengurangi Keausan pada *Shaft*

10) Sistem *Lubrikasi*



Gambar 2.7 Sistem Lubrikasi Pompa Sentrifugal

Pompa adalah salah satu dari mesin fluida yang termasuk kedalam golongan mesin kerja. salah satu jenis dari pompa yaitu pompa sentrifugal, Pompa Sentrifugal atau centrifugal pumps adalah pompa yang mempunyai elemen utama yaitu berupa motor penggerak dengan impeller yang berputar dengan kecepatan tinggi. Pompa sentrifugal telah banyak digunakan di berbagai macam industri seperti minyak dan gas, pertanian, kimia, dan sektor - sektor lainnya umumnya pompa ini tersusun atas beberapa bagian penting yaitu:

- a) *Casing*
- b) *Impeller*
- c) *Shaft/Poros*
- d) *Bearing/Bantalan*
- e) *Kopling*
- f) *Packing & Seal*
- g) *Sistem Lubrikasi*

2.2.1 Karakteristik Pada Performa Pompa Sentrifugal

Karakteristik pada pompa mengacu pada performa pompa saat beroperasi berdasarkan tiga karakteristik penting yaitu tekanan atau *head*, kerugian gesekan, dan aliran sepanjang sistem pemompaan. Karakteristik pompa dapat direpresentasikan dengan suatu kurva yang diperoleh berdasarkan sifat pompa saat beroperasi pada kondisi operasi yang berbeda. Kurva tersebut dinamakan kurva karakteristik performa pompa. (Septiani, Rozi, & Kiono, 2023)

2.2.2 Prinsip Kerja Pompa Sentrifugal

Fluida terhisap melalui sisi isap, karena tekanan pada pompa lebih kecil dari pada tekanan atmosfer, kemudian masuk dan ditampung di dalam rumah keong. Karena adanya putaran *impeller*, maka fluida keluar melalui sisi buang dengan arah radial. Bagian-bagian pompa sentrifugal:

1. *Impeller* Untuk menghisap fluida dari sisi isap dan menekannya dalam arah aksial ke sisi buang.

2. Sudu Bagian impeller yang berfungsi untuk menggerakkan fluida sehingga menghasilkan gaya sentrifugal pada fluida.
3. *Casing* Disebut juga rumah keong, berfungsi menampung cairan yang terlempar dari sudu-sudu impeller. (Wasiran, Yudisworo, & Prihastuty, 2022)

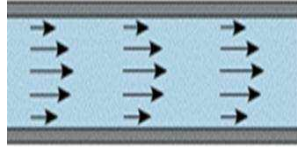
2.3 Prestasi Pompa Sentrifugal

Alat pengujian kinerja pompa merupakan perangkat yang digunakan untuk melakukan evaluasi terhadap pompa. Dalam menentukan spesifikasi dari komponen alat pengujian kinerja pompa, perhitungan dan perencanaan harus dilakukan dengan teliti agar alat dapat beroperasi dengan efisien dan akurat, serta memastikan semua bagian berfungsi dengan optimal dan seakurat mungkin. Sebagai ilustrasi, jika pemilihan instrumen pengukur tidak dilakukan dengan cermat, maka alat pengukur yang digunakan mungkin tidak dapat memberikan pembacaan yang akurat dalam pengujian, baik disebabkan oleh skala yang tidak sesuai, apakah itu terlalu besar atau terlalu kecil. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan pilihan komponen alat pengujian kinerja pompa melalui penerapan persamaan Bernoulli. Dengan pendekatan ini, performa pompa dapat dievaluasi pada alat pengujian. Untuk memahami pompa dan sistem pemompaannya memerlukan pengujian dengan alat yang disebut pump test kit. Dalam pipa, aliran fluida mempunyai karakteristik struktur aliran internal (dalam pipa), aliran fluida sangat dipengaruhi oleh kecepatan aliran rata-rata, kepadatan, kekentalan, dan ukuran diameter. Laju fluida, baik itu cairan atau gas, di dalam pipa dapat dibedakan menjadi laminar atau turbulen. Penjelasan tentang aliran laminar dan turbulen adalah sebagai berikut:

2.3.1 Aliran fluida

Dikenali melalui pergerakan paralel dari partikel-partikel fluida, di mana garis alirannya tampak mulus. Aliran laminar bersifat stabil, yang artinya aliran tetap, menunjukkan bahwa laju aliran seragam di seluruh bagian aliran, atau laju aliran tidak bervariasi dari waktu ke waktu. Aliran laminar

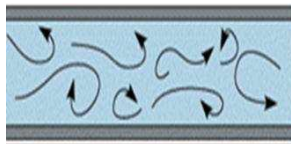
memiliki nilai bilangan $Re < 2000$. Contoh aliran laminar dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 2.8 Aliran Laminer

2.3.2 Aliran Turbulen

Pergerakan partikel dalam cairan berlangsung secara acak dan tidak teratur di dalam waktu dan ruang. Ketika kecepatan aliran relatif tinggi, hal ini akan menciptakan aliran yang tidak laminar, melainkan lebih ompleks, di mana jalur pergerakan partikel tidak teratur satu sama lain. Turbulensi ini dihasilkan oleh gaya viskositas dan gerakan lapisan cairan yang berdampingan dengan kecepatan yang berbeda. Aliran turbulen memiliki bilangan Re kurang dari 4000.



Gambar 2.9 Aliran Turbulen

2.4 Komponen pada instalasi pipa

Komponen dalam pemasangan pompa memainkan peran kunci dalam sistem pompa, di mana komponen-komponen yang harus ada dalam instalasi khususnya di jaringan perpipaan dan perangkat uji tekanan adalah sebagai berikut:

- A. Pipa *PVC*.
- B. Alat pengukur tekanan.
- C. Alat pengukur vakum tekanan.
- D. Katup.
- E. Meter air.

Untuk penjelasan ringkas tentang pemasangan komponen pada pipa adalah sebagai berikut:

2.4.1 **Pipa *PVC***

Pipa *PVC* (*polivinil klorida*) adalah produk termoplastik yang pertama kali digunakan untuk pipa, dan pipa *PVC* merupakan jenis pipa yang paling banyak digunakan.



Gambar 2.10 Pipa PVC

2.4.2 **Pressure *Gauge***

Alat pengukur tekanan adalah instrumen yang memanfaatkan cairan untuk menentukan tingkat tekanan. Pengukur vakum dipakai untuk mengukur jenis tekanan ini. Perangkat pengukuran vakum terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu vakum tinggi dan vakum rendah, yang kadang juga mencakup vakum ultra tinggi. Satuan yang digunakan untuk alat ini umumnya meliputi psi, psf, mm/Hg, in/Hg, bar, atm, dan N/m². Saat memilih pressure gauge yang berkualitas, beberapa aspek penting harus dipertimbangkan, antara lain bahan, kapasitas maksimum, tingkat akurasi, dan ukuran dial..



Gambar 2.11 Pressure Gauge

2.4.3 **Vacuum Pressure**

Alat pengukur vakum adalah instrumen pneumatik yang berfungsi untuk mengukur tingkat kekosongan dalam mesin. Alat ini memperlihatkan selisih antara tekanan atmosfer luar dan tingkat vakum yang terukur pada saluran masuk udara. Seperti saat memilih pengukur tekanan, saat menentukan pengukur vakum yang berkualitas juga perlu

mempertimbangkan beberapa faktor, seperti: bahan, kapasitas maksimum, ketepatan, dan ukuran dial.



Gambar 2.12 *Pressure Vacuum*

2.4.4 Valve

Valve, atau lebih dikenal sebagai katup, dapat berfungsi sebagai alat yang mengontrol, mengarahkan, atau mengatur aliran dari berbagai jenis zat seperti gas, cairan, atau padatan yang terfluidisasi, melalui pembukaan, atau penutupan di sekitar jalur aliran. Dalam memilih ball valve, ada beberapa kriteria yang perlu dipertimbangkan, di antaranya adalah: Port, Kapasitas aliran, Kecepatan membuka dan menutup, Sealing, Tekanan, dan Biaya.



Gambar 2.13 *Valve*

2.4.5 Flowmeter

Flowmeter adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur aliran fluida atau cairan, dan bagi para profesional di bidang konstruksi, pertambangan, dan sejenisnya, perangkat ini sudah sangat familiar. Dalam aktivitas sehari-hari, kita menjumpai alat ukur ini pada berbagai perangkat seperti regulator gas, pompa air, dan pengukur gas PGN. Tujuan penggunaan

flow meter adalah untuk mendeteksi adanya aliran material termasuk cairan, gas, dan bubuk dalam suatu jalur alir, dengan mempertimbangkan setiap aspek dari aliran itu sendiri yang mencakup kecepatan aliran atau flow rate serta total massa atau volume material yang mengalir dalam periode tertentu, yang sering disebut totalizer.



Gambar 2.14 *Flowmeter*

2.5 Debit

Debit aliran merupakan salah satu parameter yang penting dalam menggunakan pompa sentrifugal. Untuk menghasilkan pompa dengan debit air yang tinggi maka selain menggunakan pompa dengan daya yang tinggi, maka dapat pula digunakan dua pompa atau lebih. Konfigurasi yang dapat digunakan adalah seri dan parallel. Untuk mengetahui karakteristik pompa dengan susunan seri dan parallel, maka diperlukan proses pengujian. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik debit aliran pompa sentrifugal dengan susunan seri dan parallel. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan putaran mesin 1500 –2500 rpm dan bukaan katup 25-100%. Pengukuran debit air dilakukan dengan mengamati tinggi air dan sudut wiermeter. Dengan menggunakan persamaan debit aliran untuk wiermeter maka debit aliran air dapat dihitung. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pompa dengan susunan seri menghasilkan debit aliran lebih tinggi dibandingkan dengan susunan parallel. Hal ini disebabkan oleh perbedaan tekanan seksi isap dan tekan pada pompa susunan seri lebih tinggi dibandingkan dengan susunan parallel. Selisih maksimum debit aliran pompa susunan seri dan paralel adalah sebesar 51.95%. Nilai ini lebih besar dari nilai toleransi sebesar 25% untuk pompa susunan seri dan paralel. (Herlambang, Djuwana, Astuti, & Yuhan, 2016)

$$Q = V/t.....(1)$$

Keterangan :

Q: debit air (m³/s)

V: volume air (m³)

T: waktu(s)

2.6 Tekanan

Pompa sentrifugal mampu mengalirkan fluida sehingga fluida mampu melewati hambatan dan menaikkan tekanan dengan cara mengonversikan *energy* mekanik menjadi tekanan atau *energy* mekanik, tekanan pada pompa meningkat sehingga menghasilkan bagian dengan tekanan rendah (lebih rendah dari tekanan atmosfer) pada sisi hisap pompa (*suction*) dan tekanan tinggi pada sisi keluaran pompa (*discharge*), rendahnya tekanan pada sisi hisap membuat fluida mengalir masuk secara aksial melalui sisi hisap yang berada di Tengah pompa kemudian fluida akan berputar bersama dengan putaran sudu atau *impeler* pompa.

(Kurniawan, 2019)

$$WHP = \rho \times g \times Q \times H.....(3)$$

Keterangan:

WHP = Water Horse Power (daya yang dibutuhkan pompa untuk memindahkan cairan) dalam Watt

ρ = Massa jenis (densitas) cairan, satuan kg/m³

g = Percepatan gravitasi, 9,81 m/s²

Q = Debit aliran, satuan m³/s

H = Total head (ketinggian atau tekanan yang harus dicapai cairan), satuan m