

Pengaruh Variasi Buka-an Discharge Valve terhadap Kinerja Low Pressure Condensate Pump pada Boiler Feed Water System

Dicky Asrul Choirudin^{a*}, Drajat Indah Mawarni^b

^{ab} Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu

Jl. Kampus Ronggolawe No.1 Mentul, Indah, Komp. Pertamina, Karangboyo, Kec. Cepu, Kabupaten Blora, Jawa Tengah 58315

*Email: asrudicky12@gmail.com

Tentang naskah:

- diterima, 18 Nov. 2025
- direview, 2 Juni 2026
- diterbitkan, 10 Juni 2026

Kata kunci:

Kinerja Pompa, Pompa Sentrifugal, Low Pressure Condensate Pump, Boiler Feed Water System.

Intisari

Pompa Sentrifugal merupakan peralatan yang berfungsi untuk memindahkan fluida dari satu titik ke titik lain, Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari pengaturan buka-an *discharge valve* terhadap kinerja pompa sentrifugal berupa *total head*, *hydraulic power* dan efisiensi. Penelitian dilakukan menggunakan *Low Pressure Condensate Pump* pada *Boiler Feed Water System*. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini dimulai dengan studi literatur, pengumpulan data, pengujian dan pengambilan data kemudian diakhiri dengan analisis dan pembahasan. Data yang akan diambil dalam penelitian ini adalah tekanan *suction*, tekanan *discharge*, debit air dan posisi buka-an *discharge valve*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kenaikan buka-an *discharge valve* dapat menyebabkan *total head*, *hydraulic power* dan efisiensi meningkat. Dengan demikian dapat diambil kesimpulan bahwa kinerja *low pressure condensate pump* sangat dipengaruhi dari perubahan buka-an *discharge valve*. Pengoperasian pompa sentrifugal pada buka-an *discharge valve* tertinggi yaitu pada 100% direkomendasikan sebagai titik operasi optimal untuk mencapai efisiensi tertinggi sehingga temuan ini dapat memberikan panduan pada *Low Pressure Condensate Pump* agar dapat dioperasikan pada titik operasi yang efisien.

Abstract

A centrifugal pump is equipment used to transfer fluids from one point to another. This study aims to determine the effect of discharge valve opening adjustment on the performance of a centrifugal pump in terms of total head, hydraulic power, and efficiency. The research was conducted using a Low Pressure Condensate Pump in the Boiler Feed Water System. The method applied in this study includes literature review, data collection, testing and data acquisition, followed by analysis and discussion. The data collected in this research include suction pressure, discharge pressure, water flow rate, and discharge valve opening position. The results show that an increase in the discharge valve opening leads to an increase in total head, hydraulic power, and efficiency. Therefore, it can be concluded that the performance of the low pressure condensate pump is significantly influenced by changes in the discharge valve opening. Operating the centrifugal pump at the highest discharge valve opening (100%) is recommended as the optimal operating point to achieve the highest efficiency, and this finding can serve as a guideline for operating the Low Pressure Condensate Pump efficiently.

Keyword:

Pump Performance, Centrifugal Pump, Low Pressure Condensate Pump, Boiler Feed Water System.

1. Pendahuluan

Pompa merupakan peralatan yang digunakan untuk memindahkan suatu fluida berbentuk cairan dari satu titik ke titik yang lain. Pompa sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia, baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun kebutuhan industri. Berbagai industri sangat bergantung pada penggunaan pompa, seperti industri petrokimia, pembangkit listrik dan industri minyak dan gas bumi.

Salah satu jenis pompa yang sering digunakan di dunia industri adalah pompa sentrifugal, pompa ini dipilih karena

memiliki kemampuan memindahkan cairan dengan volume yang besar dalam waktu singkat. Selain itu pompa sentrifugal dipilih karena biaya perawatan yang rendah dan kontrol yang mudah dalam pengoperasiannya. Berdasarkan hal tersebut, pompa sentrifugal digunakan dalam sistem *Boiler Feed Water System*.

Boiler Feed Water System merupakan sebuah sistem yang berfungsi menyediakan air demin untuk kebutuhan operasi *Boiler*. Dalam mendukung operasinya, *boiler feed water system* membutuhkan beberapa pompa untuk memindahkan air demin dari satu titik ke titik yang lain. Air demin

merupakan air yang telah melewati proses penghilangan mineral terlarut seperti kalsium, magnesium, natrium dan ion lainnya. Air demin digunakan dalam *boiler feed water system* agar tidak muncul kerak-kerak yang diakibatkan oleh material-material tersebut. Salah satu pompa sentrifugal yang digunakan pada *boiler feed water system* adalah *Low Pressure (LP) Condensate Pump*.

LP Condensate Pump merupakan pompa yang berfungsi untuk menyalurkan air demin yang berasal dari *LP Condensate Flush Drum* menuju ke *Deaerator* untuk selanjutnya diproses kembali menjadi uap air/*steam* di *Boiler*. Air demin yang terdapat pada *LP Condensate Flush Drum* berasal dari kondensasi uap air/*steam* dari beberapa sumber seperti *LP Blowdown Drum*, *LP Steam Header*, dan *overflow* dari *deaerator*. Air demin tersebut bersumber dari kondensasi uap air/*steam* sehingga air tersebut memiliki temperatur yang cukup tinggi hingga 230°F atau 110°C. Hal tersebut dapat menyebabkan perubahan kinerja dari *Low Pressure Condensate Pump*.

Kondisi operasi berupa bukaan *discharge valve* diharapkan dapat sesuai dengan kinerja dan kemampuan dari *LP Condensate Pump* sehingga pompa dapat berjalan efisien dan dapat mencegah kerusakan komponen-komponen di dalam pompa.

2. Kerangka Teori

Pompa sentrifugal memanfaatkan energi *kinetic* dari fluida untuk diubah menjadi energi kecepatan dan tekanan. Putaran impeller akan menghasilkan gaya sentrifugal dan melempar fluida ke sisi luar sehingga kecepatan meningkat. Kecepatan tersebut kemudian diarahkan oleh *casing* pompa (*volute* atau *difuser*) menjadi tekanan keluar melalui *discharge*. Pompa ini harus dijamin ketersediaan fluida dengan energi tertentu pada saluran isapnya. Pengaturan bukaan katup berpengaruh terhadap tekanan dan debit aliran air pompa sentrifugal (Yuliani, 2017).

Terdapat pengaruh tinggi isap terhadap head yang dihasilkan oleh pompa. Semakin tinggi tinggi isap, maka *head* yang dihasilkan akan cenderung menurun. Meskipun terjadi penurunan *head*, kapasitas pompa relatif stabil dengan perbedaan yang tidak signifikan. Tinggi isap pompa juga dipengaruhi daya hidrolis yang dibutuhkan oleh pompa. Semakin naik tinggi isap, daya hidrolis yang dibutuhkan cenderung menurun, efisiensi pompa juga dipengaruhi oleh tinggi isap. Semakin tinggi tinggi isap,

efisiensi pompa cenderung menurun (Rasyid, Muhammad Abdul, 2023).

Pengaturan bukaan katup juga memiliki pengaruh terhadap besar kecilnya kapasitas dan efisiensi pompa sentrifugal. Semakin besar bukaan katup dari suatu pompa sentrifugal, maka semakin besar pula kapasitas pompa yang dihasilkan, dengan catatan putaran poros pompa dijaga stabil selama pengujian. Pada perhitungan efisiensi juga dapat diketahui bahwa semakin besar bukaan katup, maka semakin besar pula efisiensi dari pompa tersebut, begitupun sebaliknya (Basuki, 2024).

Kenaikan tekanan suatu pompa sentrifugal akan menyebabkan nilai debit air cenderung menurun, hal ini disebabkan karena terjadi bukaan katup aliran air semakin sempit. Perubahan tekanan keluar juga berpengaruh terhadap daya hidrolis, semakin tinggi tekanan keluar suatu pompa, maka daya hidrolis akan semakin turun. Ketika dilakukan perhitungan efisiensi suatu pompa sentrifugal, maka akan terjadi penurunan efisiensi jika tekanan keluar dari pompa meningkat (Ahmad Yani, 2022).

Debit air sangat berpengaruh terhadap performa pompa sentrifugal. Semakin besar nilai debit maka efisiensi semakin tinggi. Oleh karena itu perlu adanya pemeriksaan secara rutin dan berkala pada komponen-komponen pompa sehingga tidak mengakibatkan kerugian secara terus menerus. Jika mengalami kerusakan pada pompa sentrifugal dapat mengakibatkan kerugian yang cukup besar (Nugraha, Muh Afrizal A., 2016).

3. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen lapangan yang dilakukan secara langsung pada sistem *Boiler Feed Water System* di lapangan gas Jambaran Tiung Biru, Bojonegoro. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi bukaan *discharge valve* terhadap kinerja pompa sentrifugal yang meliputi total head, hydraulic power, dan efisiensi pada *Low Pressure Condensate Pump*.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh variasi bukaan *discharge valve* terhadap kinerja pompa *LP Condensate Pump* yang meliputi total head, hydraulic power, dan efisiensi pompa. Berdasarkan tabel rencana pengambilan

data, indikator utama yang diambil adalah debit air, *pressure suction* dan *pressure discharge*. Pengujian dilakukan dari kondisi valve terbuka 50% kemudian dilakukan pembukaan hingga terbuka 75% dan 100%, sehingga menghasilkan 3 titik pengamatan sebagai berikut :

Tabel 1. Data Hasil Penelitian

No	Posisi Discharge Valve (%)	Debit Air (m ³ /s)	Tekanan suction (N/m ²)	Tekanan discharge (N/m ²)
1	50	0,01732	86184,46	558475,34
2	75	0,01736	86184,46	537791,06
3	100	0,01738	86184,46	524001,55

Perhitungan

Sebelum menghitung *total head*, perlu diketahui laju aliran terlebih dahulu. Pipa yang digunakan pada *LP Condensate Pump* menggunakan pipa berukuran 6" dengan *schedule 40* sehingga bagian dalam pipa ini memiliki luas penampang 0,01865 m², berikut hasil perperhitungan laju aliran merujuk pada persamaan (2.2) untuk masing-masing percobaan :

1. Pada bukaan *discharge valve* 50% menghasilkan laju aliran seperti berikut :

$$v = \frac{0,01732}{0,01865} = 0,9286863 \text{ m/s}$$
2. Pada bukaan *discharge valve* 75% menghasilkan laju aliran seperti berikut :

$$v = \frac{0,01732}{0,01865} = 0,9308311 \text{ m/s}$$
3. Pada bukaan *discharge valve* 100% menghasilkan laju aliran seperti berikut :

$$v = \frac{0,01732}{0,01865} = 0,9319035 \text{ m/s}$$

Berdasarkan data penelitian yang diperoleh dan merujuk pada persamaan (2.1), berikut hasil perhitungan *total head* untuk masing-masing percobaan :

1. Pada bukaan *discharge valve* 50% menghasilkan *total head* seperti berikut :

$$H = \frac{86184,46}{(951,17 \cdot 9,8)} + 16,595 + \frac{0,9286863^2}{2 \cdot 9,8} = 30,066 \text{ m}$$
2. Pada bukaan *discharge valve* 75% menghasilkan *total head* seperti berikut :

$$H = \frac{86184,46}{(951,17 \cdot 9,8)} + 16,595 + \frac{0,9308311^2}{2 \cdot 9,8} = 30,086 \text{ m}$$
3. Pada bukaan *discharge valve* 100% menghasilkan *total head* seperti berikut :

$$H = \frac{86184,46}{(951,17 \cdot 9,8)} + 16,595 + \frac{0,9319035^2}{2 \cdot 9,8} = 30,096 \text{ m}$$

Berdasarkan data penelitian yang diperoleh dan merujuk pada persamaan (2.3), berikut hasil perhitungan *hydraulic power* untuk masing-masing percobaan :

1. Pada bukaan *discharge valve* 50% menghasilkan *hydraulic power* seperti berikut :

$$P_f = \frac{951,17 \cdot 9,8 \cdot 0,01732 \cdot 30,066}{1000} = 4,854 \text{ KW}$$
2. Pada bukaan *discharge valve* 75% menghasilkan *hydraulic power* seperti berikut :

$$P_f = \frac{951,17 \cdot 9,8 \cdot 0,01732 \cdot 30,086}{1000} = 4,868 \text{ KW}$$
3. Pada bukaan *discharge valve* 100% menghasilkan *hydraulic power* seperti berikut :

$$P_f = \frac{951,17 \cdot 9,8 \cdot 0,01732 \cdot 30,096}{1000} = 4,875 \text{ KW}$$

Berdasarkan data penelitian yang diperoleh dan merujuk pada persamaan (2.4), berikut hasil perhitungan efisiensi untuk masing-masing percobaan :

1. Pada bukaan *discharge valve* 50% menghasilkan efisiensi seperti berikut :

$$\eta = \frac{4,854}{10,824} \times 100\% = 44,846 \%$$
2. Pada bukaan *discharge valve* 75% menghasilkan efisiensi seperti berikut :

$$\eta = \frac{4,868}{10,824} \times 100\% = 44,979 \%$$
3. Pada bukaan *discharge valve* 100% menghasilkan efisiensi seperti berikut :

$$\eta = \frac{4,875}{10,824} \times 100\% = 45,046 \%$$

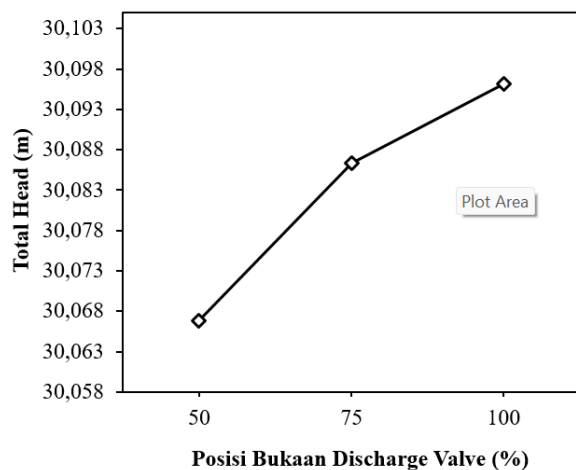
Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, berikutnya hasil dari perhitungan tersebut disajikan dalam tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan

No	Laju Aliran (m/s)	Total Head (m)	Hydraulic Power (KW)	Efisiensi (%)
1	0,9286863	30,066	4,854	44,846
2	0,9308311	30,086	4,868	44,979
3	0,9319035	30,096	4,875	45,046

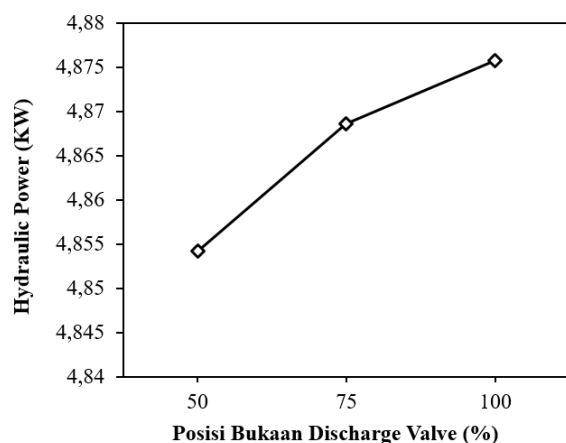
Pembahasan

Pada penelitian yang dilakukan di unit *LP Condensate Pump* terlihat beberapa parameter mengalami perubahan ketika bukaan *discharge valve* di variasikan, parameter-parameter tersebut mengakibatkan perubahan kinerja pada *LP Condensate Pump* seperti *total head*, *hydraulic power* dan efisiensi. Berikut penjelasan masing-masing hasil penelitian dan perhitungan yang dilakukan.



Gambar 1. Grafik hubungan bukaan *discharge valve* terhadap *total head*

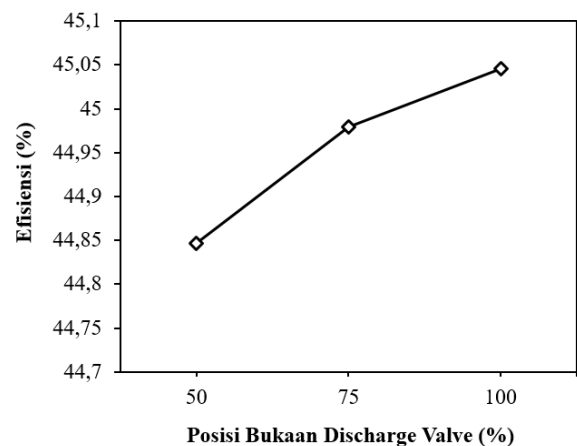
Grafik hubungan bukaan *discharge valve* terhadap *total head* yang ditunjukkan pada gambar 1 terlihat bahwa pada saat bukaan *discharge valve* berada pada 50% maka *total head* pada *LP Condensate Pump* sebesar 30,066 m. Kemudian ketika bukaan *discharge valve* dinaikkan menjadi 75% hingga 100% maka terlihat pada grafik tersebut terjadi kenaikan juga pada *total head* dari *LP Condensate Pump* hingga 30,096 m. Sehingga terlihat bahwa bukaan *discharge valve* memiliki pengaruh berbanding lurus terhadap *total head*. Hal ini terjadi karena ketika bukaan *discharge valve* dinaikkan, *discharge valve* terbuka lebih besar sehingga hambatan atau gesekan dalam sistem akan berkurang, dan menyebabkan head yang dihasilkan menjadi lebih besar.



Gambar 2. Grafik hubungan bukaan *discharge valve* terhadap *hydraulic power*

Grafik hubungan bukaan *discharge valve* terhadap *hydraulic power* yang ditunjukkan pada gambar 2 menunjukkan pada saat awal

percobaan, bukaan *discharge valve* berada di 50% dan *hydraulic power* yang dihasilkan *LP Condensate Pump* adalah 4,854 KW. Kemudian penelitian berlanjut dengan menaikkan bukaan *discharge valve* pada aliran *LP Condensate Pump* menjadi 75%. Saat bukaan *discharge valve* dinaikkan, terjadi kenaikan *hydraulic power* menjadi 4,868 KW. Kemudian percobaan dilanjutkan dengan menaikkan kembali bukaan *discharge valve* hingga 100% sehingga menyebabkan *hydraulic power* naik lagi hingga 4,875 KW. Berdasarkan analisis yang dilakukan, dapat terlihat bahwa kenaikan bukaan *discharge valve* berbanding lurus dengan *hydraulic power* yang dihasilkan pompa. Fenomena ini terjadi karena ketika bukaan *discharge valve* dinaikkan, maka debit air yang dialirkan menjadi meningkat juga sedangkan *hydraulic power* merupakan fungsi perkalian langsung dari debit air dengan *total head*, percepatan gravitasi dan massa jenis fluida. Dengan demikian debit air menjadi parameter dominan dalam penentuan *hydraulic power* dari suatu pompa.



Gambar 3. Grafik hubungan bukaan *discharge valve* terhadap efisiensi

Setelah *hydraulic power* dari *LP Condensate Pump* diketahui, penelitian berlanjut dengan melihat pengaruh bukaan *discharge valve* terhadap efisiensi dari pompa *LP Condensate Pump*. Pada gambar 4.3 menunjukkan penelitian dimulai dengan bukaan *discharge valve* sebesar 50% dan setelah dilakukan perhitungan terlihat bahwa efisiensi *LP Condensate Pump* pada bukaan *discharge valve* 50% adalah sebesar 44,846 %. Kemudian bukaan *discharge valve* dinaikkan menjadi 75% dan terlihat pada gambar 4.3 terjadi kenaikan efisiensi menjadi 44,979 %. Kemudian penelitian berlanjut dengan menaikkan bukaan *discharge valve* menjadi 100% dan efisiensi

naik kembali 45,046 %. Berdasarkan hasil percobaan tersebut, terlihat bahwa ketika bukaan *discharge valve* dinaikkan, maka efisiensi *LP Condensate Pump* juga meningkat. Hal ini disebabkan karena efisiensi merupakan perbandingan antara *hydraulic power* dengan daya pompa, sehingga ketika *hydraulic power* yang dihasilkan *LP Condensate Pump* meningkat maka efisiensi juga akan meningkat juga.

5. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, perhitungan, dan analisis data mengenai pengaruh pengaturan bukaan *discharge valve* terhadap kinerja *LP Condensate Pump*, dapat disimpulkan bahwa pengaturan bukaan *discharge valve* memiliki pengaruh berbanding lurus terhadap *total head*, *hydraulic power*, dan efisiensi pompa. Semakin besar bukaan *discharge valve*, maka *total head* yang dihasilkan juga semakin besar karena hambatan pada sistem berkurang. Selain itu, *hydraulic power* meningkat seiring dengan bertambahnya debit air yang dihasilkan, mengingat nilai *hydraulic power* bergantung langsung pada debit air, *total head*, percepatan gravitasi, dan massa jenis fluida. Peningkatan *hydraulic power* ini juga menyebabkan efisiensi pompa meningkat, karena efisiensi merupakan perbandingan antara daya fluida dengan daya total pompa. Oleh karena itu, disarankan agar *LP Condensate Pump* dioperasikan dengan bukaan *discharge valve* maksimal hingga 100% untuk memperoleh kinerja dan efisiensi yang optimal.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu (STTR Cepu) atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada PT Pertamina EP Cepu atas izin dan kesempatan yang diberikan untuk melakukan pengambilan data di lapangan, serta kepada seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan penelitian ini.

Daftar Pustaka

Ahmad Yani, A., dkk. (2022) *Studi Eksperimental Variasi Tekanan Keluar (Discharge Pressure) Terhadap Kinerja Pompa Air Sentrifugal Pada Alat Praktikum Mesin Fluida STTI*

Bontang. Bontang: Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang.

- Basuki, B., dkk. (2024) *Analisis Pengaruh Bukaan Katup Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Pompa Sentrifugal 3 Sudu pada 1600 RPM*. Jombang: Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang.
- Efendi, A. (2021) *Pompa dan Kompresor*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Gulich, J. H. (2010) *Centrifugal Pumps*. New York: Springer.
- Mahardika, M., Sudiarso, A. dan Prihandana, G. S. (2019) *Perancangan dan Manufaktur Pompa Sentrifugal*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Munson, B. R., Young, D. F. dan Okiishi, T. H. (2009) *Fundamentals of Fluid Mechanics*. 7th ed. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Nugraha, M. A. A. (2016) *Analisis Pengaruh Debit Pada Efisiensi Pompa Siklus (Boiler Feed Pump Turbine dan Condensate Pump) PT Indonesia Power PLTU Banten 2 Labuan Omu*. Jakarta: Institut Teknologi PLN.
- Rasyid, M. A., dkk. (2023) *Analisis Pengaruh Tinggi Isap Pompa Sentrifugal Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Pompa*. Medan: Universitas Medan Area.
- Yuliani (2017) *Analisa Perbandingan Kinerja Pompa Sentrifugal dengan Pengaturan Bukaan Katup*. Pekanbaru: Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru.