

RANCANG BANGUN PERALATAN UJI KARAKTERISTIK POMPA SENTRIFUGAL SUSUNAN SERI DAN PARALEL UNTUK PEMBELAJARAN SISTEM POMPA DAN PERPIPAAN

Hendra Saputra^{1*}

¹ Program Studi Teknik Perencanaan dan Konstruksi Kapal, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam

*Corresponding author: hendrasaputra@polibatam.ac.id

Article history

Accepted:

30-06-2020

Published:

30-06-2020

Copyright © 2020
 Jurnal Teknologi dan
 Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Pada industri perkapalan khususnya pada kapal, pompa sentrifugal digunakan pada sistem perpipaan kapal. Pompa menjadi komponen utama dalam proses pemindahan fluida (*fluid transferring*) sistem perpipaan seperti sistem ballast, sistem bilga, sistem pemadam kebakaran, sistem *sanitary*, sistem air tawar dan sistem pendinginan mesin. Besarnya kapasitas pompa yang digunakan bervariasi tergantung kebutuhan sistem. Pada proses pengoperasian pompa, khususnya pompa sentrifugal dapat dilakukan secara tunggal, seri, maupun paralel sesuai kebutuhan aliran (*flowrate*) dan tekanan kerja (*pressure head*). Karakteristik pompa sentrifugal yang dioperasikan secara seri dan paralel dapat diketahui melalui pengoperasian pompa secara langsung ataupun dapat dilakukan melalui penggunaan sebuah alat peraga. Alat peraga pengoperasian pompa dirancang secara khusus sebagai media pembelajaran untuk mengetahui karakteristik pompa sentrifugal seri dan paralel. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancang bangun model peralatan uji karakteristik pompa sentrifugal susunan seri dan paralel untuk pembelajaran sistem pompa dan perpipaan kapal. Metode penelitian yang dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu membuat rancangan/desain, proses pembuatan alat uji, melakukan uji coba alat yang telah dibuat dan melakukan evaluasi terhadap alat yang telah dibuat dengan melibatkan dosen dan mahasiswa sebagai pengguna alat. Pada penelitian ini juga dibuat rencana pengembangan lanjutan pada sistem kontrol dan monitoring otomatis.

Kata Kunci: Pompa, Pompa sentrifugal seri, Pompa sentrifugal paralel, Karakteristik Pompa

Abstract

In shipping industry, especially on ships, centrifugal pumps are used in piping systems. Pumps are the most component used for fluid transferring process of piping systems such as ballast systems, bilge systems, fire fighting systems, sanitary systems, fresh water systems and engine cooling systems. The used of pump capacity may varies depending on system requirements. On pump operation, especially centrifugal pumps can be used as a single, series, or parallel according to flow requirements and working pressure (pressure head). The characteristics of centrifugal pumps that are operated in series and parallel can be known through direct pump operation or can be done through the use of a visual aid. The pump operation trainer is designed as a learning aids to determine the characteristics of series and parallel centrifugal pumps. The purpose of this research is to design a model of test equipment for the characteristics of a series and parallel arrangement of centrifugal pumps. The research method is carried out in several stages such as designs, build and testing This research also made a plans for further development of automatic control and monitoring systems

Keywords: Pump, Centrifugal pump, Pump in eri and parallel, Pump characteristics

1.0 PENDAHULUAN

Saat ini, pompa telah digunakan pada hampir semua aspek kehidupan baik pada industri maupun rumah

tangga untuk memindahkan berbagai jenis fluida melalui media perpipaan. Salah satu jenis pompa paling banyak digunakan saat ini adalah pompa sentrifugal karena mempunyai bentuk yang sederhana dan harga yang

relatif murah. Prinsip kerja pompa sentrifugal mengubah energi kinetik (kecepatan) cairan menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu impeller yang berputar dalam casing pompa [1][2]

Pada industri perkapalan khususnya pada kapal, pompa sentrifugal digunakan pada sistem perpipaan kapal. Pompa menjadi komponen utama yang sangat penting dalam proses pemindahan fluida (*fluid transferring*) khususnya pada sistem-sistem yang membutuhkan kapasitas aliran yang besar dengan viskositas fluida kerja yang relatif rendah seperti sistem ballast, sistem bilga, sistem pemadam kebakaran, sistem *sanitary*, sistem air tawar dan sistem pendinginan mesin [3][4][5]. Besarnya kapasitas pompa yang digunakan bervariasi tergantung dari kebutuhan setiap sistem tersebut.

Faktor utama dalam pemilihan pompa sentrifugal pada sistem di kapal adalah kebutuhan kapasitas aliran (*flowrate*) dan tekanan kerja (*pressure head*) sistem. Setelah kebutuhan tersebut diketahui, pemilihan dapat dilakukan dengan melihat kurva performa pompa (*pump performance curve*) yang biasanya disediakan oleh produsen pompa.

Proses pengoperasian pompa sentrifugal untuk memenuhi kebutuhan kapasitas aliran (*flowrate*) dan tekanan kerja (*pressure head*) sebuah sistem, dapat dilakukan secara tunggal, seri, maupun paralel. Pengoperasian pompa sentrifugal secara tunggal (*single operating*) sangat berguna apabila kapasitas aliran (*flowrate*) dan tekanan kerja (*pressure head*) sistem bekerja dibawah kapasitas aliran (*flowrate*) dan tekanan kerja (*pressure head*) pompa. Pengoperasian pompa sentrifugal secara seri dapat dilakukan apabila sebuah sistem membutuhkan tekanan kerja (*pressure head*) yang lebih besar yang tidak bisa dilakukan oleh pengoperasian pompa secara tunggal. Pengoperasian pompa sentrifugal secara dilakukan apabila diperlukan kapasitas aliran (*flowrate*) yang lebih besar yang tidak bisa dilakukan oleh pengoperasian pompa secara tunggal [1][2][7][8]

Karakteristik pompa sentrifugal berupa kapasitas aliran (*flowrate*) dan tekanan kerja (*pressure head*) dapat diketahui pada kurva performa pompa (*pump performance curve*). Namun, karakteristik pompa sentrifugal pada pengoperasian secara seri dan paralel hanya dapat diketahui melalui pengoperasian pompa secara langsung ataupun dapat menggunakan suatu alat peraga yang melibatkan dua pompa atau lebih.

Alat peraga pengoperasian pompa sentrifugal secara seri dan paralel dapat dirancang secara khusus sebagai media pembelajaran untuk mengetahui karakteristik pompa sentrifugal yang dioperasikan secara seri dan paralel melalui pengaturan katup (*valve*) serta dilengkapi dengan sambungan-sambungan pipa, aksesoris pipa (*fitting*) [9][10]. Alat peraga juga dapat dilengkapi dengan alat ukur tekanan fluida (*pressure gauge*) dan alat ukur kapasitas aliran (*flowmeter*) [11].

Alat peraga pompa sentrifugal secara seri dan paralel juga dapat dirancang lebih lanjut dengan penambahan sistem otomasi seperti *Digital Pressure Display*, *Analogue Pressure Display* dan dilengkapi dengan *software* yang dikembangkan secara khusus seperti

software VDAS (*Versatile Data Acquisition System*), ICAI (*Interactive Computer Aided Instruction Software System*) dan *All Armfield CAPTURE*. Penggunaan *software* tersebut terkoneksi dengan PC (personal computer) sehingga pengoperasian alat peraga dapat dilakukan melalui komputer. *Software-software* tersebut dikembangkan untuk memaksimalkan potensi pembelajaran sistem pengoperasian pompa sentrifugal secara seri dan paralel [12][13].

Alat peraga yang dikembangkan oleh *Techquipment* dan *Edibon* tersebut dijual dipasaran namun harga pembelian unit alat peraga tersebut relatif mahal. Sehingga dalam penelitian ini, akan dilakukan rancang bangun alat peraga pompa sentrifugal susunan secara seri dan paralel yang dapat digunakan sebagai alat praktikum dalam pembelajaran sistem pompa dan perpipaan khususnya pada aplikasi perpipaan pada kapal. Dalam proses perancangan (*design*), alat peraga ini juga dirancang agar dapat dikembangkan lebih lanjut melalui penambahan *solenoid valve*, sensor tekanan dan sensor kapasitas aliran. Model rancangan alat peraga ini juga diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut pada bagian sistem kontrol katup dan monitor tekanan dan laju aliran berbasis LabView sehingga kontrol dan monitoring peralatan uji secara otomatis dapat dilakukan menggunakan komputer serta nilai-nilai yang diperlukan untuk perhitungan karakteristik pompa bisa didapat secara cepat dan akurat.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancang bangun model peralatan uji karakteristik pompa sentrifugal susunan seri dan paralel untuk pembelajaran sistem pompa dan perpipaan.

2.0 METODE

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa langkah yaitu pengumpulan data, studi literatur, rancangan/desain model peralatan uji, pembuatan peralatan uji, pengujian peralatan uji dan evaluasi hasil rancangan dan hasil uji coba peralatan. Pelaksanaan kegiatan penelitian dilakukan 8 bulan atau mengikuti jadwal pelaksanaan skema penelitian di Politeknik Negeri Batam.

Penjabaran dari langkah-langkah penelitian berdasarkan *flowchart* diatas adalah sebagai berikut:

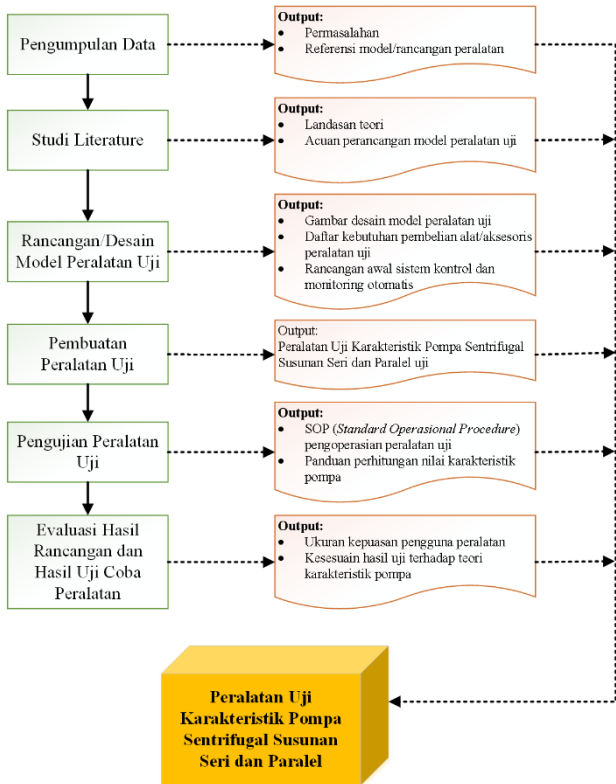
1. Pengumpulan data

Tahapan ini merupakan langkah awal dalam penelitian ini. Pengumpulan data dilakukan melalui proses *browsing* di internet untuk menemukan referensi model alat peraga pompa sentrifugal seri dan paralel. Tahap pengumpulan data juga untuk mengidentifikasi komponen-komponen aksesoris yang digunakan pada setiap referensi model alat peraga pompa sentrifugal. Pada tahap ini juga dilakukan pengumpulan referensi rancangan awal sistem kontrol dan monitoring yang dapat diaplikasikan pada peralatan uji pompa sentrifugal seri dan paralel.

2. Studi Literatur

Tahapan studi literatur bertujuan untuk mengumpulkan landasan teori dalam proses pembuatan alat peraga pompa sentrifugal seri dan paralel. Dari tahapan ini dapat diketahui teori dasar pendukung dalam penentuan

karakteristik pompa dan perkembangan alat peraga pompa sentrifugal. Keluaran dari tahapan ini adalah diperolehnya landasan teori yang menyeluruh sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian ke tahap selanjutnya.



Gambar 1: Flowchart lengkap penelitian

3. Rancangan/Desain Model Peralatan Uji

Tahapan pembuatan rancangan/desain model peralatan uji pompa sentrifugal sesi dan paralel dilakukan untuk mendapatkan gambaran bentuk, dimensi dan visualisasi alat peraga menggunakan software Solidworks. Keluaran dari tahapan pembuatan desain ini adalah diketahui secara rinci dimensi alat peraga, komponen aksesoris yang akan digunakan dan posisi peletakan setiap komponen pada alat peraga.

4. Pembuatan Peralatan Uji

Setelah rancangan/desain peralatan uji pompa sentrifugal sesi dan paralel dilakukan, proses pembuatan alat uji akan lebih mudah dilakukan karena pada tahap rancangan telah ditentukan secara rinci baik dari segi rincian dimensi dan kebutuhan komponen aksesoris. Tahap pembuatan peralatan uji dapat dibagi menjadi beberapa tahap, diantaranya:

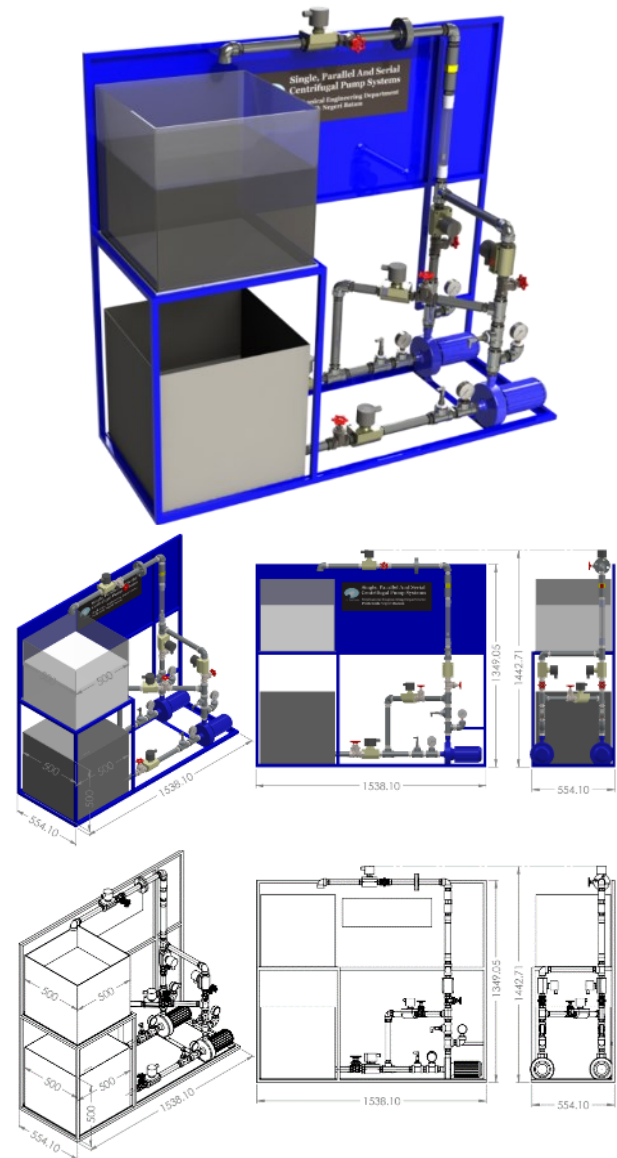
- Pembelian komponen dan bahan habis pakai (BHP) seperti pembelian pompa, pipa dan aksesoris (*fitting*)
- Pembuatan rangka alat uji
- Pembuatan *storage tank* (tangki penampungan) dan *discharge tank* (tangki pengisian)
- Pemotongan pipa dan pembuatan ulir pipa, dimana panjang pipa disesuaikan dengan kebutuhan alat peraga
- Pemasangan komponen aksesoris, seperti pompa, *fitting* dan alat ukur

Setelah semua proses dilakukan, maka alat peraga pompa sentrifugal sesi dan paralel siap untuk dilakukan uji coba. Namun, Pada laporan penelitian ini, tidak dilakukan percobaan hasil rancang bangun pompa sentrifugal sesi dan paralel yang telah dibuat.

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Rancangan/Desain Model Peralatan Uji

Proses perancangan model peralatan uji pompa sentrifugal sesi dan paralel dilakukan menggunakan Solidworks. Penggunaan Solidworks dilakukan untuk mengetahui dimensi peralatan uji secara rinci dengan memasukkan ukuran aksesoris peralatan sesuai dengan ukuran sebenarnya. Aksesoris peralatan yang digambarkan pada perancangan model peralatan uji yaitu pompa, pipa, *fitting* pipa dan tambahan peralatan untuk pengembangan sistem kontrol dan monitoring yaitu *solenoid valve*, alata sensor tekanan (*pressure sensor*) dan alat sensor kecepatan aliran (*Water Flow sensor*).



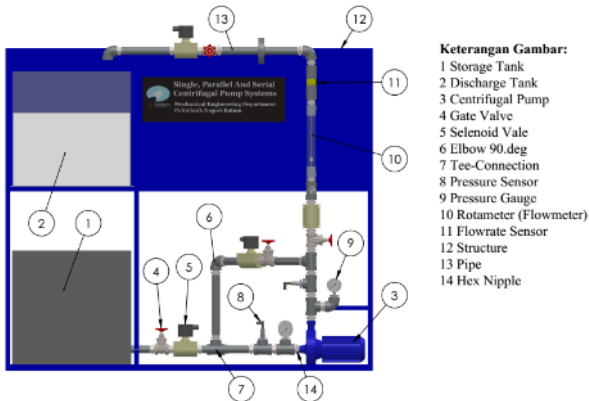
Gambar 2: Rancangan: Peralatan Uji Pompa Sentrifugal Sesi Dan Paralel

Dari hasil perancangan didapat spesifikasi model peralatan uji pompa sentrifugal seri dan paralel sebagai berikut:

Tabel 1: Dimensi Peralatan Uji Pompa Sentrifugal

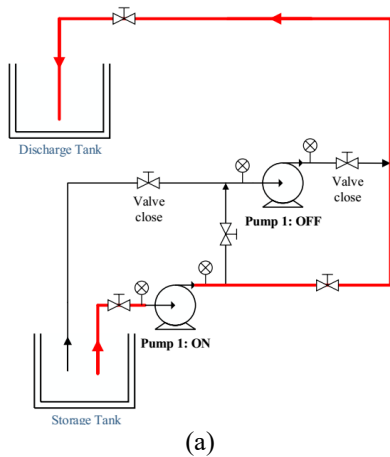
Panjang keseluruhan	: ± 1500 mm (1.5 meter)
Lebar keseluruhan	: ± 550 mm (0.55 meter)
Tinggi keseluruhan	: ± 1350 mm (1.25 meter)
Jumlah tanki	: 2 buah
Ukuran tanki (p x l x t)	: 500 x 500 x 500 mm (0.5 x 0.5 x 0.5 meter)
Volume tanki	: 0.125 m ³ (125 liter)

Peralatan uji pompa sentrifugal seri dan paralel membutuhkan komponen aksesoris dalam proses pembuatannya. Komponen aksesoris pada peralatan uji menggunakan material *medium grade* agar peralatan uji dapat digunakan dalam waktu yang lama.

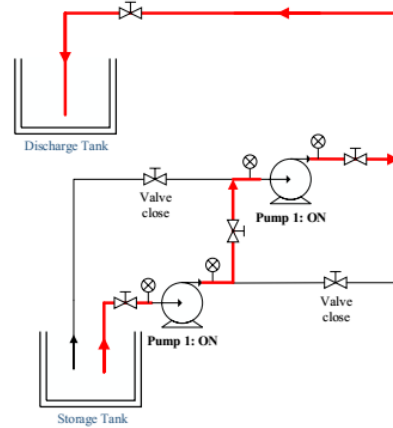


Gambar 3: Aksesoris Peralatan Uji Pompa Sentrifugal

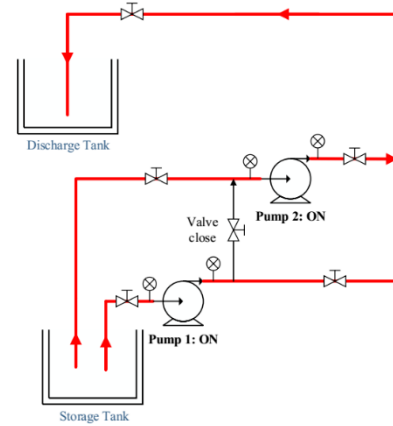
Pompa sentrifugal tunggal, seri dan paralel memiliki karakteristik kapasitas aliran dan head yang berbeda. Untuk mengetahui karakteristik masing-masing pengoperasian pompa, maka diperlukan perhitungan karakteristik pompa melalui proses pratikum atau percobaan pengoperasian pompa. Rangkaian pengoperasian pompa sentrifugal secara tunggal, susunan seri dan susunan paralel dapat dilihat pada gambar dibawah.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4: Pengoperasian Pompa (a) Tunggal (b) Seri (c) Paralel

3.2. Aksesoris Peralatan Uji Pompa

Spesifikasi aksesoris peralatan yang diperlukan untuk membangun peralatan uji pompa sentrifugal seri dan paralel ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2: Aksesoris Peralatan Uji Pompa

No	Komponen	Jumlah	Spesifikasi
1	Storage Tank (Tangki penampungan)	1 unit	Ukuran: 500x500x500mm Volume: 0.125 m ³ (125 liter) Material: Stainless steel/galvanized
2	Discharge Tank (Tangki pengisian)	1 unit	Ukuran: 500x500x500mm Volume: 0.125 m ³ (125 liter) Material: Akrilik (transparan)
3	Pompa	2 unit	Tipe: Pompa sentrifugal Daya Listrik : 370 Watt Daya Hisap Max : 7 Meter Daya Dorong Max : 23 Meter Debit Air : 4.8 m ³ /jam = 80 l/min Inlet : 1 Inchi Outlet : 1 Inchi
4	Katup (Valve)	6 Pcs	Tipe: gate valve Ukuran: 1inch Material: stainless steel
5	Elbow 90 ⁰	6 Pcs	Tipe: Threaded Elbow 90 ⁰ Standar material: ASTM A350 LF-2
6	Tee-Connection	11 Pcs	Tipe: Tee Equal Ukuran: 1 inch Material: Stainless Steel 304
7	Pressure Gauge	4 Pcs	Tekanan: 0 - 6 bar Ukuran: 2.5 inch Sambungan: ¼ inch

No	Komponen	Jumlah	Spesifikasi
8	Hex Nipple	33 Pcs	LOW TEMPERATURE FORGED FITTINGS Standard: ASTM A350 LF-2 Size: 1 inch Schedule: Sch40 Pressure rating: 150#
9	Reducer Bushing	7 Pcs	Reducer Bushing Ukuran: 1 inch to 0.5 inch
10	Socket Full Coupling	2 Pcs	Material: Stainless steel Ukuran: 1 inch
11	Square Plug	9 Pcs	Square Plug Stainless steel 304 class 150 screw BSPT. size 1 inch Drat BSPT material stainless steel sus 304 class 150
12	Rotameter/ Flowmeter	1 Pcs	Rotameter Acrylic Tube Flowmeter Media : Water, Cairan Kimia, Liquid Fungsi : Mengetahui lajur / kecepatan air Skala : 5 - 40 GPM (Galon Per Menit) / 15 - 150 LPM (Liter Per Menit) Ukuran : 1 inch drat dalam Material : Acrylic Fitting Drat : Plastik ABS
13	Pipa	1 paket	Maerial: Carbon Steel Pipes/ Galvanis Ukuran: 1 inch
14	Rangka	1 unit	Material: Carbon Steel/Galvanis Ukuran: ¾ inch Dimensi rangka (pxlxt): 1500 x 550 x 1350 mm

3.3. Pembuatan Alat

Pada tahap ini dilakukan proses pembuatan alat yang terdiri dari beberapa bagian yaitu pembuatan rangka, pembuatan tangki air, perakitan jalur pipa, katup dan aksesoris perpipaan.



Gambar 5: Proses perakitan alat uji coba pompa sentrifugal



Gambar 6: Hasil pembuatan alat uji coba pompa sentrifugal

4.0 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada tahap ini, rancang bangun peralatan uji pompa sentrifugal seri dan paralel telah berhasil dilakukan, namun terdapat beberapa kendala yaitu penggunaan material pipa *low grade* dengan sambungan jenis ulir menyebabkan sambungan menjadi tidak presisi dan menyebabkan kebocoran sehingga perlu dilakukan perbaikan pada sambungan pipa berupa pergantian material pipa menggunakan PVC. Pada percobaan awal yaitu uji fungsi alat, didapatkan bahwa alat dapat berfungsi dengan baik dimana pembacaan nilai seperti nilai tekanan pada *pressure gauge* dan nilai laju aliran pada *flowmeter* dapat dilakukan. Pada tahap berikutnya, akan dilakukan perbaikan pada kebocoran alat sehingga diharapkan dengan perbaikan tersebut alat uji coba pompa sentrifugal dapat digunakan untuk praktikum sistem perpipaan

Pada penelitian lanjutan, dapat dilakukan pengembangan berupa penambahan sistem otomasi pada alat yang telah dibuat seperti ditambahkannya katup selenoid dengan pengoperasian otomatis serta dilakukan penambahan beberapa peralatan lain seperti sensor alat ukur tekanan air (*pressure sensor*) dan sensor laju aliran (*flow sensor*) serta hasil pembacaan nilai dapat ditampilkan pada komputer/PC dan ditampilkan pada perangkat LCD khusus yang dipasang pada alat uji.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Karassik, Igor J.; Messina, Joseph P.; Cooper, Paul; Heald, Charles C. 2001. *Pump Handbook, 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill. ISBN: 0-07-034032-3
- [2] Garibotti, Eduardo, 2003. *Termomeccanica Centrifugal Pump Handbook, 1st Edition*. TM.P. S.pA Termomeccanica Pompe - La Spezia - Italy. ISBN 88-900996-0-7
- [3] D. A. Taylor, 1996. *Introduction to Marine Engineering*. Elsevier Butterworth-Heinemann
- [4] H.D.McGeorge, 1995. *Marine Auxiliary Machinery, 7th Edition*. Elsevier Butterworth-Heinemann. ISBN: 075064396
- [5] Zhang, Yu, Sanbao Hu, Yunqing Zhang, and Liping Chen. (2014). Optimization and Analysis of Centrifugal Pump considering Fluid-Structure Interaction. Hindawi Publishing Corporation *Scientific World Journal* Volume 2014, Article ID 131802, 9 pages
<http://dx.doi.org/10.1155/2014/131802>
- [6] G. Papageorgiou¹, Dimitris, Kyriakos A. Kovsenoglou¹, Petros Bournelis³ and Carmen. (2018). Fracture analysis of a cooling water pump shaft. MATEC Web of Conferences 188, 04022

- (2018), ICEAF-V 2018, <https://doi.org/10.1051/mateconf/201818804022>
- [7] Santoyo de la Fuente, Miguel, José González, Celia Miguel González, Raúl Barrio Perotti and Emmanuel Reynaud. (2018). NPSH Experimental Data for Two Centrifugal Pumps. Proceedins 2nd International Research Conference on Sustainable Energy, Engineering, Materials and Environment (IRCSEEME), Mieres, Spain, 25–27 September 2018, 2(23), 1410; <https://doi.org/10.3390/proceedings2231410>
- [8] Maher Abd Almeer Kadim, Riyad Jassim Tilefih, Adil Hameed Shakir (2018). Numerical Analysis For (H-Q) Curve Of Centrifugal Pumps Using Natural and Constrained Cubic Spline Interpolations . Journal of Mechanical Engineering Research and Developments, 41(3) : 06-08
- [9] Sugiarto, Tris, 2007. *Rancang Bangun Perangkat Uji Rugi-Rugi Head Dengan Fluida Kerja Air (H₂O) dan Analisisnya*. ITEKS: Intuisi Teknologi dan Seni, Volume 1, No 2 (2007). ISSN 1978-2497
- [10] Susanto, Riswan E.W dan Enggar Galih R.R, 2012. *Rancang Bangun Pump Installation Maintenance Trainer*. Jurnal Teknik Mesin, Volume 1, Nomor 2, Tahun 2012. ISSN 2252-4444
- [11] Gunarto, 2015. Model Peralatan Praktikum Pompa Sentrifugal (Practicum Model Equipment Centrifugal Pump). Majalah Ilmiah Al Ribaath, Universitas Muhammadiyah Pontianak. Vol 12, No. 1, Juni 2015, Hal 15 – 21. ISSN: 1412 – 7156
- [12] Techquipment, 2019. *Series and Parallel Pumps*. <https://www.techquipment.com/series-and-parallel-pumps>. Diakses tanggal: 8 Maret 2019
- [13] Alatperaga.com, 2019. *Computer Controlled Series/Parallel Pumps Bench*. <http://www.alatperaga.com/detail/36/581/computer-controlled-seriesparallel-pumps-bench> . Diakses tanggal: 8 Maret 2019