

Perancangan Alat Uji Prestasi Pompa Menggunakan Metode VDI 2221

Asep Basri¹, dan Muhamad Fitri²

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Bekasi

E-mail: basriasep@gmail.com

Abstrak-- Penggunaan pompa yang demikian luas dengan berbagai macam jenis dan bentuknya, memerlukan pengetahuan yang cukup untuk merancang maupun memilih tipe pompa yang tepat sesuai dengan kondisi dan lingkungan operasi yang dilayaninya, maka dibutuhkan alat uji prestasi pompa. Dalam merancang sebuah alat uji prestasi pompa dibutuhkan komponen-komponen yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan agar hasil dari pengujian alat tersebut sesuai dengan yang diharapkan penguji maupun tidak melebihi kapasitas, maka dari itu dibutuhkan metode perancangan yang tepat. Metode perancangan yang dapat digunakan untuk merancang alat uji prestasi pompa adalah metode yang disusun oleh Gerhard Pahl dan Wolfgang Beitz yaitu metode VDI 2221. Penelitian ini berfokus pada masalah perancangan alat uji prestasi pompa menggunakan metode VDI 2221. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu merancang alat uji prestasi pompa yang dapat digunakan untuk menguji 2 pompa yang identik yaitu merek Shimizu PS-128BIT dan 2 pompa yang tidak identik yaitu merek Shimizu PS-128BIT dengan Panasonic GA-200JAK baik untuk pengujian secara seri maupun paralel dan dalam perancangan metode VDI 2221 yang dipilih yaitu varian 5.

Kata kunci: Perancangan, Pompa, Alat Uji Prestasi Pompa, Metode VDI 2221

Abstract-- The wide use of pumps with various types and shapes, requires sufficient knowledge to design or select the right type of pump according to the conditions and operating environment it serves, so pump performance test equipment is needed. In designing a pump performance test equipment, components that are in accordance with the required specifications are needed so that the results of the testing of the tool are in accordance with what the testers expect or do not exceed the capacity, therefore the right design method is needed. The design method that can be used to design pump performance test equipment is the method compiled by Gerhard Pahl and Wolfgang Beitz, namely the VDI 2221 method. This study focuses on the problem of designing pump performance testing equipment using the VDI 2221 method. pump performance test that can be used to test 2 identical pumps, namely the Shimizu PS-128BIT brand and 2 non-identical pumps, namely the Shimizu PS-128BIT brand with the Panasonic GA-200JAK both for serial and parallel testing and in the design of the selected VDI 2221 method namely variant 5.

Keywords: Design, Pump, Pump Performance Test Equipment, VDI 2221 Method

1. PENDAHULUAN

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari daratan rendah ke daratan tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan [1].

Dalam pendistribusian air (cairan) penggunaan pompa sangat diperlukan untuk memenuhi kinerja dari pompa tersebut, Pompa yang sering digunakan dalam pendistribusian air (cairan) adalah pompa sentrifugal.

Penggunaan pompa yang demikian luas dengan berbagai macam jenis dan bentuknya, memerlukan pengetahuan yang cukup untuk merancang, maupun memilih tipe pompa dan instalasi yang tepat sesuai dengan kondisi dan lingkungan operasi yang dilayaninya. Jika *head* yang dibutuhkan tinggi maka diperlukan dua buah pompa atau lebih yang dipasang seri, sedangkan

jika debit yang dibutuhkan besar maka dapat menggunakan dua buah pompa atau lebih yang dipasang paralel.

Turunnya performa pompa dan ketidakstabilan dalam operasi menjadi masalah serius dan mengganggu kinerja sistem pompa secara keseluruhan. Pada pengoperasian pompa sentrifugal terjadi rugi-rugi yang disebabkan oleh berbagai hal, diantaranya adalah rugi-rugi karena instalasi atau sistem perpipaan dan kontruksi pompa. Salah satu metode untuk menentukan performa pompa ialah dengan menguji pada sebuah instalasi pengujian yang disebut dengan alat uji prestasi pompa. Alat uji prestasi pompa umumnya digunakan mahasiswa sebagai alat praktikum mata kuliah mekanika fluida maupun konversi energi [2].

Membuat desain suatu produk berarti mengembangkan ide terhadap produk yang dijadikan sebagai obyek. Akan tetapi, dalam mendesain suatu produk tentunya ada beberapa hal yang harus diperhatikan seperti metode yang

digunakan sehingga produk hasil perancangan tersebut dapat memiliki nilai guna dan dapat dipertanggungjawabkan kegunaannya. Metode perancangan yang dapat digunakan untuk perancangan alat atau produk salah satunya adalah metode yang disusun oleh Gerhard Pahl dan Wolfgang Beitz yaitu metode VDI 2221.

Metode VDI 2221 memiliki keistimewaan yaitu pada tahap *conceptual design* dimana terdapat langkah-langkah pembuatan struktur fungsi yang mengidentifikasi elemen-elemen penyusun dari sistem teknik yang akan dibuat serta fungsi yang harus dilakukan oleh masing-masing elemen tersebut agar sistem secara keseluruhan dapat melaksanakan tugasnya. Kegunaan dari penyusun sistem ini disebut sebagai sub fungsi dan hubungan antara satu sub fungsi dengan sub fungsi yang lain dikombinasikan dan divariasikan [3].

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan penelitian rancang bangun alat uji prestasi pompa dengan *Engineering design modification of the existing*. Penelitian tersebut hanya sebatas memodifikasi alat uji prestasi pompa yang sudah ada, dan hasil dari penelitian tersebut yaitu apabila pompa 1 (P1) dan pompa 2 (P2) dan pompa 3 (P3) beroperasi secara individu maka head total yang dihasilkan adalah masing-masing 2,62 m, 2,58 m dan 2,38 m. Apabila pompa 1 (P1) dan pompa 2 (P2) dioperasikan secara seri maka head total yang dihasilkan adalah 4,4 m. Sedangkan apabila pompa 1 (P1) dan pompa 3 (P3) dioperasikan secara parallel maka head total yang dihasilkan adalah 2,58 m [4].

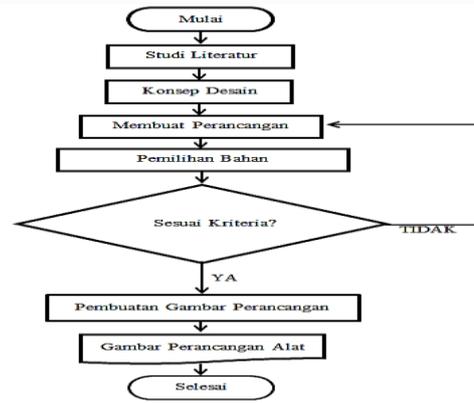
Tujuan dari penulisan makalah ini adalah merancang sistem kerja alat uji prestasi pompa yang disusun secara tunggal, seri dan paralel baik untuk dua pompa yang identik maupun untuk dua pompa yang tidak identik dan menentukan alternatif desain dalam pemilihan komponen atau material yang memenuhi syarat untuk perancangan alat uji prestasi pompa menggunakan metode VDI 2221.

2. METODE PENELITIAN

Secara garis besar diagram alir penelitian tugas akhir Perancangan Alat Uji Prestasi Pompa terdiri dari beberapa tahap yaitu :

1. Tahap studi literatur.
2. Tahap pembuatan konsep desain.
3. Tahap pemilihan bahan.
4. Tahap pemeriksaan hasil.
5. Tahap pembuatan gambar perancangan.
6. Tahap hasil gambar perancangan.

Untuk lebih jelasnya maka dibuatkan diagram alir penelitian seperti yang digambarkan dalam gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

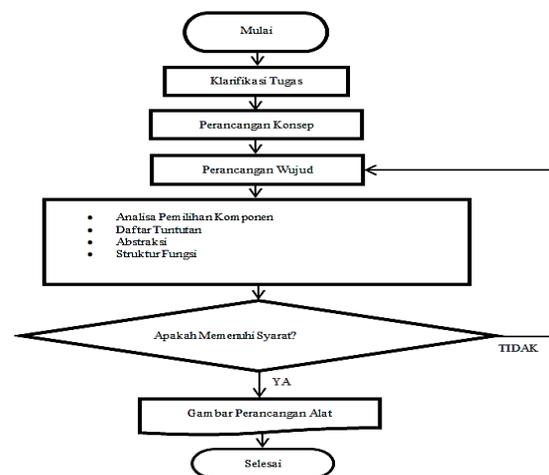
Metode perancangan dalam merancang alat uji prestasi pompa ini dilakukan secara sistematis diharapkan dapat mempermudah perancang untuk menguasai sistem perancangan tanpa harus menguasai secara detail. Metode VDI 2221 ini membantu mempermudah proses merancang sebuah produk serta dapat mengoptimalkan produktivitas perancang untuk mencari pemecahan masalah paling optimal [5].

Metode VDI 2221 bertujuan untuk merumuskan dan mengarahkan berbagai macam metode desain yang berkembang pesat akibat kegiatan riset. Dengan adanya metode VDI 2221 diharapkan seorang pemakai dapat dengan cepat menguasai metode ini tanpa harus mempelajari secara rinci [6].

Langkah kerja dalam merancang alat uji prestasi pompa menggunakan metode VDI 2221 ini dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu:

- a) Klarifikasi Tugas (*Clarification of the task*)
- b) Perancangan Konsep (*Conceptual design*)
- c) Perancangan Wujud (*Embodiment Design*)
- d) Perancangan Detail (*Detail Design*)

Di bawah ini adalah gambar diagram alir mengenai tahapan dalam merancang alat uji prestasi pompa menggunakan metode VDI 2221.



Gambar 2. Diagram Alir Metode VDI 2221

2.1 Klarifikasi Tugas

Pada tahap klarifikasi tugas di dalamnya memuat beberapa daftar tuntutan dan daftar kehendak. Berikut adalah tabel daftar tuntutan pada perancangan alat uji prestasi pompa.

Tabel 1. Daftar Tuntutan

NO	DAFTAR TUNTUTAN
1	Kapasitas daya <i>output</i> pompa 450 watt
2	Terdapat pengatur aliran air (<i>ball valve</i>)
3	Terdapat <i>vacuum gauge</i>
4	Terdapat <i>pressure gauge</i>
5	Terdapat pengukur laju aliran air
6	Terdapat pengukur <i>voltase dan ampere</i>
7	Mesin mudah dipindahkan
8	Proses pembuatan mesin relatif mudah
9	Bahan baku mudah dicari dipasaran
10	Pengoperasian mesin mudah
11	Alat aman dan ramah lingkungan
12	Mudah dalam penggantian komponen
13	Komponen mesin mudah didapat
14	Pemeliharaan dan perawatannya mudah
15	Memiliki Standar SNI

Dari urutan daftar tuntutan di atas kemudian disusun secara sistematis ke dalam daftar spesifikasi, Setiap spesifikasi dibagi menjadi 2 kategori : D (*Demands*) dan W (*Wishes*) seperti terlihat dalam tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Daftar Spesifikasi

No	Parameter	Spesifikasi	D/W
1	Geometri	Penempatan komponen harus benar	D
		Panjang Alat 1200 mm	D
		Tinggi Alat 1400 mm	D
		Lebar alat 1000 mm	D
2	Kinematika	Alat tidak terlalu berat	W
		Alat harus kuat	W
3	Forces	Pembebanan hanya satu arah	D
		Daya <i>output</i> total pompa 450 watt	D
4	Material	Pembebanan berupa gaya tekan	D
		Besi Hollow	D
		Roda	D
		Pompa air	D
		Pipa PVC	D
		Bak penampungan air	D
		<i>Ball valve</i>	D
		<i>Knee</i>	D
		<i>Fitting</i>	D
		<i>Watermeter</i>	D
		<i>Volumetrik</i>	D
		<i>Ampere meter</i>	D
		<i>Volt meter</i>	D
		<i>Pressure gauge</i>	D
		<i>Vacuum gauge</i>	D
		<i>Box control panel</i>	D
5	Perakitan	Sakelar atau <i>push button</i>	D
		<i>Emergency stop</i>	D
6	Pembuatan	Indikator lampu	D
		Sistem perakitan komponen mudah dipahami	D
7	Pengoperasian	Konstruksi sederhana dan mudah dikerjakan	D
		Mudah dioperasikan (tidak rumit)	D
8	Keamanan	Menggunakan Komponen-komponen standar	W
		Ketelitian terjaga	W
9	Perawatan	Mudah dioperasikan (tidak rumit)	D
		Aman dan ramah lingkungan	D
10	Pemasaran	Perawatan relatif mudah	D
		Biaya perawatan yang murah	W
11	Harga	Mudah dibersihkan	W
		Mudah diperbaiki jika terjadi kerusakan	D
11	Harga	Digunakan sebagai alat praktikum dan penelitian mahasiswa	W
		Harga pembuatan terjangkau	W

2.2 Abstraksi

Abstraksi adalah perumusan masalah dan analisa terhadap daftar kehendak. Berikut lima langkah dalam membuat abstraksi [7]:

1. Menghilangkan semua pernyataan yang bersifat W (*Wishes*), seperti terlihat pada tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Abstraksi 1

No	Parameter	Spesifikasi	D
1	Geometri	Penempatan komponen harus benar	D
		Panjang Alat 1200 mm	D
		Tinggi Alat 1400 mm	D
		Lebar alat 1000 mm	D
2	Kinematika	Pembebanan hanya satu arah	D
		Daya <i>output</i> total pompa 450 watt	D
3	Forces	Pembebanan berupa gaya tekan	D
		Besi Hollow	D
		Roda	D
		Pompa air	D
		Pipa PVC	D
		Bak penampungan air	D
		<i>Ball valve</i>	D
		<i>Knee</i>	D
		<i>Fitting</i>	D
		<i>Watermeter</i>	D
		<i>Volumetrik</i>	D
		<i>Ampere meter</i>	D
		<i>Volt meter</i>	D
		<i>Pressure gauge</i>	D
		<i>Vacuum gauge</i>	D
		4	Material
Sakelar atau <i>push button</i>	D		
5	Perakitan	<i>Emergency stop</i>	D
		Indikator lampu	D
6	Pembuatan	Sistem perakitan komponen mudah dipahami	D
		Konstruksi sederhana dan mudah dikerjakan	D
7	Pengoperasian	Mudah dioperasikan (tidak rumit)	D
8	Keamanan	Aman dan ramah lingkungan	D
9	Perawatan	Perawatan relatif mudah	D
		Mudah diperbaiki jika terjadi kerusakan	D

2. Abaikan kehendak yang tidak memiliki hubungan langsung pada fungsi dan kendala pokok, seperti terlihat pada tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Abstraksi 2

NO	PARAMETER	SPESIFIKASI	D/W
1	FUNGSI	Dapat digunakan sebagai alat uji prestasi pompa pada berbagai kondisi pengaturan operasional, baik secara tunggal, seri maupun paralel untuk dua pompa identik dan dua pompa tidak identik.	D
		Atur posisi <i>ball valve input</i> dan <i>ball valve output</i> pada masing-masing pompa sesuai kondisi, baik secara tunggal, seri maupun paralel, kemudian hidupkan saklar pompa.	D
2	PRINSIP KERJA	Pembebanan hanya satu arah	D
3	KINEMATIKA	Daya output total pompa 450 watt	D
4	FORCES	Sistem perakitan komponen mudah dipahami	D
5	PERAKITAN	Konstruksi sederhana dan mudah dikerjakan	D
6	PEMBUATAN	Mudah dioperasikan (tidak rumit)	D
7	PENGOPRASIAN	Aman dan ramah lingkungan	D
8	KEAMANAN		

3. Transformasikan data kuantitatif ke dalam data kualitatif dan reduksi menjadi pernyataan yang pokok dan berkualitas saja, seperti terlihat pada tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Abstraksi 3

NO	PARAMETER	SPESIFIKASI	D/W
1	FUNGSI	Dapat digunakan sebagai alat uji prestasi pompa pada berbagai kondisi pengaturan operasional, baik secara tunggal, seri maupun paralel untuk dua pompa identik dan dua pompa tidak identik.	D
2	PRINSIP KERJA	Atur posisi <i>ball valve input</i> dan <i>ball valve output</i> pada masing-masing pompa sesuai kondisi, baik secara tunggal, seri maupun paralel, kemudian hidupkan pompa.	D
3	PERAKITAN	Sistem perakitan komponen mudah dipahami	D
4	PENGOPRASIAN	Mudah dioperasikan (tidak rumit)	D
5	KEAMANAN	Aman dan ramah lingkungan	D

- Hasil langkah ke 3 dibuat menjadi lebih umum.
 - Alat dapat digunakan sebagai alat uji prestasi pompa pada berbagai kondisi pengaturan operasional, baik pada pompa tunggal, susunan pompa seri maupun paralel.
 - Komponen-komponen alat dapat mudah dirakit.

- Memecahkan masalah menjadi netral atau bebas solusi.

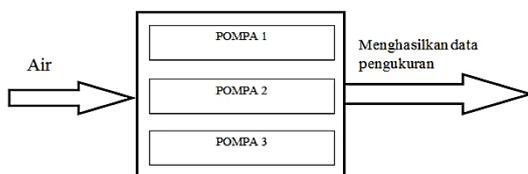
Alat dapat digunakan sebagai alat uji prestasi pompa pada berbagai kondisi pengaturan operasional, baik secara tunggal, seri maupun paralel untuk dua pompa identik dan dua pompa tidak identik sebagai media praktikum dan penelitian.

2.3 Struktur Fungsi

Struktur fungsi menunjukkan secara urutan-urutan yang terjadi pada fungsi yang berkaitan antara input dan output dari suatu sistem dalam menentukan tugas pekerjaan.

Langkah struktur fungsi merupakan tugas pengukuran dan pemecah tugas secara bebas dengan rumusan secara abstrak.

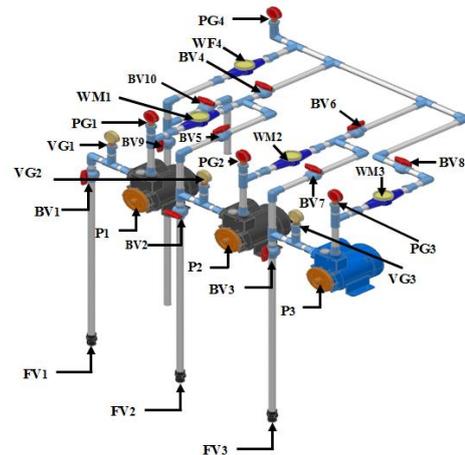
Setelah masalah utama diketahui, kemudian dibuat fungsi utama secara keseluruhan. Fungsi utama ini digambarkan dengan blok diagram yang menunjukkan hubungan input dan output, seperti terlihat pada gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Fungsi Utama

Apabila fungsi keseluruhan cukup rumit, maka

cara untuk mengantisipasinya adalah membagi menjadi beberapa sub fungsi seperti pada gambar 4 di bawah ini.



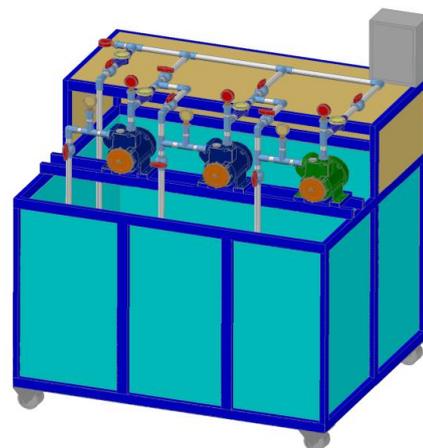
Gambar 4. Sub Fungsi

Keterangan :

- FV : *Foot Valve*
- BV : *Ball Valve*
- P : Pompa
- VG : *Vacum Gauge*
- PG : *Pressure Gauge*
- WM : *Water Meter*

2.4 Konsep Desain

Konsep desain yang dimaksud adalah untuk merencanakan alat uji prestasi pompa secara seri dan paralel dengan memperhatikan data-data yang diperoleh dari studi literatur. Setelah menentukan konsep desain, akan dilakukan pengkajian kembali sesuai dengan daftar keinginan yang dikehendaki dengan metode tertentu. Konsep desain beserta komponennya bisa dilihat seperti gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5. Konsep Desain

Dari metode dan pilihan desain beserta spesifikasi perancangan sesuai gambar 5 seperti di atas, hasil dan kemampuan yang diharapkan sebagai berikut:

- Dapat membaca kevakuman air.
- Dapat membaca tekanan air
- Dapat mengukur laju aliran air.
- Terdapat pengatur bukaan *ball valve*.
- Terdapat roda agar alat mudah dipindahkan.

Selanjutnya dari rincian kemampuan di atas diharapkan alat dapat dipergunakan mahasiswa sebagai alat penunjang praktikum di laboratorium sehingga mahasiswa dapat lebih memahami tentang konversi energi dan mekanika fluida pada alat uji prestasi pompa, termasuk dapat mengetahui keterkaitan antara indikator-indikator yang ditampilkan seperti halnya kevakuman air, tekanan air, pengukuran debit air, dan instalasi pompa secara seri maupun paralel.

2.5 Prinsip Solusi

Pencarian prinsip solusi untuk memenuhi sub fungsi. Prinsip solusi dikombinasikan dengan menggunakan skema klasifikasi. Sebab-sebab keterbatasan ruangan dan waktu, hanya sub fungsi yang terpenting dari prinsip solusi yang dimasukkan. Dengan dicari beberapa prinsip solusinya maka akan didapat kombinasi dari struktur fungsi, yang pada prinsipnya dapat melaksanakan sub fungsi tersebut.

Di bawah ini merupakan alternatif kombinasi yang kemudian diseleksi lagi untuk dapat diwujudkan dalam mencari pilihan yang tepat seperti terlihat pada tabel 6 sebagai berikut

Tabel 6. Kombinasi Prinsip Solusi

Prinsip Solusi	1	2	3	4	5
1 Rangka	Rangka				
2 Material Rangka	Best Hollow				
3 Penampungan Air	1000 Liter				
4 Pompa 1 & 2	PGL75JJK	PS128BIT	PS128BIT	PS135BIT	
5 Pompa 3	PGL75JJK	PS116BIT	PS128BIT	PS135BIT	PGA200JAK
6 Vacuum Gauge	-38 cmhg	-76 cmhg			
7 Pressure Gauge	1 Bar	2.5 bar	4 Bar	6 Bar	
8 Water Meter	1.5 m ³ /h	1.6 m ³ /h			
9 Pipa PVC	3/4 Inchi	1 Inchi			
10 Ball Valve	3/4 Inchi	1 Inchi			
11 Volumetrik	5 Liter				
12 Timer	Stop Watch				

Dari tabel diagram kombinasi prinsip solusi di atas didapatkan 5 macam variasi sebagai berikut:

- Variasi 1 (kuning) : 1.1 - 2.1 - 3.1 - 4.1 - 5.1 - 6.1 - 7.1 - 8.1 - 9.1- 10.1 - 11.1 - 12.1

- Variasi 2 (coklat) : 1.1 - 2.1 - 3.1 - 4.1 - 5.2 - 6.1 - 7.2 - 8.1 - 9.1- 10.1 - 11.1 - 12.1
- Variasi 3 (merah) : 1.1 - 2.1 - 3.1 - 4.4 - 5.3 - 6.2 - 7.3 - 8.2 - 9.2 - 10.2 - 11.1 - 12.1
- Variasi 4 (biru) : 1.1 - 2.1 - 3.1 - 4.2 - 5.4 - 6.2 - 7.3 - 8.2 - 9.2 - 10.2 - 11.1 - 12.1
- Variasi 5 (hijau) : 1.1 - 2.1 - 3.1 - 4.3 - 5.5 - 6.2 - 7.4 - 8.2 - 9.2 - 10.2 - 11.1 - 12.1

Tabel 7. Variasi 5 (hijau)

Prinsip Solusi	1	2	3	4	5
1 Rangka	Rangka				
2 Material Rangka	Best Hollow				
3 Penampungan Air	1000 Liter				
4 Pompa 1 & 2			PS128BIT		
5 Pompa 3					PGA200JAK
6 Vacuum Gauge		-76 cmhg			
7 Pressure Gauge				6 Bar	
8 Water Meter		1.8 m ³ /h			
9 Pipa PVC		1 Inchi			
10 Ball Valve		1 Inchi			
11 Volumetrik	5 Liter				
12 Timer	Stop Watch				

2.6 Pemilihan Kombinasi

Tabel 8. Pilihan Kombinasi

STRATA SATU	TABEL PEMILIHAN ALAT UJI PRESTASI POMPA						
STTM.C	KEPUTUSAN						
(+) Ya	(+) Ya						
(x) Tidak	(x) Tidak						
(?) Kurang Informasi	(?) Kurang Informasi						
(!) Periksa Spesifikasi	(!) Periksa Spesifikasi						
	Cocok dengan semua kehendak						
	Memenuhi daftar keharusan						
	Secara prinsip dapat direalisasikan						
	Masih dalam batas yang diizinkan						
	Dapat ditangani oleh aturan keamanan						
	Lebih disukai anggota						
	Informasi memadai						
	Keterangan (indikasi, alasan)						
Variasi 1	x	x	x	x	x	x	x
Variasi 2	+	+	+	+	+	+	x
Variasi 3	+	+	x	+	+	+	x
Variasi 4	+	+	+	+	+	+	x
Variasi 5	+	+	+	+	+	+	+
	Sesuai kehendak, praktis dan aman						

Dari alternatif kombinasi prinsip-prinsip solusi yang ada dapat dipertimbangkan dengan faktor sebagai berikut :

- Ketersediaan material/bahan.
- Kekuatan bahan.
- Kemudahan perakitan.
- Keamanan dalam pengoperasian.
- Kemudahan dalam perawatan.
- Memenuhi keharusan dari daftar kehendak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari tabel pilihan kombinasi di atas dapat dilihat bahwa pada variasi ke-5 mempunyai spesifikasi yang memenuhi syarat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi ke-5 merupakan variasi terbaik dari yang lain. Maka pada perancangan Alat Uji Prestasi Pompa ini dipakai rancangan **variasi ke-5**.

3.1 Alternatif Pemilihan Komponen

Pemilihan komponen bertujuan untuk mencari perbandingan serta alasan sebagai dasar dan pengambilan keputusan pemilihan variasi.

▪ Alternatif Pemilihan Pompa

Dalam penelitian analisa pemilihan komponen alat uji prestasi pompa, menggunakan pompa 1 dan pompa 2 memiliki spesifikasi pompa yang sama yaitu pompa shimizu PS-128 BIT dengan $H_{suction} = 9 \text{ meter}$, $H_{total} = 29 \text{ meter}$ Maka nilai $H_{discharge} = 29 \text{ meter} - 9 \text{ meter} = 20 \text{ meter}$ dan nilai $Q_{maks} = 18 \text{ liter/menit}$. Head (H) 20 | 10 dan debit (Q) 10 | 18, hal ini menunjukkan bahwa disaat head 10 meter debit air yang dihasilkan 18 liter/menit, dan pada saat head 20 meter debit air yang dihasilkan 10 liter/menit. Motor pompa lebih awet karena dilindungi oleh *Thermal protector* yang akan mematikan arus listrik ketika motor *overheat*.

Adapun untuk pompa 3 memiliki spesifikasi yang berbeda yaitu pompa Panasonic GA-200JAK $H_{suction} = 9 \text{ meter}$, $H_{total} = 27 \text{ meter}$ Maka nilai $H_{discharge} = 27 \text{ meter} - 9 \text{ meter} = 18 \text{ meter}$. Nilai $H_s = 8 \text{ meter}$, $H_a = 4 \text{ meter}$ dan nilai $Q_{maks} = 29 \text{ liter/menit}$, maka pada $H = 12 \text{ meter}$, $Q_{maks} = 29 \text{ liter/menit}$.

Alasan memilih dua pompa merek Shimizu PS-128 BIT dan satu pompa Panasonic GA-200 JAK dikarenakan kedua merek tersebut sudah terbukti kualitasnya, memiliki spesifikasi yang sesuai dengan aktualnya dan pada saat pengujian dapat dilakukan menggunakan dua pompa yang identik yaitu pompa 1 dan pompa 2 merek Shimizu PS-128 BIT dan dua pompa yang tidak identik yaitu pompa 2 merek Shimizu PS 128 BIT dengan pompa 3 merek Panasonic GA-200 JAK yang dipasang baik secara seri maupun parallel.

▪ Alternatif Pemilihan Alat Ukur Tekanan

Untuk menentukan spesifikasi alat ukur tekanan pada sisi *suction* dan pada sisi *discharge*, maka perhitungannya harus dipisah, P1 untuk menghitung spesifikasi alat ukur tekanan *vacuum* di sisi masuk (tentunya setelah dikurangi head statis dan head *losses* nya), tekanan di P2 untuk menghitung spesifikasi alat ukur *pressure gauge* sisi keluar. Dengan asumsi bahwa tekanan pada

pompa adalah sama dengan tekanan atmosfer lokal.

Persamaan kontinuitas dihasilkan dari prinsip kekekalan massa. Untuk aliran mantap (*steady*) masa fluida yang melalui semua bagian dalam arus fluida persatuan waktu adalah sama [8].

▪ Menghitung tekanan pada *vacuum gauge* untuk sisi masuk pompa

Untuk menghitung besarnya kapasitas *vacuum gauge* mengacu pada pompa Panasonic GA-200JAK menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Pv_1 = (H_s - H_l) \cdot \rho \cdot g \tag{1}$$

Diketahui:

$$H_s = 9 \text{ m}$$

$$H_l = 0,21 \text{ m}$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{aligned} Pv_1 &= (H_s - H_l) \cdot \rho \cdot g \\ &= (9\text{m} - 0,21\text{m}) \cdot 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ &= (8,79\text{m}) \cdot 9800 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} = 86142 \text{ Pa} \end{aligned}$$

$$Pv_1 = 86142 \text{ Pa} = 64,61 \text{ cmHg}$$

Maka dari perhitungan di atas, kapasitas *Vacuum gauge* yang memenuhi syarat yaitu 76 cmHg, karena 76 cmHg lebih besar dari dari 64,61 cm Hg.

▪ Menghitung tekanan pada *pressure gauge* untuk sisi keluar pompa

Menghitung kapasitas *pressure gauge* yaitu menghitung besar tekanan keluar (*discharge*) secara maksimal pada setiap sisi keluar pompa dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$H_p = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} \tag{2}$$

Diketahui :

$$H_p = 30 \text{ m}$$

$$P_1 = -64,61 \text{ cmHg} = -86142 \text{ N/m}^2$$

$$\rho g = 9800 \text{ N/m}^3$$

$$30 \text{ m} = \frac{P_2 - 86142 \text{ N/m}^2}{9800 \text{ N/m}^3}$$

$$30 \text{ m} \times 9800 \text{ N/m}^3 = P_2 - 86142 \text{ N/m}^2$$

$$294000 \text{ N/m}^2 = P_2 - 86142 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 = 380142 \text{ N/m}^2 = 3,88 \text{ Bar}$$

Dari perhitungan di atas diketahui kapasitas maksimal *pressure gauge* yaitu 3,88 Bar, sedangkan untuk memudahkan pengujian dalam melakukan pengukuran dibutuhkan lebih besar dari perhitungan di atas dan memiliki space

maksimal 2 bar, sehingga dipilih *pressure gauge* dengan kapasitas 6 Bar.

▪ **Alternatif Pemilihan *Watermeter***

Pemilihan *watermeter* pada penelitian ini menggunakan *watermeter* yang dapat membaca laju aliran pada instalasi pipa. Dalam penelitian ini dipilih *watermeter*, dengan $Q_n = 1,6 \text{ m}^3/h$, artinya air diukur pada laju aliran nominalnya disebut Q_n dan diberikan dalam meter kubik per jam (satu meter kubik adalah 1.000 liter air).

Laju aliran maksimum *watermeter* adalah dua kali Q_n [9]. Nilai $Q_n = 1,6 \text{ m}^3/h$ dan $Q_{max} = 2 \times Q_n$, sehingga *watermeter* dapat mengukur laju aliran air maksimal $3,2 \text{ m}^3/h$.

Pada pompa Panasonic GA 200 JAK, laju aliran maksimalnya mencapai 29 liter/menit = $0,029 \text{ m}^3/\text{menit}$, $0,029 \times 60 = 1,74 \text{ m}^3/h$. Sehingga *watermeter* dengan kapasitas $Q_n = 1,6 \text{ m}^3/h$ atau $Q_{max} = 3,2 \text{ m}^3/h$ dapat digunakan untuk alat uji prestasi pompa ini dikarenakan $Q_{max} = 3,2 \text{ m}^3/h$ lebih besar $1,74 \text{ m}^3/h$.

▪ **Alternatif Pemilihan *Ball Valve***

Struktur dari *ball valve* memungkinkan penggunaan *soft/resilient seat* untuk bagian penyekat. Dengan *soft seat* tersebut, *ball valve* bisa dibuat dengan jaminan *zero leakage* yang tidak bisa diaplikasikan pada *gate valve*. Selain itu *ball valve* juga mempunyai sistem *quarter turn* yang memungkinkan menutup dan membuka katup dengan cepat [10].

3.2 Cara Pengoperasian Alat Uji Prestasi Pompa

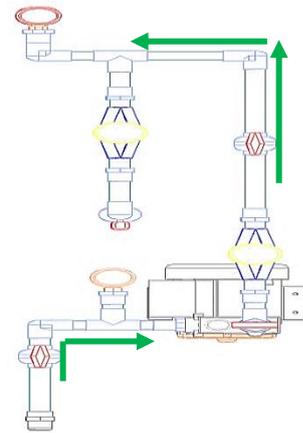
Adapun cara pengoperasian alat uji prestasi pompa yaitu dengan mengatur posisi *ball valve input* dan *ball valve output* pada masing-masing pompa sesuai instalasi yang akan digunakan pada proses pengujian baik secara tunggal, secara seri dan paralel untuk dua pompa yang identik maupun untuk dua pompa yang tidak identik. Setelah instalasi pipa dan *ball valve* diatur kemudian hidupkan saklar pompa yang akan diuji tersebut kemudian dilakukan pendataan pada semua alat ukur seperti *pressure gauge*, *vacuum gauge*, *watermeter*, *volumetrik* dan *ampere meter* pada masing-masing pompa. Data yang didapat dihitung untuk mendapatkan berapa nilai *head*, debit, ampere, titik daya terbaik dan efisiensinya, kemudian dari hasil perhitungan dibuatkan tabel dan kurva hasil pengujiannya.

Pengujian dua buah pompa yang identik yaitu pengujian pompa dengan menggunakan dua buah pompa yang memiliki spesifikasi atau merek yang sama. Sedangkan pengujian dua buah pompa yang tidak identik yaitu pengujian pompa

dengan menggunakan dua buah pompa yang memiliki spesifikasi atau merek yang berbeda yang diuji baik secara seri maupun secara paralel.

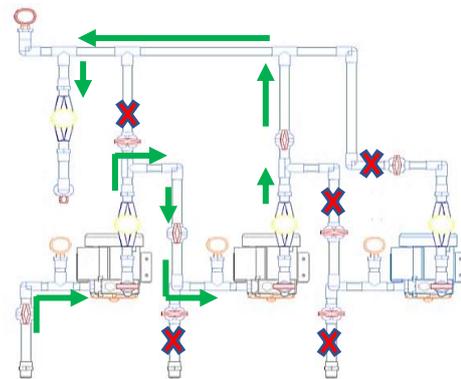
Berikut adalah beberapa gambar *layout* pengujian alat uji prestasi pompa:

▪ **Layout Pengujian pompa tunggal**



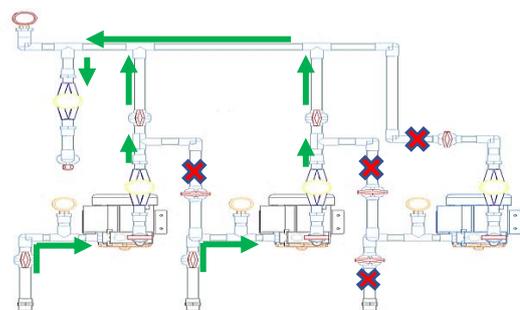
Gambar 6. *Layout* Pengujian Pompa Tunggal

▪ **Layout Pengujian Secara Seri Pompa 1 dan Pompa 2 Identik**



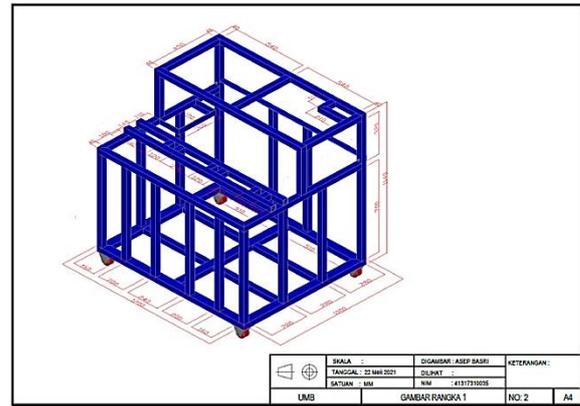
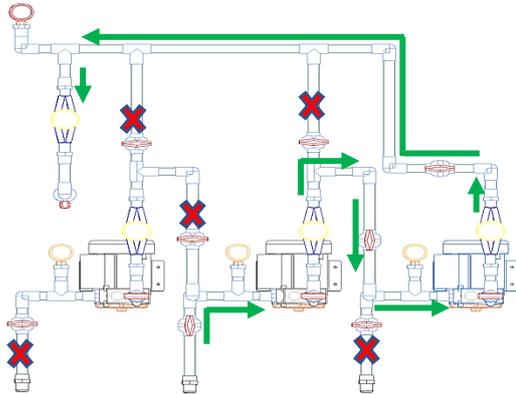
Gambar 7. *Layout* Pengujian Seri Pompa 1 dan Pompa 2 Identik

▪ **Layout Pengujian Secara Paralel Pompa 1 dan Pompa 2 Identik**



Gambar 8. *Layout* Pengujian Paralel Pompa 1 dan Pompa 2 Identik

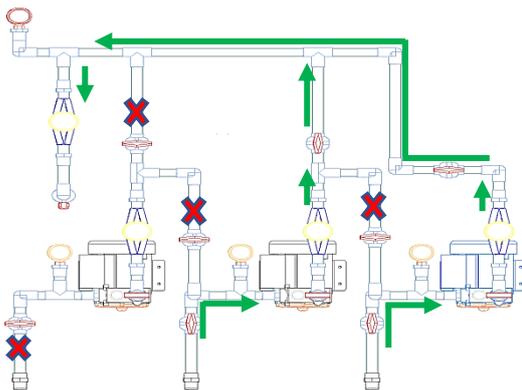
- *Layout* Pengujian Secara Seri Pompa 2 dan Pompa 3 Tidak Identik



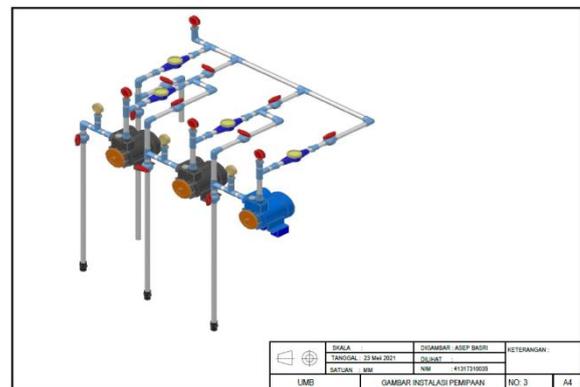
Gambar 12. Gambar Rangka

Gambar 9. *Layout* Pengujian Seri Pompa 2 dan Pompa 3 Tidak Identik

- *Layout* Pengujian Secara Paralel Pompa 2 dan Pompa 3 Tidak Identik



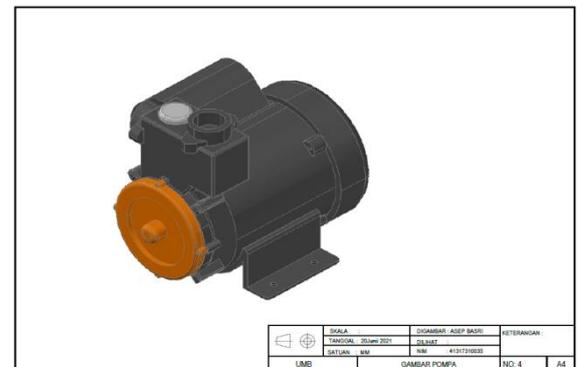
Gambar 10. *Layout* Pengujian Paralel Pompa 2 dan Pompa 3 Tidak Identik



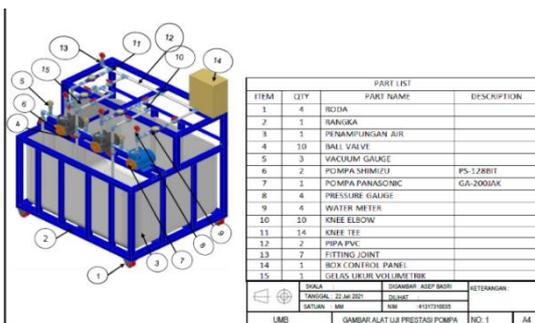
Gambar 13. Gambar Instalasi Pemipaan

3.3 Gambar Hasil Perancangan

Setelah memperoleh hasil perhitungan perancangan alat dan gaya yang terjadi, maka dibuatkan gambar perancangan sesuai kebutuhan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan alat di bawah ini.



Gambar 14. Gambar Pompa



Gambar 11. Gambar Detail Komponen Alat

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat uji prestasi pompa yang dirancang selain dapat menguji pompa secara tunggal juga dapat digunakan untuk menguji 2 pompa yang identik yaitu merek Shimizu PS-128BIT dan 2 pompa yang tidak identik yaitu merek Shimizu PS-128BIT dengan Panasonic GA-200JAK baik untuk pengujian secara seri maupun paralel.
2. Hasil yang didapatkan dari penggunaan metode VDI 2221 adalah (i) rangka menggunakan model pertama, (ii) material rangka menggunakan besi *hollow*, (iii)

penampungan air berkapasitas 1000 liter, (iv) pompa 1 dan pompa 2 menggunakan pompa merek Shimizu PS-128BIT dengan kapasitas debit maksimum 18 liter/menit, (v) pompa 3 menggunakan pompa merek Panasonic GA200JAK dengan kapasitas debit maksimum 29 liter/menit, (vi) kapasitas *vacuum gauge* yang digunakan yaitu -76 cmHg, (vii) kapasitas *pressure gauge* maksimal 6 Bar, (viii) kapasitas debit *watermeter* yang digunakan yaitu $Q_n = 1,6 \text{ m}^3/\text{h}$ dan $Q_{\text{max}} = 2 \times Q_n$, sehingga *watermeter* dapat mengukur laju aliran air maksimal $3,2 \text{ m}^3/\text{h}$, (ix) Pipa menggunakan pipa PVC kelas AW yang mampu bertahan pada tekanan maksimal 10 Bar dengan diameter pipa 1 inci, (x) *valve* yang digunakan model *Ball & Plug*, (xi) gelas ukur *volumetrik* yang digunakan berkapasitas 5 liter, dan (xii) alat ukur untuk menghitung waktu menggunakan *stopwatch*.

Adapun sarannya adalah sebagai berikut:

1. Jika alat uji prestasi pompa ini akan digunakan untuk menguji 3 buah pompa baik secara seri maupun paralel maka perlu dilakukan perhitungan kembali untuk pemilihan *pressure gauge* karena kemungkinan akan membutuhkan *pressure gauge* yang lebih besar kapasitasnya.
2. Sebaiknya dalam perencanaan spesifikasi komponen diharapkan saat perencanaan harus *diplanning* semaksimal mungkin untuk

menghindari dan meminimalisir penyimpangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Hutabarat, B. (2019). *Analisis Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal Dengan Variasi Head*.
- [2]. Nugroho et al. (2014). *Pengaruh jumlah sudu terhadap unjuk kerja dan kavitasi pompa sentrifugal*. 12(2009), 78–83
- [3]. Harfi, R., & Sugeng, U. M. (2015). *Analisa Biaya Dan Perancangan Alat Pemasang Bushing Pada Attachment Pc 400 Dengan Metode VDI*. 2(2), 47–54
- [4]. Nurdiansyah et al. (2019). *Pengujian Pompa Sentrifugal Eksisting*. 17–25
- [5]. Panjaitan, U. (2020). *Perancangan Mesin Pencacah Rumput Multifungsi Dengan Metode VDI 2221 Usdek Panjaitan*. 22(1), 65–78.
- [6]. Harfi, R. et al. (2015). *Perancangan dan Analisa Biaya Alat Penguji Kekuatan Tekan Genteng Keramik Berglazur*. 17–27.
- [7]. Pratama, A., & Fitri, M. (2020). *Rancang Bangun Alat Uji Konstanta Pegas Ulir Tekan Untuk Kapasitas 50 N / Mm Menggunakan Metode VDI 2221*. M(September), 41–49
- [8]. Sobari, R., Suarda, M., & Ghurri, A. (2019). *Pengaruh Variasi Diameter Pipa Transmisi Terhadap Performansi Sistem Pompa*. 8(4), 694–697
- [9]. http://www.watermeter.hk/service/install_water_meter.html
- [10]. Sularso. (2000). *Pompa Dan Kompresor*