

Rancang Bangun Alat Bantu Uji Kebocoran Produk *Gate Valve* Tipe DN80-5K

Jata Budiman, Otto Purnawarman, Risky Ayu Febriani[#]

Jurusan Teknik Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung
Jl. Kanayakan No. 21 - Dago, Bandung 40135, Indonesia
[#]riskyayuf@polman-bandung.ac.id

Abstrak

Gate valve seri 7363-1984 (DN80-5K) merupakan salah satu jenis *valve* yang digunakan pada komponen kapal untuk mengatur pasokan bahan bakar. Saat ini komponen tersebut masih didatangkan dari luar negeri dan baru beberapa industri kecil di daerah Tegal, Jawa Tengah yang mencoba mengembangkannya dan masih dalam skala kecil. Salah satu kendala yang dihadapi adalah tidak tersedianya alat uji produk sesuai standar dalam menentukan kebocoran *gate valve*. Penelitian ini difokuskan pada rancang bangun alat bantu uji kebocoran yang akan digunakan untuk melakukan uji kebocoran pada *gate valve* seri 7363-1984 (DN80-5K). Alat bantu uji kebocoran dibuat melalui tahapan perancangan menggunakan metode perancangan VDI 2221 (*Verein Deutsche Ingeineure*) dan dilakukan proses pembuatan menggunakan mesin-mesin perkakas dan las. Pengujian yang dilakukan mengacu pada standar JIS B 2003-2013, yang terdiri dari *shell leakage inspection*, *seat leakage inspection*, dan *backseat leakage inspection*. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengalirkan fluida bertekanan sebesar 1,5 kali dari tekanan kerja *gate valve* selama 60 detik untuk pengujian *shell leakage inspection*, sedangkan untuk pengujian *seat leakage inspection* dan *backseat leakage inspection* dilakukan dengan cara mengalirkan fluida bertekanan sama sebesar $6,2 \text{ kg/cm}^2$ selama masing-masing 30 detik dan 60 detik. Hasil yang didapatkan adalah sebuah alat bantu uji kebocoran yang mampu melakukan 3 jenis pengujian sesuai standar yang digunakan.

Kata kunci: alat uji kebocoran, *gate valve*, VDI 2221, *leakage inspection*, standar JIS B 2003-2013

Abstract

*Gate valve 73T63-1984 series (DN80-5K) is a type of valve used in ship components to regulate fuel supply. Currently, the components are still imported from abroad and only a few small industries in Tegal, Central Java are trying to develop it, but still on a small scale. One of the obstacles is the unavailability of standard product testing equipment in determining gate valve leakage. This research is focused on the design and build of a leak tester that will be used to perform a leak test on the Gate Valve 7363-1984 series (DN80-5K). The leak tester tool is manufactured through a design stage using the VDI 2221 (*Verein Deutsche Ingeineure*) design method and the manufacturing process are carried out using machine tools and welding machines. The tests carried out referring to the JIS B 2003-2013 standard, which consists of a shell leakage inspection, seat leakage inspection, and backseat leakage inspection. This test is carried out by flowing a pressurized fluid of 1.5 times the working pressure of the gate valve for 60 seconds for the shell leakage inspection test, while the seat leakage inspection and backseat leakage inspection tests are carried out by flowing the fluid with the same pressure of 6.2 kg/cm^2 for 30 seconds and 60 seconds, respectively. The result obtained is a leak test tool that is able to perform 3 types of tests according to the standards used.*

Keywords: leak tester tool, *gate valve*, VDI 2221, *leakage inspection*, JIS B 2003-2013 standard

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara maritim terluas yang memiliki banyak industri di bidang perkapalan. Beberapa industri perkapalan yang ada masih berstatus Industri Kecil dan Menengah (IKM), tetapi mempunyai posisi strategis untuk

memasok kebutuhan komponen kapal di Indonesia. Sayangnya kemampuan IKM yang memproduksi komponen perkapalan masih rendah dan belum dapat memenuhi standar nasional kebutuhan alat transportasi laut [1]. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia bekerjasama dengan IKM dalam rangka mengurangi ketergantungan terhadap

impor komponen perkapalan, salah satu komponen yang diproduksi adalah *gate valve*. Saat ini sudah banyak produk *gate valve* yang digunakan oleh industri galangan kapal saat proses perawatan ataupun perbaikan kapal dilakukan.

Gate valve adalah katup yang memiliki *vertical disc* yang dapat dinaik-turunkan untuk menutup atau membuka jalur aliran dari fluida. *Gate valve* didesain untuk sepenuhnya terbuka atau sepenuhnya menutup, dimana katup ini memang dirancang untuk se bisa mungkin tidak memberikan hambatan pada jalur fluida yang mengalir [2]. Adapun kendala yang dihadapi IKM dalam memproduksi komponen ini adalah kurangnya fasilitas, baik mesin dan peralatan yang dapat digunakan berhubungan dengan standarisasi produk. Sebagian besar IKM belum memiliki standar dan alat bantu uji kebocoran dari *gate valve* yang diproduksi. Namun demikian, dengan keterbatasan alat yang ada, proses penggerjaan produk *gate valve* masih dapat dilakukan. Khusus untuk pengujian kebocoran produk masih belum bisa dilakukan maksimal, karena tidak tersedianya alat uji kebocoran (*leak tester*) yang diperlukan sesuai standar. Padahal kebocoran ini berhubungan dengan keselamatan saat *gate valve* digunakan, setidaknya IKM menyediakan kontrol, inspeksi, dan pengujian produksi yang diperlukan untuk kebocoran *body* dan *seat* [3].

Analisis mengenai kekuatan *gate valve* telah banyak dilakukan dengan metode awal CFD (*Computational Fluid Dynamics*) dan dilanjutkan dengan FEA (*Finite Element Analysis*) [4]–[6]. Akan tetapi, penelitian tentang pengujian kebocoran *gate valve* belum banyak dilakukan di industri perkapalan. Salah satunya masih pada analisis struktural uji rig yang merupakan peralatan mekanis yang digunakan untuk menguji kebocoran katup hidrolik (*gate valve*) [7]. PT. Krakatau Shipyard pada KM. Kendhaga Nusantara menggunakan metode *Hydrostatic Pressure Test*, yaitu pengujian kekedapan pengelasan dan sambungan *gate valve* dilakukan dengan bantuan air bertekanan yang menggunakan alat uji yaitu *test pump* dan *pressure gauge* [8]. Untuk itu, IKM komponen kapal perlu membuat alat uji yang tepat dan sesuai standar untuk produk *gate valve* yang telah diproduksi.

Dalam penelitian ini, telah dibuat alat bantu uji kebocoran untuk *gate valve* dengan standar DN80-5K dengan tujuan untuk menguji kebocoran dari produk yang telah diproduksi dengan spesifikasi yang telah distandardkan. Terdapat dua tipe *gate valve* dibagi berdasarkan desain *disc*-nya yaitu *parallel gate valve* dan *wedge-shaped gate valve*. Pada penelitian ini *gate valve* yang digunakan adalah *gate valve* dengan standar DN80-5K yang

merupakan jenis *wedge-shaped gate valve* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Dari standar tersebut DN80 memiliki arti yaitu diameter nominal dari *gate valve* adalah 80 mm, sedangkan 5K adalah tekanan kerja maksimal yang mampu diterima oleh *gate valve* adalah 5 kg/cm². Alat bantu uji kebocoran dirancang menggunakan metoda VDI 2221 (*Verein Deutsche Ingenieuer* / persatuan insinyur Jerman) [9] dan dibuat menggunakan mesin-mesin perkakas dan pengelasan. Uji kebocoran yang dilakukan mengacu pada standar JIS B 2003-2013 (*general rules of inspection of valves*) tentang *pressure inspection* dengan standar 3 jenis pengujian [10].

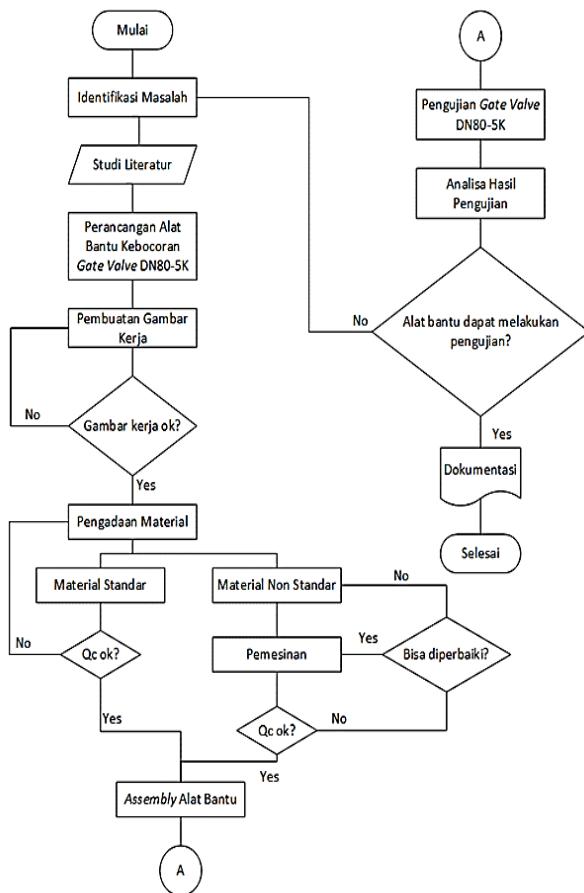
II. METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian untuk pengembangan *leak tester* atau alat uji kebocoran produk *gate valve* tipe DN80-5K dilakukan melalui beberapa tahapan sesuai dengan metodologi. Tahapan pelaksanaan penelitian mengikuti diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Proses penelitian dimulai dari identifikasi masalah yang mengenai diperlukannya alat uji untuk melakukan pengujian kebocoran pada produk *gate valve* jenis DN80-5K, dengan material *cast iron* pada bagian *shell* dan material kuningan pada bagian *seat*. Selanjutnya, mengkaji literatur untuk mencari referensi yang sesuai spesifikasi *gate valve*. Kemudian dilakukan perancangan konstruksi menggunakan metode perancangan VDI 2221 dengan empat tahapan utama yaitu merencanakan, mengkonsep, merancang, dan penyelesaian. Dari empat tahapan utama tersebut terdapat beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam pengujian *gate valve* sehingga menghasilkan daftar tuntutan utama seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

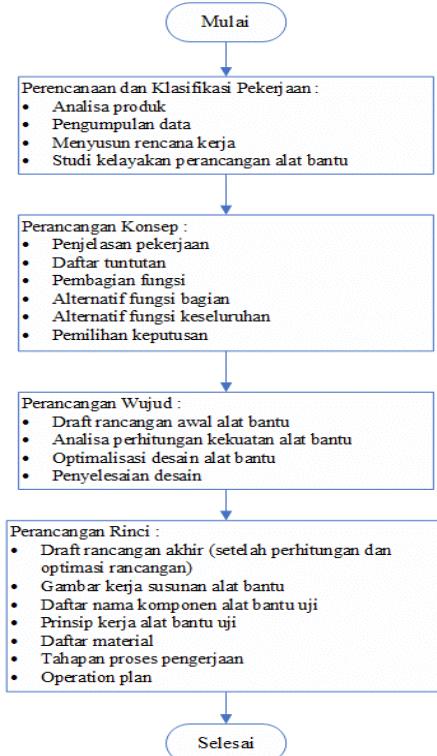


Gambar 1. *Gate valve* DN80- 5K

**Gambar 2. Diagram alir penelitian****Tabel 1. Daftar tuntutan utama**

No.	Tuntutan	Kuantifikasi
1	Mampu mencekam dan menahan valve	Beban pencekaman ± 800 kg
2	Mampu mengalirkan fluida bertekanan untuk pengujian	$\pm 7,5$ kg/cm ²

Skema rancangan alat bantu *leak tester* yang terdiri dari empat sistem utama juga dirumuskan pada tahapan ini. Pembuatan gambar kerja didapat setelah konstruksi rancangan alat bantu *leak tester* ditentukan dari fungsi bagian, pemilihan alternatif fungsi bagian dan alternatif fungsi keseluruhan. Berdasarkan hasil rancangan, pembuatan gambar dilakukan dengan pernyataan OK ketika gambar tersebut dapat diproses di permesinan, jika tidak, gambar akan kembali untuk diperbaiki. Selanjutnya, pengadaan komponen standar dan komponen non standar dilakukan. Kemudian dilanjutkan proses pembuatan, dimana komponen non standar dari *raw material* dilakukan proses permesinan dan pengelasan, sedangkan komponen standar dilanjutkan pada proses QC (*Quality Control*). Pembuatan yang dilakukan untuk membuat alat bantu uji kebocoran ini diantaranya proses *cutting*,

**Gambar 3. Diagram tahapan perancangan**

proses bubut, proses frais, proses bor, dan proses pengelasan, setelah itu baru dilanjutkan pada proses QC. Kemudian, proses *assembly* antara komponen standar dan komponen non standar dilakukan. Alat bantu pengujian yang telah dibuat dilakukan uji coba fungsi menggunakan master *gate valve* yang telah disiapkan dengan metode pengujian sesuai standar. Analisa hasil pengujian menyatakan dapat digunakan jika dapat mendeteksi master uji tanpa adanya kebocoran. Jika terjadi kebocoran, maka akan kembali pada tahapan identifikasi masalah. Proses pengujian pada alat bantu ini penting karena akan mengarah pada penentuan *gate valve* layak atau tidak untuk digunakan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan

Metode perancangan yang digunakan mengacu pada tahapan perancangan yang dirumuskan oleh VDI 2221. Pada metode perancangan ini terdapat empat tahapan, yang masing-masing terdiri dari beberapa langkah. Keempat tahapan tersebut yaitu [9]:

1. Perencanaan dan klasifikasi pekerjaan
2. Perancangan konsep
3. Perancangan wujud
4. Perancangan rinci

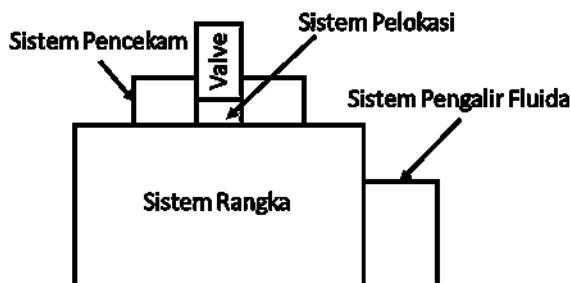
Gambar 3 menunjukkan diagram metode perancangan VDI 2221 yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 2. Daftar tuntutan detail

No	Tuntutan	Kuantifikasi
1	Mampu mencekam dan menahan valve	Beban pencekaman \pm 800 kg, beban valve \pm 25 kg
2	Mampu mengalirkan fluida bertekanan untuk pengujian	\pm 7,5 kg/cm ²
3	Tidak menyebabkan korosi	-

Tabel 3. Alternatif fluida

Fluida		
	Alternatif 1	Alternatif 2
Kriteria	Udara	Minyak
Ketersediaan	Mudah	Sulit
Kriteria pengujian	Baik	Baik
Ekonomis	Biaya rendah	Biaya tinggi



Gambar 4. Skema rancangan alat bantu uji

Setiap tahapan menghasilkan beberapa hasil yang menjadi tolak ukur untuk tahap selanjutnya. Tahap pertama yaitu perencanaan dan klasifikasi pekerjaan yaitu menghasilkan daftar tuntutan dan spesifikasi rancangan yang menjadi tolak ukur untuk tahap kedua yaitu percangan konsep. Kemudian hasil tahap berikutnya menjadi umpan balik untuk tahapan yang mendahuluinya. Berdasarkan tahapan perancangan yang telah ditentukan, daftar tuntutan detail dibuat dari hasil perancangan konsep seperti ditampilkan pada Tabel 2.

Skema rancangan alat uji yang direncanakan terdiri dari beberapa empat fungsi bagian, yaitu fungsi pencekam, fungsi pelokasi, fungsi rangka, dan fungsi pengalir fluida. Skema rancangan ditunjukkan pada Gambar 4. Adapun kebocoran valve ini dapat dapat menggunakan uji hidrostatik (media uji: cairan, seperti air atau minyak tanah) atau uji pneumatik (media uji: gas, seperti udara atau nitrogen) [11]. Berdasarkan kriteria tersebut, identifikasi terhadap alternatif fluida yang digunakan sebagai media uji ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 4. Alternatif fungsi bagian

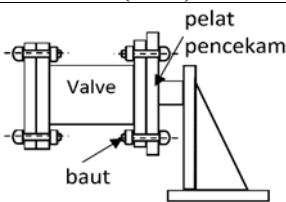
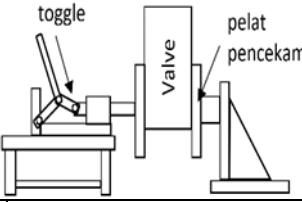
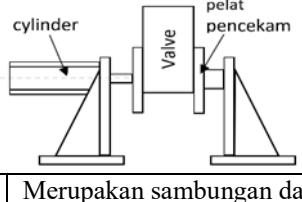
Kriteria	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Sistem pencekam	Baut	Toogle clamp	Pneumatik cylinder
Sistem pengalir fluida	Pompa manual	Piston dengan sistem reduksi	Kompresor listrik
Sistem pelokasi	Pelat dengan alur V	Pelat dengan profil U	
Sistem rangka	Square profile	Baja siku	

1) *Alternatif Fungsi Bagian*: Fungsi bagian yang telah ditentukan selanjutnya didefinisikan sehingga menghasilkan beberapa alternatif fungsi bagian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4. Selanjutnya tabel morfologi dibuat untuk setiap fungsi bagian dengan memberikan penjelasan dan penilaian terhadap kelebihan dan kekurangan masing-masing alternatif fungsi bagian tersebut. Tabel 5 menunjukkan salah satu contoh kotak morfologi yang dibuat untuk fungsi bagian sistem pencekam. Hasil dari alternatif fungsi bagian dilanjutkan untuk membuat alternatif fungsi keseluruhan.

2) *Alternatif Fungsi Keseluruhan*: Berdasarkan kotak morfologi yang telah dibuat sebelumnya, maka alternatif-alternatif fungsi bagian dikombinasikan atau dikelompokan menjadi satu alternatif fungsi keseluruhan (AFK) yang terbagi menjadi tiga jenis seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6. Konstruksi hasil penggabungan pada alternatif fungsi keseluruhan, masing-masing ditampilkan pada Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7. Masing-masing AFK memiliki kelebihan berdasarkan empat sistem. Berikut kelebihan dari masing-masing sistem dari AFK, yaitu:

- AFK1: memiliki biaya material yang rendah pada sistem pencekam, dapat mencapai tekanan spesifik dalam waktu yang cepat pada sistem pengalir fluida, bidang kontak besar pada sistem pelokasi, dan part standar pada sistem rangka.
- AFK2: *loading* atau *unloading* relatif cepat, karena menggunakan sistem tuas pada sistem pencekam, pemakaian ruang sedikit pada sistem pengalir fluida, jangkauan diameter yang dapat ditumpu bervariasi pada sistem pelokasi, dan part standar pada sistem rangka.

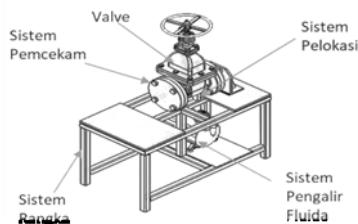
Tabel 5. Contoh tabel morfologi untuk alternatif fungsi bagian sistem pencekam

A1 (Baut)	
	
Konstruksi	Merupakan sambungan dari pelat pencekam dan baut
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> • Proses pemesinan mudah • Tidak ada batasan jangkauan pencekaman • Biaya material rendah
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> * <i>Loading</i> atau <i>unloading</i> sangat bergantung pada kecepatan tangan operator * Resiko terjadinya kecelakaan kerja lebih besar, karena pada saat pemasangan baut pelat pencekam hanya ditahan oleh tangan operator
A2 (Toggle Clamp)	
	
Konstruksi	Merupakan sambungan dari pelat pencekam dan <i>toggle clamp</i>
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> • Proses pemesinan mudah • <i>Loading</i> atau <i>unloading</i> relatif cepat, karena menggunakan sistem tuas
Kekurangan	Jangkauan pencekaman bergantung pada panjang batang dari <i>toggle clamp</i>
A3 (Pneumatic Cylinder)	
	
Konstruksi	Merupakan sambungan dari pelat pencekam dan <i>pneumatic cylinder</i>
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> • Proses pemesinan mudah • Kecepatan <i>loading</i> atau <i>unloading</i> dapat dikendalikan
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya material tinggi • Jangkauan pencekaman bergantung pada panjang dari batang <i>pneumatic cylinder</i>

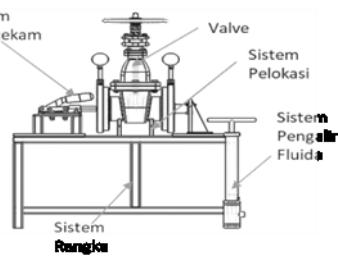
- AFK3: Kecepatan *loading* atau *unloading* dapat dikendalikan pada sistem pencekam, dapat mencapai tekanan spesifik dalam waktu yang cepat pada sistem pengalir fluida, bidang kontak

Tabel 6. Alternatif fungsi keseluruhan (AFK)

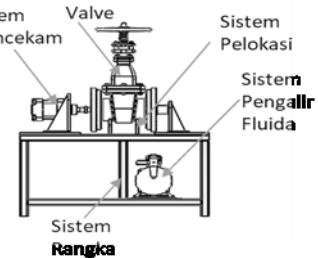
Alternatif fungsi keseluruhan			
	ALT1	ALT2	ALT3
Sistem Pencekam	A1	A2	A3
Sistem Pengalir Fluida	B1	B2	B3
Sistem Pelokasi	C1	C2	
Sistem Rangka	D1	D2	
Alternatif Fungsi Keseluruhan	AFK1	AFK2	AFK3



Gambar 5. Alternatif fungsi keseluruhan 1



Gambar 6. Alternatif fungsi keseluruhan 2



Gambar 7. Alternatif fungsi keseluruhan

besar pada sistem pelokasi, dan part standar pada sistem rangka.

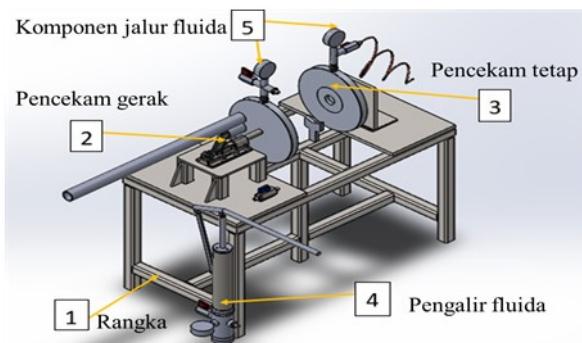
3) *Pemilihan Keputusan*: Setelah mendapat rumusan alternatif fungsi keseluruhan, selanjutnya dilakukan proses penilaian yang akan dikembangkan dalam fase perancangan. Adapun kriteria penilaiannya dibuat dalam rentang nilai -2 s.d +2, dengan interpretasi mulai dari sangat kurang, kurang, cukup, baik, dan sangat baik. Hasil penilaian tiga alternatif fungsi keseluruhan berdasarkan aspek teknik dan ekonomis disajikan pada Tabel 7. Sedangkan penilaian gabungannya disajikan pada Tabel 8. Hasil penilaian didapatkan kombinasi yang paling ideal yaitu AFK 2 dengan presentase penilaian paling tinggi yaitu 59,5%.

Tabel 7. Penilaian aspek teknis dan ekonomis dari AFK

Aspek Teknis								
No.	Aspek yang dinilai	Bobot	Alternatif Fungsi Keseluruhan				Nilai Ideal	
			AFK1	AFK2	AFK3			
1	Pencapaian fungsi	4	+2	8	+2	8	+2	8
2	Konstruksi	2	+1	2	+1	2	+1	2
3	Kemudahan permesinan dan perakitan	3	+2	6	+1	3	+1	3
4	Pengoperasian dan pengamanan	3	-1	-3	+1	3	+2	6
Nilai total				13		16		19
Presentase (%)				54		67		79
								100
Aspek Ekonomis								
No.	Aspek yang dinilai	Bobot	Alternatif Fungsi Keseluruhan				Nilai Ideal	
			AFK1	AFK2	AFK3			
1	Biaya pembuatan	4	+1	4	+1	4	+2	8
2	Biaya perawatan	2	+1	2	+1	2	+2	4
3	Optimasi part standard	3	0	0	+1	3	+2	6
Nilai total				6		9		18
Presentase (%)				33		50		11
								100

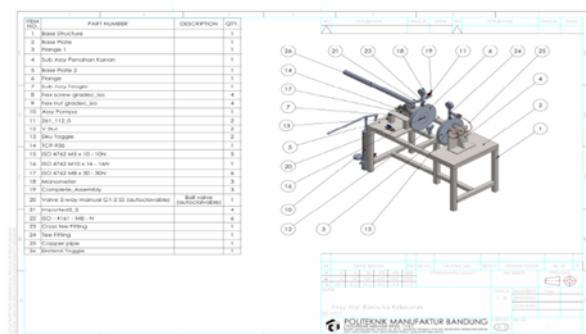
Tabel 8. Penilaian aspek gabungan dari Alternatif Fungsi Keseluruhan

Aspek Keseluruhan					
No.	Aspek yang dinilai	Alternatif Fungsi Keseluruhan			Nilai Ideal
		AFK 1	AFK 2	AFK 3	
1	Aspek Teknik	13	16	19	24
2	Aspek Ekonomi	6	9	2	18
Nilai total		19	25	21	42
Presentase (%)		45,2	59,5	50	100



Gambar 8. Rancangan konstruksi alat bantu uji kebocoran

4) *Tahap Perancangan Wujud:* Setelah dilakukan penentuan fungsi bagian, pemilihan alternatif fungsi bagian dan alternatif fungsi keseluruhan, pada tahap ini dibuat draft rancangan konstruksi alat uji kebocoran yang dibagi menjadi lima bagian utama, seperti terlihat pada Gambar 8. Rancangan konstruksi ini selanjutnya dianalisa untuk mendapatkan informasi lebih lanjut tentang kekuatan, kinematika, pemilihan bahan, proses dan sebagainya. Optimalisasi rancangan akan dilakukan pada spesifikasi beberapa komponen jika diperlukan.



Gambar 9. Gambar assembly alat bantu uji kebocoran

5) *Tahap Perancangan Rinci:* Pada tahap ini dibuat gambar kerja *assembly*, gambar kerja detail, daftar nama komponen alat bantu, prinsip kerja alat bantu, daftar material, tahapan proses penggerjaan, dan *operation plan* yang akan digunakan sebagai informasi untuk proses pembuatan setiap komponen dengan menggunakan mesin maupun peralatan yang sesuai. Gambar 9 menunjukkan salah satu luaran dari tahapan perancangan rinci yaitu gambar kerja *assembly*. Tahapan ini juga dapat membantu pengerjaan menjadi berurutan, sehingga pekerjaan lebih mudah dan sistematis.

Tabel 9. Prinsip kerja alat bantu uji kebocoran

No	Prinsip Kerja	Gambar
1	Posisikan <i>gate valve</i> yang akan diuji pada lokator.	
2	Cekam <i>gate valve</i> yang akan diuji dengan cara mendorong penuh tuas klem.	
3	Setelah <i>gate valve</i> tercekam, buka <i>ball valve</i> yang menghubungkan pompa dan pencekam. Kemudian, pompa untuk mengalirkan udara kedalam <i>gate valve</i> hingga mencapai tekanan yang diinginkan dengan cara melihat <i>pressure gauge</i> yang ada pada pencekam dan pengalir fluida.	
4	Jika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, tutup <i>ball valve</i> yang menghubungkan pompa dan pencekam. Kemudian, buka <i>ball valve</i> yang berada pada pompa untuk membuang udara sisa pompa	
5	Tahan udara yang terperangkap pada <i>gate valve</i> sesuai dengan waktu standar pengujian. Jika pada tahap ini tekanan udara pada <i>gate valve</i> turun, berarti terjadi kebocoran. Kondisi tekanan pada <i>gate valve</i> dapat dipantau melalui <i>pressure gauge</i> .	
6	Untuk pengujian <i>shell leakage inspection</i> dan <i>backseat leakage inspection</i> , setelah waktu pengujian telah terpenuhi, untuk membuang udara yang terperangkap pada <i>gate valve</i> , buka <i>ball valve</i> yang berada pada pencekam gerak.	
	Sedangkan untuk pengujian <i>seat leakage inspection</i> setelah tekanan pengujian tercapai, tutup katup dan buang udara untuk menstabilkan tekanan udara pada <i>gate valve</i> melalui <i>ball valve</i> pada pencekam tetap. Setelah pengujian selesai, untuk membuang udara yang terperangkap buka <i>ball valve</i> pada pencekam gerak	

B. Prinsip Kerja Alat Uji Kebocoran

Prinsip kerja alat direncanakan pada tahap awal perancangan saat penentuan identifikasi masalah dan perumusan daftar tuntutan. Hal ini dilakukan untuk menjadi panduan saat pembuatan dan pengujian. Tabel 9 menjelaskan prinsip kerja dari alat uji kebocoran yang dibuat.

C. Proses Penggeraan Alat Uji Kebocoran

Tahap awal penggeraan komponen-komponen rancangan alat bantu uji kebocoran adalah

persiapan komponen standar dan komponen non standar yang akan digunakan. Perencanaan proses (*operation plan*) merupakan tahap selanjutnya yang dilakukan sebelum komponen non standar diproses untuk permesinan maupun pengelasan. Hasil dari setiap proses yang dilalui oleh tiap-tiap komponen yang dibuat, dilakukan pemeriksaan terhadap bentuk geometri maupun ukuran. Tahapan proses penggeraan untuk masing-masing komponen non standar yang dibuat dari *raw material*, disajikan pada Tabel 10. Contoh komponen non standar pada

Tabel 10. Tahapan Proses Pengerjaan

No	Nama Komponen	Tahapan Proses
1	Rangka profil	Ct – Las
2	Base pencekam gerak	Ct – Fr – Las
3	Base pencekam tetap	Ct – Fr – Las
4	Lokator	Ct – Fr – Las
5	Pelat pencekam gerak	Ct – Bu – Bo
6	Pelat pencekam tetap	Ct – Bu – Bo
7	Pelat siku	Ct – Fr – Las
8	Kaki base toggle	Ct – Las
9	Base plate toggle	Ct – Fr – Bo – Las
10	Pelat dudukan	Ct – Fr – Las
11	Pipa tumpuan	Ct – Las
12	Pelat dudukan vertikal	Ct – Fr – Bo – Las
13	Siku penahan	Ct – Fr – Las
14	Pelat dudukan horizontal	Ct – Fr – Las
15	Handle piston & Piston shaft	Ct – Bu
16	Cap atas	Ct – Bu – Bo
17	Pipa atas	Ct – Bo
18	Piston head	Ct – Bu – Bo
19	Batang pengarah	Ct
20	Pelat pengarah	Ct – Bo
21	Cap bawah	Ct – Bu – Bo
22	Pelat penyambung bawah	Ct – Bu – Bo
23	Pipa bawah	Ct – Bo
24	Silinder penutup saluran	Ct – Bu – Bo
25	Pelat penyambung atas	Ct – Bu – Bo
26	Pelat penyambung pipa atas	Ct – Bu – Bo
27	Engsel	Ct – Bo
28	Ekstension handle	Ct

* Ct: Cutting; Fr: Frais; Bu: Bubut; Bo: Bor; Las: Pengelasan



Gambar 10. Salah satu aktivitas pembuatan komponen non standar

No. 15 yaitu *piston shaft* dengan tahapan proses Ct – Bu, dimana proses-proses yang dimaksud adalah diawali dengan pemotongan (*cutting*) raw material dan selanjutnya diproses bubut. Gambar 10 menunjukkan salah satu contoh aktivitas pembuatan *piston shaft* yang dikerjakan pada mesin bubut. Hasil yang didapatkan dari proses penggerjaan



Gambar 11. Proses pengujian kebocoran gate valve

komponen non standar, selanjutnya dirakit antara satu komponen dengan komponen lainnya. Perakitan juga dilakukan dengan menggabungkan komponen standar seperti *pressure gauge*, selang, dll.

D. Pengujian Kebocoran

Untuk uji hidrostatis dan pneumatik, *Maximum Allowance Leakage* (MAL) dijadikan fungsi dari kelas katup dan kategori tekanan. Gambar 11 menunjukkan penempatan *gate valve* master uji saat pengujian kebocoran. Sebagian besar perubahan aliran terjadi di dekat penghentian dengan kecepatan fluida yang relatif tinggi yang menyebabkan keausan gerbang dan kursi dan akhirnya bocor jika digunakan untuk mengatur aliran. Uji coba pada alat yang dibuat dilakukan dengan menggunakan master *gate valve* yang telah disiapkan. Uji coba dilakukan untuk mengecek fungsi dari alat yang dibuat melalui metode uji kebocoran. Uji kebocoran yang dilakukan mengacu pada standar JIS B 2003-2013 (*general rules of inspection of valves*) tentang *pressure inspection*. Berdasarkan standar yang digunakan ada 3 jenis pengujian yang wajib dilakukan oleh produsen *valve* yaitu, *shell leakage inspection*, *seat leakage inspection* dan *backseat leakage inspection*. Sebagian besar perubahan aliran terjadi di dekat penghentian dengan kecepatan fluida yang relatif tinggi yang menyebabkan keausan gerbang dan kursi dan akhirnya bocor jika digunakan untuk mengatur aliran.

1) *Shell Leakage Inspection*: Berdasarkan standar JIS B 2003-2013 prosedur yang harus dilakukan pada pengujian *shell leakage inspection* dengan menggunakan udara adalah, untuk nominal diameter *valve* 65 atau lebih, pengujian yang dilakukan sama dengan pengujian dengan menggunakan air, yaitu tekanan yang digunakan pada saat pengujian adalah 1,5 kali dari tekanan kerja *valve* yang diuji. Kemudian ditahan dalam

periode waktu tertentu sesuai dengan diameter nominal dari *valve*. Pada saat pengujian dilakukan, *valve* harus direndam dalam air atau dioles dengan air sabun pada bagian luar dari *valve* untuk mengetahui letak kebocoran yang terjadi pada bagian luar *valve*. Selain itu, tidak boleh terjadi kebocoran pada bagian luar *gate valve* ketika pengujian dilakukan. Diameter nominal *valve* yang digunakan pada pengujian ini adalah 80, maka waktu minimal pengujinya adalah 60 detik. Dan tekanan udara untuk pengujinya adalah 7,5 kg/cm².

2) *Seat Leakage Inspection*: Berdasarkan standar JIS B 2003-2013 prosedur untuk pengujian *seat leakage inspection* dengan menggunakan udara adalah, *valve* yang diuji dialirkan udara hingga tekanan 0,6 MPa atau 6,2 kg/cm² dengan posisi *gate* atau katup tertutup. Setelah tekanan udara tercapai, *gate* atau katup pada *valve* ditutup dan udara pada salah satu bagian yang berhadapan dengan katup dibuang udaranya dan bagian tersebut harus sama tekanannya dengan tekanan udara luar. Setelah itu dilakukan perhitungan kebocoran yang terjadi pada bagian katup. Untuk metode penghitungan kebocoran yang terjadi pada katup dapat dilakukan dengan metoda apapun, akan tetapi metoda tersebut harus terkalibrasi sehingga tingkat kebocoran dapat diketahui. Sama halnya seperti *shell leakage inspection*, diameter nominal *valve* yang digunakan adalah 80, tetapi waktu pengujian untuk *seat leakage inspection* ini adalah 30 detik. Sedangkan untuk toleransi kebocorannya adalah 0,3 mm³/s x 80 = 24 mm³/s atau 0,024 cc/s. Untuk metoda penghitungan kebocoran yang terjadi pada katup, menggunakan metoda yang digunakan oleh MSS (*Manufacturers Standardization Society*) [12].

3) *Backseat Leakage Inspection*: Berdasarkan standar JIS B 2003-2013 pengujian *backseat leakage inspection* dilakukan dengan cara mengalirkan fluida kedalam *valve* yang akan diuji hingga mencapai tekanan 0,6 MPa atau 6,2 kg/cm²,

dalam posisi *gate* terbuka penuh dan pengunci *backseat* dilepas atau dikendorkan penguncinya. Setelah itu ditahan dalam waktu 60 detik dan pada bagian pengunci *backseat* yang telah dikendorkan atau dilepas diolesi dengan cairan sabun untuk mengetahui terjadinya kebocoran. Tidak boleh terjadi kebocoran pada bagian *backseat* pada saat pengujian dilakukan.

E. Hasil Pengujian

Hasil pengujian yang dilakukan terhadap sampel uji berupa *gate valve* tipe DN80-5K untuk ketiga jenis pengujian di atas, menunjukkan hasil seperti ditampilkan pada Tabel 11. Sebagai data tambahan bahwa 0,2 kg/cm² pada *pressure gauge* setara dengan 60 gelembung yang keluar dari pipa tembaga atau setara dengan 2,4 cc. Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa alat bantu uji yang telah di buat dapat melakukan pengujian *pressure inspection* sesuai dengan standar JIS B 2003-2013.

IV. KESIMPULAN

Rancang bangun alat bantu uji kebocoran *gate valve* standar DN80-5K telah berhasil dilakukan pada penelitian ini. Proses perancangan menggunakan metoda VDI 2221 dengan empat tahapan utama yaitu merencanakan, mengkonsep, merancang, dan penyelesaian. Desain alat bantu uji dirancang dengan memenuhi daftar tuntutan detail yang memiliki kuantifikasi sebagai berikut, yaitu mampu mencekam dan menahan *valve* dengan beban pencekaman ± 800 kg, Beban *valve* ± 25 kg, mampu mengalirkan fluida bertekanan untuk pengujian ± 7,5 kg/cm², dan tidak menyebabkan korosi. Pada proses pembuatan ada beberapa proses yang dilakukan untuk membuat alat bantu uji kebocoran ini diantaranya proses *cutting*, proses bubut, proses frais, proses bor, proses pengelasan,

Tabel 11. Hasil pengujian

No	Pengujian	Hasil	Kualifikasi Jis B 2003-2013	Kuantifikasi Jis B 2003-2013
1	<i>Shell Leakage Inspection</i>	Tidak ada kebocoran	Tidak ada kebocoran	-
2	<i>Seat Leakage Inspection</i>	Kebocoran = 0,2 cc/detik (6 cc/30 detik, atau 150 gelembung/30 detik pada kedua sisi)	-	Toleransi kebocoran = 0,024 cc/detik (0,72 cc/30 detik, atau 18 gelembung/30 detik)
3	<i>Backseat Leakage Inspection</i>	Terjadi kebocoran	Tidak ada kebocoran	-

dan proses *assembly*. Berdasarkan standar JIS B 2003-2013, terdapat 3 jenis uji kebocoran (*pressure inspection*) yang dilakukan dengan menggunakan alat uji yang telah dibuat yaitu, *shell leakage inspection*, *seat leakage inspection*, dan *backseat leakage inspection*. Dari hasil pengujian, tidak terjadi kebocoran pada jenis *shell leakage inspection* dan *backseat leakage inspection*. Sedangkan untuk *seat leakage inspection*, kebocoran terjadi sebanyak 0,2 cc/detik (6 cc/30 detik, atau 150 gelembung/30 detik pada kedua sisi). Penelitian selanjutnya untuk konstruksi alat bantu uji bisa ditambahkan bak air untuk merendam valve yang akan diuji, agar proses observasi pada *shell leakage inspection* dapat lebih mudah dan juga menyeluruh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung yang telah memberikan dukungan finansial kepada penulis dalam hibah program penelitian internal, inovasi, dan pengabdian kepada masyarakat/kuliah kerja nyata (KKN) Politeknik Manufaktur Bandung Tahun 2020 (Nomor SK: 020/PL11/KP/2020).

REFERENSI

- [1] A. Khoryanton, "Standarisasi Produk guna Meningkatkan Daya Saing Industri Kecil Menengah Komponen Kapal di Kabupaten Tegal," in *3rd Polines National Engineering Conference*, 2015, pp. 15–24.
- [2] I. Sutton, *Plant Design and Operations Handbook Second Edition*, Virginia: Gulf Professional Publishing, 2017.
- [3] A. Bahadori, *Personnel Protection and Safety Equipment for the Oil and Gas Industries*, Lismore: Gulf Professional Publishing, 2015.
- [4] S. Sathishkumar, R. Hemanathan, R. Gopinath, and D. Dilipkumar, "Design and Analysis of Gate Valve Body and Seat Ring," *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 3, pp. 131–141, 2017.
- [5] M. Rahmi, D. Canra, and Suliono, "Analisis Kekuatan Ball Valve Akibat Tekanan Fluida menggunakan Finite Element Analysis," *Jurnal Teknologi Terapan (JTT)*, vol. 4, no. 2, pp. 79–84, 2018.
- [6] B. Herlambang and T. Mulyanto, "Analisis Kekuatan Gate Valve 2 9/16 3.000 PSi Akibat Tekanan Fluida menggunakan Finite Element Analysis Solidworks 2018," *J. Mech. Eng. Mechatronics*, vol. 5, no. 1, pp. 21–27, 2020.
- [7] P. S. Burli and C. S. Rajashekhar, "Design for Stress and Vibrational Analysis of Valve Test Rig", *International Journal of Engineering Research & Technology*, vol. 3, no. 1, pp. 3056-3063, 2014.
- [8] A. R. Yusim, M. A. Fadila, and Sarwoko, "Proses Pengujian Kebocoran Valve pada KM. Kendhaga Nusantara menggunakan Hydrostatic pressure Test," *J. Inov. Sains dan Teknol. Kelaut. (Zona Laut)*, vol. 1, no. 3, pp. 78–83, 2020.
- [9] H. D. Harsokoesoemo, *Pengantar Perancangan Teknik Second Edition*. Bandung: ITB, 2004.
- [10] JIS B 2003-2013, *General Rules of Inspections of Valves*. Japanese Industrial Standard, 2003.
- [11] (2020) Allied Valve website. [Online]. Available: <https://alliedvalveinc.com/>
- [12] The Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry, Inc, *Pressure Testing of Valves*. U.S.A: Manufacturers Standardization Society, 2009.