

RANCANG BANGUN ALAT BANTU UJI KEBOCORAN PADA PRODUK GATE VALVE SERI 7363-1984 (DN80-5K)

Sathya Yogi, Jata Budiman, SST., MT.

Politeknik Manufaktur Bandung

JL.Kanayakan No.21 - Dago, Bandung – 40135

Phone/Fax : (022) 250 0241 / 2502649

Email : Sathya_yogi@outlook.com

1. Abstrak

Indonesia merupakan negara maritim, oleh karena itu banyak sekali industri kecil menengah (IKM) yang bergerak di bidang maritim. Salah satu produk yang diproduksi oleh IKM adalah *gate valve*. Kementerian industri Republik Indonesia memiliki program untuk mengurangi jumlah import komponen perkapalan, salah satunya *gate valve*. Untuk merealisasikan hal tersebut kementerian industri bekerja sama dengan industri kecil menengah yang bergerak dibidang perkapalan untuk memproduksi komponen *gate valve*. Terdapat beberapa masalah dalam merealisasikan program dari kementerian industri yaitu, sebagian besar industri kecil menengah (IKM) belum memiliki standar dan alat bantu uji kebocoran dari *gate valve* yang diproduksi. Karena itu diperlukan standar pengujian dan alat bantu uji yang tepat untuk produk *gate valve* yang telah diproduksi. Penelitian ini akan menjelaskan standar pengujian untuk uji kebocoran produk *gate valve* yang diproduksi, kemudian akan dibuat alat bantu uji yang mampu melakukan pengujian sesuai dengan standar uji yang digunakan. Perancangan dari alat bantu uji kebocoran menggunakan metoda perancangan VDI 2221 (*verein deutche ingineure*) yang terdiri dari 4 tahapan, yaitu perencanaan dan klasifikasi pekerjaan, perancangan konsep, perancangan wujud, dan perancangan rinci. Terdapat 5 proses utama dalam pembuatan alat bantu uji kebocoran, yaitu, *cutting*, *milling*, bor, bubut, dan *assembly*. Didalam standar JIS B 2003-2013 terdapat 3 jenis pengujian yaitu *shell leakage inspection*, *seat leakage inspection*, dan *backseat leakage inspection*. Pada pengujian *shell leakage inspection* tidak terjadi kebocoran pada bagian luar dari *valve*, Pada pengujian *seat leakage inspection* terdapat kebocoran yaitu 0,2 cc/detik. Sedangkan untuk *backseat leakage inspection*, terjadi kebocoran pada bagian *backseat* ketika uji kebocoran dilakukan. Dari ketiga pengujian yang dilakukan dengan menggunakan alat bantu uji kebocoran yang telah dibuat, alat bantu uji kebocoran dapat melakukan ketiga jenis pengujian sesuai dengan prosedur pengujian pada standar JIS B 2003-2013.

2. Pendahuluan

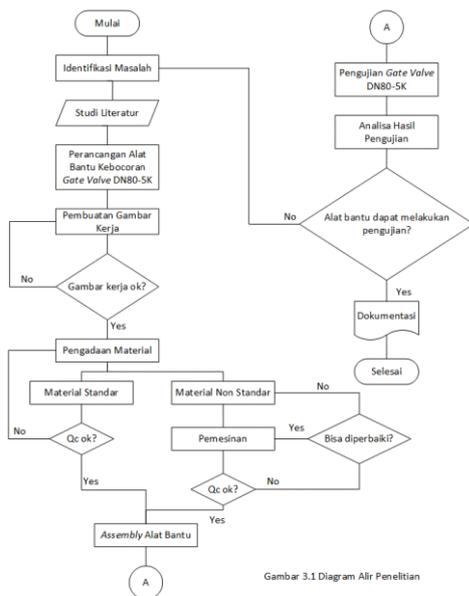
Indonesia merupakan salah satu negara maritim terluas memiliki banyak industri di bidang perkapalan. Beberapa industri perkapalan yang ada masih memiliki status industri kecil menengah (IKM). Salah satu komponen perkapalan yang diproduksi oleh IKM pada bidang perkapalan adalah *gate valve*. Kementerian industri Republik Indonesia memiliki program untuk mengurangi jumlah import komponen perkapalan, salah satunya *gate valve*. Namun beberapa IKM dalam bidang perkapalan belum memiliki standar pengerjaan maupun standar pengujian komponen tersebut.

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 sebisa mungkin tidak memberikan hambatan pada aliran^[1]. *Gate valve* terbagi dalam beberapa jenis yang di klasifikasi berdasarkan desain dari *gate* dan *seating faces*^[1], pada pembahasan ini *gate valve* yang akan digunakan adalah *gate valve* dengan standar DN80-5K. 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 5kg/cm².

Gate valve terdiri dari beberapa komponen yang harus *diassembly*. Setelah komponen dari *gate valve diassembly*, *gate valve* tidak dapat langsung dipakai. *Gate valve* yang sudah *terassembly* harus melalui serangkaian pengujian agar *gate valve* yang telah diproduksi dinyatakan layak untuk digunakan. salah satu pengujian pada *gate valve* adalah uji kebocoran atau *Pressure inspection*. Pada penelitian ini penulis akan merancang dan membangun alat bantu uji kebocoran untuk *gate valve*, khususnya *gate valve* dengan standar DN80-5K. Dari alat bantu uji kebocoran yang telah dirancang dan dibuat, diharapkan dapat mempermudah uji kebocoran untuk industri kecil menengah (IKM) yang memproduksi *gate valve* standar DN80-5K.

3. Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.1 Identifikasi Masalah

Masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah pengujian kebocoran pada *gate valve* jenis DN80-5K. Berikut spesifikasi dari *gate valve* jenis DN80-5K :

Tabel 1 Spesifikasi *gate valve* DN80-5K

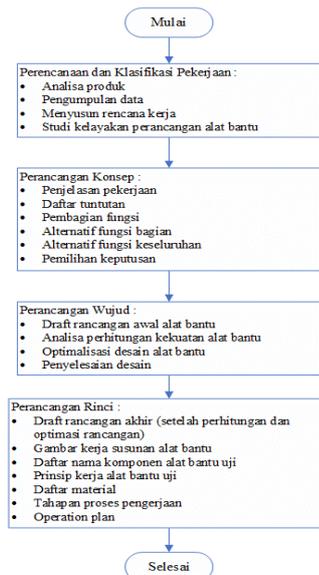
No	Nama	Keterangan
1	Material	Cast Iron
2	Dimensi	80mm / 3"
3	Tekanan Kerja	5 Kg/cm ²

Untuk menentukan *gate valve* layak atau tidak untuk digunakan maka perlu dilakukan uji kebocoran. Oleh karena hal tersebut maka perlu

dibuat alat bantu untuk melakukan uji kebocoran pada *gate valve*.

3.2 Metoda Perancangan

Metoda perancangan yang digunakan mengacu pada tahapan perancangan yang dirumuskan oleh VDI 2221 (*Verein Deutsche Ingenieur* / persatuan insinyur Jerman). Berikut ini diagram metode perancangan yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir.



Gambar 3.2 Diagram Alir Metoda Perancangan VDI 2221

3.2.1 Tahap Perencanaan dan Klasifikasi Pekerjaan

Pada tahap perencanaan dilakukan analisa produk dan pengumpulan data yang dapat membantu dalam proses perancangan alat bantu kebocoran.

3.2.2 Tahap Perancangan Konsep

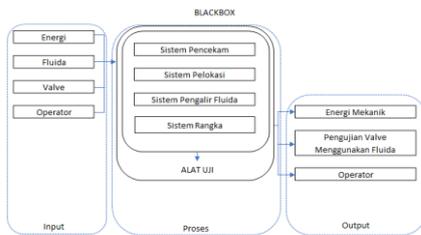
Pada tahap ini dilakukan pembuatan konsep dari alat bantu uji kebocoran yang dilakukan dengan mengidentifikasi pekerjaan yang akan dilakukan, kemudian langkah selanjutnya membuat daftar tuntutan berdasarkan data yang telah dikumpulkan. Setelah tuntutan teridentifikasi maka dibuatlah pembagian fungsi. Dari pembagian fungsi yang telah dibuat, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi alternatif fungsi bagian yang sesuai dengan daftar tuntutan. Selanjutnya dibuatlah alternatif fungsi keseluruhan yang memungkinkan untuk digabungkan dan dibuat, kemudian seluruh alternatif keseluruhan dinilai berdasarkan aspek teknis dan ekonomis dan dibandingkan satu sama lain. Alternatif

keseluruhan yang dipilih merupakan alternatif yang memiliki nilai aspek teknis dan ekonomis paling tinggi.

Tabel 2 Daftar Tuntutan

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

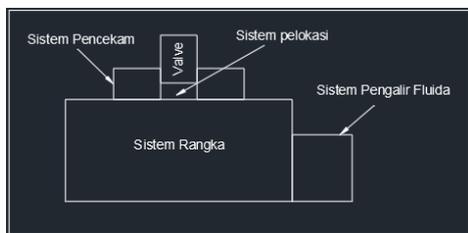
No	Tuntutan Utama	Kuantifikasi
1	Mampu mencekam dan menahan valve	Beban pencekaman ± 800 kg.
2	Mampu mengalirkan fluida bertekanan untuk pengujian	$\pm 7,5$ kg/cm ²



Black Box



Diagram Fungsi Bagian



Skema Rancangan Alat Bantu Uji

Kriteria	FLUIDA	
	ALT 1	ALT 3
Ketersediaan	Udara	Minyak
Kriteria Pengujian	Mudah	Sulit
Ekonomis	Baik	Baik
	Biaya rendah	Biaya tinggi

Identifikasi Fluida

3.2.2.1 Alternatif Fungsi Bagian

Fungsi bagian yang telah ditentukan selanjutnya didefinisikan sehingga menghasilkan beberapa fungsi alternatif bagian seperti pada tabel berikut :

Tabel 3 Alternatif Fungsi Bagian

Kriteria	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Sistem Pencekam	Baut	Toggle Clamp	Pneumatic 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	

Kemudian untuk setiap fungsi bagian dibuatkan kotak morfologi seperti pada tabel berikut:

	A1 (Baut)	A2 (Toggle Clamp)	A3 (Pneumatic Cylinder)
Konstruksi	Merupakan sambungan dari pelat pencekam dan baut.	Merupakan sambungan dari pelat pencekam dan Toggle Clamp.	Merupakan sambungan dari pelat pencekam dan silinder pneumatic.
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> Proses pemesinan mudah. Tidak ada batasan jangkauan pencekaman. 	<ul style="list-style-type: none"> Proses pemesinan mudah. Loading atau unloading relatif 	<ul style="list-style-type: none"> Proses pemesinan mudah. Kecepatan loading atau unloading

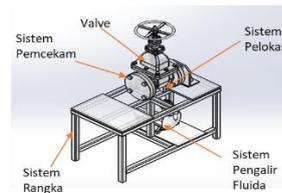
Kotak Morfologi

3.2.2.2 Alternatif Fungsi Keseluruhan

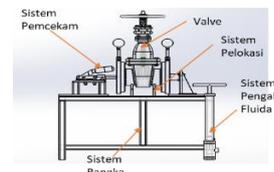
Dari kotak morfologi yang telah dibuat diatas, maka alternatif-alternatif fungsi bagian dikombinasikan atau dikelompokkan menjadi satu alternatif fungsi keseluruhan yang terbagi menjadi tiga macam.

Tabel 4 Alternatif Fungsi Keseluruhan

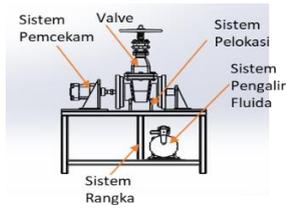
ALTERNATIF FUNGSI KESELURUHAN	ALTERNATIF FUNGSI KESELURUHAN		
	ALT1	ALT2	ALT3
Sistem Pencekam	A1	A2	A3
Sistem Pengalir Fluida	B1	B2	B3
Sistem Pelokasi	C1	C2	
Sistem Rangka	D1	D2	
Alternatif Fungsi Keseluruhan	AFK 1	AFK 2	AFK 3



AFK 1



AFK 2



AFK 3

3.2.2.3 Pemilihan Keputusan

Setelah mendapat rumusan alternatif fungsi keseluruhan selanjutnya dilakukan proses penilaian. Penilaian dilakukan untuk memilih alternatif fungsi keseluruhan yang akan dikembangkan lebih lanjut dalam fase perancangan produk.

Tabel 5 Kriteria Penilaian

Kriteria Penilaian				
-2	-1	0	+1	+2
Sangat Kurang	Kurang	Cukup	Baik	Sangat Baik

Tabel 6 Penilaian Aspek Teknis Alternatif Fungsi Keseluruhan

Aspek yang dinilai	Bobot	ASPEK TEKNIS							
		Alternatif Fungsi Keseluruhan							
		AFK 1		AFK 2		AFK 3		Nilai Ideal	
Pencapaian Fungsi	4	+2	8	+2	8	+2	8	+2	8
Konstruksi	2	+1	2	+1	2	+1	2	+2	4
Kemudahan Pemesinan dan Perakitan	3	+2	6	+1	3	+1	3	+2	6
Pengoperasian dan Keamanan	3	-1	-3	+1	3	+2	6	+2	6
Nilai Total			13		16		19		24
Presentase (%)			54		67		79		100

Tabel 7 Penilaian Aspek Ekonomis Alternatif Fungsi Keseluruhan

No	Aspek yang dinilai	Bobot	ASPEK EKONOMIS							
			Alternatif Fungsi Keseluruhan							
			AFK 1		AFK 2		AFK 3		Nilai Ideal	
1	Biaya Pembuatan	4	+1	4	+1	4	-1	-4	+2	8
2	Biaya Perawatan	2	+1	2	+1	2	0	0	+2	4
3	Optimasi Part Standard	3	0	0	+1	3	+2	6	+2	6
	Nilai Total			6		9		2		18
	Presentase (%)			33		50		11		100

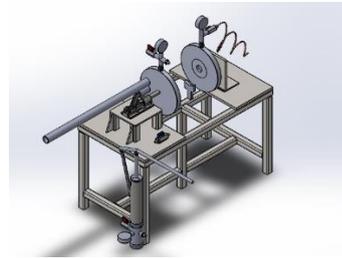
Tabel 8 Penilaian Aspek Gabungan Alternatif Fungsi Keseluruhan

No	Aspek	ASPEK KESELURUHAN				
		Alternatif Fungsi Keseluruhan				
		AFK 1	AFK 2	AFK 3	Nilai Ideal	
1	Aspek Teknis	13	16	19	24	
2	Aspek Ekonomis	6	9	2	18	
	Total	19	25	21	42	
	Presentase (%)	45.2	59.5	50.0	100	

Dari hasil penilaian berdasarkan kedua aspek yaitu aspek teknis dan aspek ekonomis, maka didapatkan kombinasi alternatif fungsi yang paling ideal yaitu alternatif fungsi keseluruhan 2 (AFK 2), karena alternatif fungsi keseluruhan tersebut memiliki presentase penilaian paling tinggi yaitu 59,5%.

3.2.3 Tahap Perancangan Wujud

Pada tahap ini hasil alternatif yang telah didapat, dibuat draft rancangan dan spesifikasi beberapa part kemudian dilakukan optimalisasi rancangan jika diperlukan.



Konstruksi Alat Bantu Uji Kebocoran

3.2.4 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 pengerjaan, dan *operation plan* yang nantinya akan digunakan sebagai informasi dalam proses pembuatan.

3.3 Prinsip Kerja Alat Bantu Uji Kebocoran

Tabel 9 Prinsip Kerja Alat Bantu Uji Kebocoran

Prinsip Kerja Alat Bantu Uji Kebocoran	
1	Posisikan gate valve yang akan diuji pada lokator.
2	Cekam gate valve yang akan diuji dengan cara mendorong penuh tuas klem.
3	Setelah gate valve tercekam buka ball valve yang menghubungkan pompa dan pemecak, kemudian pompa untuk mengalirkan udara kedalam gate valve hingga mencapai tekanan yang diinginkan dengan cara melihat <i>pressure gauge</i> yang ada pada pemecak dan pada pengalir fluida.
4	Jika sudah mencapai tekanan yang diinginkan, tutup ball valve yang menghubungkan pompa dan pemecak kemudian buka ball valve yang berada pada pompa untuk membuang udara sisa pada pompa.
5	Tahan udara yang terperangkap pada gate valve sesuai dengan standar waktu pengujian. Jika pada tahap ini tekanan udara pada gate valve turun berarti terjadi kebocoran. Kondisi tekanan pada gate valve 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 gate valve, buka ball valve yang berada pada pemecak gerak.
	Sedangkan untuk pengujian <i>Seat leakage inspection</i> setelah tekanan pengujian tercapai, tutup katup dan buang udara untuk menstabilkan tekanan udara pada gate valve melalui ball valve pada pemecak tetap, setelah pengujian selesai, untuk membuang udara yang terperangkap buka ball valve pada pemecak gerak.

3.4 Tahapan Proses

Tabel 10 Tahapan Proses

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

Keterangan :
 Ct : Cutting
 Fr : Frais
 Bu : Bubut
 Bo : Bor

3.5 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*.

3.5.1 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 perioda 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 dari *valve*. Tidak boleh

terjadi kebocoran pada bagian luar dari *gate valve* ketika pengujian dilakukan.

3.5.2 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.

3.5.3 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.

3.5.4 Hasil Pengujian

Tabel 11 Hasil Pengujian

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

Data Tambahan
 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.

4. Penutup

4.1 Simpulan

1. Proses perancangan alat bantu uji kebocoran menggunakan metoda VDI 2222. Metoda ini terdiri dari 4 tahapan utama yaitu merencanakan, mengkonsep, merancang, dan penyelesaian. Dari 4 tahapan utama tersebut terdapat beberapa langkah yang saling terkait pada tahapan berikutnya.
2. Terdapat beberapa proses pembuatan yang dilakukan untuk membuat alat bantu uji kebocoran ini diantaranya proses *cutting*, proses bubut, proses frais, proses bor, proses pengelasan, dan proses *assembly*.
3. Terdapat 3 jenis uji kebocoran atau *pressure inspection* berdasarkan standar JIS B 2003-2013 yaitu, *shell leakage inspection*, *seat leakage inspection*, dan *backseat leakage inspection*. Ketiga jenis pengujian tersebut telah dilakukan dengan menggunakan alat bantu uji yang telah dibuat dan hasilnya, alat bantu uji dapat melakukan ketiga pengujian tersebut sesuai dengan standar JIS B 2003-2013.

4.2 Saran

1. Sebaiknya dilakukan modifikasi terhadap *toggle clamp* agar proses pencekaman menjadi lebih cepat dan mudah.
2. Sebaiknya pada alat bantu uji kebocoran yang telah dibuat ditambahkan bak air untuk merendam *valve* yang akan diuji, agar proses observasi pada *shell leakage inspection* dapat lebih mudah dan juga menyeluruh.

Daftar Pustaka

- [1] Dickenson, T. Crishtopher. 1999. *Valves, Piping and Pipelines Handbook, 3rd Edition*. Cambrige : Cambrige University.
- [2] Japanese Industrial Standard. 2003. *General Rules of Inspections of Valves*. JIS
- [3] Harsokoesoemo, H. Darmawan. 2004. *Pengantar Perancangan Teknik*. Bandung: ITB.
- [4] Pahl dan Beitz. 2007. *Engineering Design : A Systematic Approach* . German.
- [5] Stuart, Pugh. 1991. *Total Design : Integrated Methods for Successful Product Engineering*. Addison-Wesley.
- [6] Gere, James M. dan Barry J. Goodno. 2011. *Mechanics of Materials*. USA : Bill Stenquist.
- [7] Budi Setiawan, Albertus dan Mochammad Nur'aini. 1978. *Teknik Bengkel 3*. Bandung: Polyteknik Mekanik Swiss ITB.
- [8] Niemann, G. 1999. *Elemen Mesin Jilid 1 Desain dan Kalkulasi dari Sambungan, Bantalan dan Poros, Edisi Kedua*. Jakarta : Erlangga.
- [9] Jeffus, Larry. 1997. *Welding Principle and Aplication*. Gemany : Library of Congress.
- [10] Rusdi, Arsyad. 2008. *Perancangan Mesin-mesin Industri, Edisi Kedua*. Jakarta : Erlangga.
- [11] Solidworks Corporation. *An Introduction to Stress Analysis Applications With Solidworks Simulation*. United State of America.
- [12] Hendrickse, Egbert. 2011. *Maximal Push/Pull Strenght in the Vertical and Horizontal Directions With Hands Above Shoulder Level*. Texas : Texas Tech University.
- [13] Manufacturers Standardization Society of Valves and Fittings. 2009. *Pressure Testing of Valves*. MSS.