

Mesin Uji Proses Hydrotest pada Gate Valve Ukuran 3"-8" Kelas 150 guna Mempersingkat Waktu Pengujian

Agus Slamet^{1*}, Febrianto Suryo Saputro¹, Wahyu Isti Nugroho¹, Zaenal Abidin¹, dan Kunto Purbono¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang
Jalan Prof. Sudarto, SH. Tembalang, Semarang, Indonesia

*E-mail: agusmg13@gmail.com

Diterima: 03 April 2022; Direvisi: 12 April 2022; Dipublikasi: 30 April 2022

Abstrak

Proses pengujian kebocoran komponen gate valve di workshop PT Pertamina Refinery Unit IV Cilacap menggunakan hydrotest. Pengujian hydrotest dilakukan secara konvensional memerlukan waktu rata-rata selama 22,15 menit. Salah satu penyebabnya adalah proses hydrotest pada gate valve adanya pemasangan blind flange yang harus diikat dengan mur dan baut berjumlah 16 pasang. Tujuan penelitian ini membuat rancang bangun mesin uji katup horizontal guna menurunkan waktu proses hydrotest pada gate valve ukuran 3-8" kelas 150 minimal 25% dari metode konvensional. Menguji unjuk kerja rancang bangun alat uji katup horizontal untuk mengetahui perbedaan waktu proses proses hydrotest untuk gate valve kelas 150 ukuran "3-8". Metode penelitian ini melalui perancangan dan pembuatan mesin melalui berdasarkan tinjauan pustaka, pengujian unjuk kerja mesin dengan membandingkan metode konvensional. Rekayasa Mesin Uji Katup Horizontal Guna Mengurangi Waktu Proses Hydrotest Pada Gate Valve Ukuran 3" – 8" Kelas 150 berfungsi mampu mengurangi waktu proses hydrotest dengan dimensi 800 mm x 750 mm x 1015 mm dengan tekanan maksimal 30 bar. Terjadi penurunan waktu proses hydrotest antara metode konvensional dan menggunakan alat uji katup horizontal pada pengujian gate valve ukuran 5"-8" dengan penurunan waktu 25,4 sampai 39,3 %. Mempercepat waktu pengujian rata-rata yang dibutuhkan proses hydrotest dengan menggunakan mesin uji katup horizontal dibandingkan dengan metode konvensional 27,41%

Kata kunci: Gate valve; hydrotest; mesin uji

Abstract

The process leak testing of gate valve component at the PT Pertamina Refinery Unit IV Cilacap workshop using a hydrotest. The conventional hydrotest test result an average of 22.15 minutes. Hydrotest process on the gate valve with the installation of a blind flange must be fastened with 16 pairs of nuts and bolts. The purpose of this research is design a horizontal valve test machine to reduce time the hydrotest process on a gate valve size 3-8" class 150 at least 25% of the conventional method. Testing the performance of the design of the horizontal valve test equipment to determine the difference in the hydrotest process time for the class 150 gate valve size "3-8". This research method is through the design and manufacture of machines based on a literature review, testing machine performance by comparing conventional methods. Result a Horizontal Valve Test Machine to Reduce Hydrotest Process Time on Gate Valve Sizes 3" – 8" Class 150 can reduce hydrotest process time with dimensions of 800 mm x 750 mm x 1015 mm with a maximum pressure of 30 bar. There was a decrease in the hydrotest process time between the conventional method and using a horizontal valve test machine on the 5"-8" gate valve test with a decrease in time of 25.4 to 39.3%. Speeding up the average testing time required by the hydrotest process using a horizontal valve testing machine compared to the conventional method 27.41%.

Keywords: Design; gate valve; testing machine

1. Pendahuluan

Salah satu dari 7 Unit pengolahan minyak mentah di tanah air, yang memiliki kapasitas produksi terbesar yakni 348.000 barrel/hari dan terlengkap fasilitasnya adalah PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit IV Cilacap [1]. Agar kapasitas produksi tersebut tercapai maka diperlukan unit mesin dan peralatan seperti pompa, kompresor, turbin, valve, perpipaan dan sebagainya harus dapat beroperasi secara optimal, dengan cara melakukan perawatan terhadap unit

tersebut secara optimal pula. Proses perawatan dan perbaikan unit pada kilang dilakukan di bagian *workshop* yang sering mengalami masalah adalah bagian *gate valve*.



Gambar 1. *Gate valve* [2]

Gate valve memiliki fungsi untuk mengatur aliran, kecepatan, tekanan, dan arah fluida [3]. *Gate valve* memerlukan perawatan berkala salah satunya adalah deteksi kebocoran dan perbaikan dengan metode *hydrotest* [4-5]. *Hydrotest* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk memeriksa kerusakan yang terjadi pada *gate valve* dengan menggunakan air bertekanan (*pressured water*) sebagai medianya dan secara umum ada 2 jenis pengujian yang dilakukan pada *gate valve* yaitu *backseat test* dan *shell test* [6]. *Backseat test* merupakan pengujian pada *valve* yang digunakan untuk menguji kerapatan antara *disc* dengan *seat* pada kondisi *full closed*, sedangkan *shell test* merupakan pengujian pada *valve* yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan *body valve* dalam menahan tekanan pada fluida kerja [7-8]. Proses *hydrotest* pada *gate valve* yang dilakukan di *workshop* secara konvensional menggunakan *blind flange* yang diikat dengan mur dan baut pada kedua sisi *gate valve* yang membutuhkan waktu proses cukup lama yaitu rata-rata selama 1329 detik atau 22,15 menit. Salah satu penyebabnya adalah proses *hydrotest* pada *gate valve* ini adanya proses pemasangan *blind flange* yang diikat dengan mur dan baut yang berjumlah total 16 buah yang harus dikencangkan secara merata ketika melakukan pengujian *backseat test* dan *shell test*.



Gambar 2. Proses konvensional *hydrotest gate valve* di *workshop* PT Pertamina RU IV Cilacap

Penelitian yang sudah dilakukan oleh Shinde, et al (2016) berjudul *Design and Analysis of Hydro Test Rig for GGCB Forged Valve with 4 Station*, yang membahas tentang rancang bangun unit *test bench* atau *rig* untuk menguji kebocoran pada 4 jenis *valve* yaitu *gate valve*, *globe valve*, *check valve*, dan *ball valve* dengan *hydrotest* [9]. Desain

alat uji tersebut menggunakan penahan *tie rod*. Penelitian tersebut dalam perancangannya menggunakan dua metode yaitu perhitungan menggunakan standard ANSI dan analisis elemen hingga. Penelitian yang sudah dilakukan oleh Kumbhar, et al (2017) berjudul “*Comparative Structural Analysis Of Acme And Square Thread Screw Jack*”. Penelitian tersebut membahas tentang analisa penggunaan ulir jenis *acme* dan ulir jenis *square* pada dongkrak ulir untuk mengangkat benda dengan massa 150 kg [10]. Pengujian kebocoran *valve* perlu dilakukan desain alat uji untuk mempersingkat waktu dan meningkatkan keamanan dari potensi bahaya yang timbul akibat tekanan tinggi saat pengujian [11].

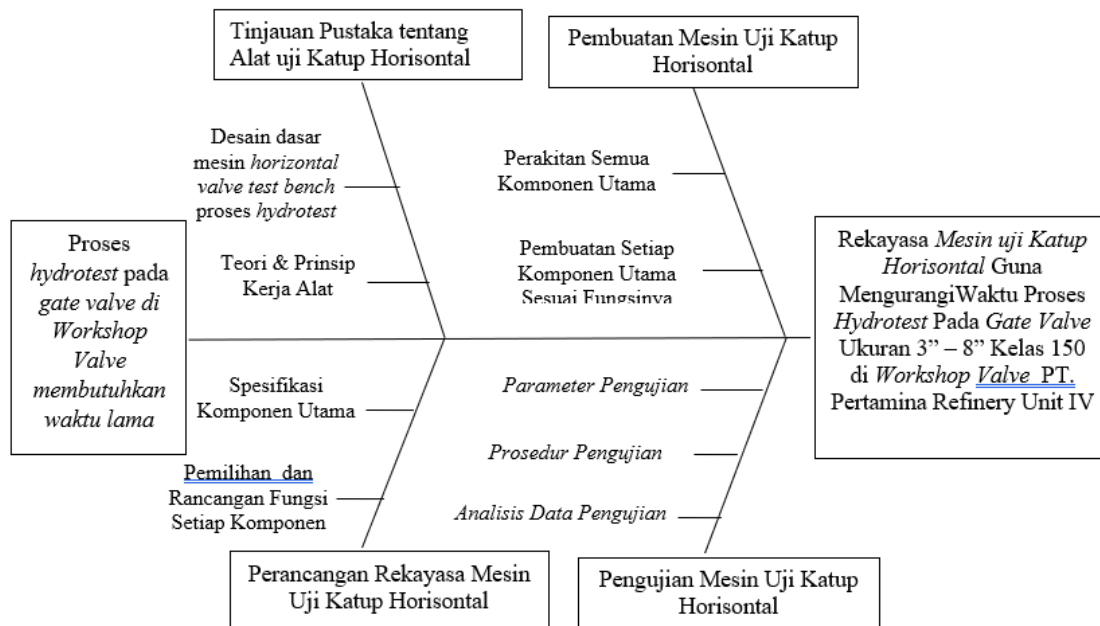
Mengacu pada hasil kedua penelitian yang sudah dilakukan tersebut digunakan sebagai pendekatan untuk desain alat uji dan penggunaan penggerak poros berulir *acme* untuk mendorong dan menekan flange pada test bench. Penggunaan poros berulir memiliki fungsi kemudahan dalam mendorong dan menekan flange dan memiliki keunggulan *self locking* [12]. Untuk mengatasi masalah lama waktu yang dibutuhkan pada proses konvensional *hydrotest gate valve* di *workshop* PT Pertamina RU IV Cilacap, yaitu dengan membuat rancang bangun mesin *test bench* untuk *gate valve* proses *hydrotest* menggunakan *stem* dan *handwheel* sehingga dapat mengurangi waktu proses *hydrotest*.

Merealisasikan pemecahan masalah tersebut, maka perlu dilakukan penelitian Rekayasa Mesin Uji Katup Horizontal Guna Mengurangi Waktu Proses *Hydrotest* Pada *Gate Valve* Ukuran 3” – 8” Kelas 150 Di *Workshop Valve* PT. Pertamina Refinery Unit IV Cilacap.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancang bangun mesin uji katup horizontal guna menurunkan waktu proses *hydrotest* pada *gate valve* ukuran 3” – 8” kelas 150 minimal 25% dari metode konvensional. Menguji unjuk kerja rancang bangun alat uji katup horizontal untuk mengetahui perbedaan hasil waktu proses dan kebocoran pada proses *hydrotest* untuk *gate valve* kelas 150 ukuran 3” – 8”.

2. Material dan metodologi

Metode penelitian ini melalui pendekatan pencarian tinjauan pustaka terkait alat uji katup korisontal, melakukan perancangan rekayasa serta pembuatan mesin uji katup horisontal, dan pengujian mesin uji katub horisontal disajikan dalam bentuk diagram *fishbone* pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram *fishbone* penelitian rekayasa mesin meja uji katup horisontal guna mengurangi waktu proses *hydrotest* pada *gate valve* ukuran 3” – 8” kelas 150

- a. Tinjauan pustaka mengacu pada jurnal dan referensi tentang cara kerja dan proses perancangan mesin meja uji katup horisontal proses *hydrotest*, *gate valve*. Memilih referensi perhitungan yang mendukung dan berkaitan dengan perancangan mesin meja uji katup horisontal proses *hydrotest*. Seperti perhitungan persamaan pada poros ulir pendorong untuk menentukan ukuran dan jenis ulir yang akan digunakan, menghitung kekuatan material dalam menahan tekanan *hydrotest*.
- b. Perancangan pembuatan mesin meja uji katup horisontal proses *hydrotest* pada *gate valve* mempertimbangkan penentuan spesifikasi komponen dan material yang digunakan.
- c. Pembuatan (bangun) rekayasa mesin meja uji katup horisontal guna mengurangi waktu proses *hydrotest* pada *gate valve* ukuran 3” – 8” Kelas 150, pada tahapan ini dilakukan proses *machining*, penyambungan dan perakitan.
- d. Pengujian rekayasa mesin meja uji katup horisontal guna mengurangi waktu proses *hydrotest* pada *gate valve* ukuran 3” – 8” Kelas 150 yaitu sebagai berikut :
 - 1) Parameter Pengujian
 Parameter pengujian yang digunakan adalah unjuk kerja mesin ini dengan menguji sampel uji adalah jumlah waktu setiap satu kali proses *hydrotest gate valve* kelas 150 dengan metode konvensional dan dengan menggunakan metode *horizontal valve test bench* untuk masing-masing ukuran *gate valve*. Parameter pengujian berikutnya adalah tekanan *hydrotest* dengan menggunakan variabel tekanan fluida 0-2 bar, 3-5 bar, 6-10 bar, 11-15 bar, 16-20 bar, 21-25 bar dan 26-31,1 bar.
 - 2) Prosedur Pengujian
 Tahapan pengujian dimulai dengan pengambilan data waktu proses dilakukan sebanyak 5 kali untuk masing-masing ukuran *gate valve*. Pengujian waktu proses *hydrotest* pada *gate valve* ukuran 3”-8” kelas 150 secara konvensional diawali dengan mencatat waktu pada setiap kegiatan pengujian *shell* menggunakan proses

hydrotest yang dimulai dengan memasang *blind flange* dan mengikatnya menggunakan mur dan baut pada kedua sisi *gate valve* dengan posisi *disc* terbuka hingga tekanan yang ditentukan, kemudian dilanjutkan dengan melakukan pencatatan waktu pada setiap kegiatan pengujian *backseat* menggunakan proses *hydrotest* dengan metode konvensional yang dimulai dengan menutup *disc gate valve* dan membuka *blind flange* pada sisi *outlet* hingga diberi tekanan sesuai yang ditentukan [13]. Untuk pengujian waktu proses *hydrotest* pada *gate valve* ukuran 3"-8" kelas 150 menggunakan mesin meja uji katup horisontal diawali dengan mencatat waktu pada setiap kegiatan pengujian *shell* menggunakan metode *hydrotest* yang dimulai dengan menaikkan *gate valve* pada mesin meja uji katup horisontal dengan posisi *disc* terbuka dan diberi tekanan hingga nilai yang telah ditentukan. Dilanjutkan dengan mencatat waktu pada setiap kegiatan pengujian *backseat* menggunakan metode *hydrotest* yang dimulai dengan menutup *disc gate valve* dan membuka *cap* lubang intip kemudian diberi tekanan hingga nilai yang telah ditentukan.

Pengujian berikutnya adalah tekanan *hydrotest* yang diberikan pada saat pengujian dilakukan secara bertahap hingga dicapai nilai tekanan yang disesuaikan dengan kebutuhan pengujian [14]. Proses pengujian tekanan *hydrotest* pada mesin meja uji katup horisontal dimulai ketika *gate valve* sudah dalam posisi siap dan terkunci diantara kedua *blind flange*, kemudian dilanjutkan dengan menaikkan tekanan *hydrotest* secara bertahap sambil kemudian mencatat keberhasilan nilai tekanan yang mampu dilalui oleh *test bench* dimulai pada tekanan 0-2 bar, 3-5 bar, 6-10 bar, 11-15 bar, 16-20 bar, 21-25 bar dan 26-31,1 bar [15]. Apabila terjadi kebocoran, tulis tekanan dimana *test bench* mengalami kebocoran, proses pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali untuk tiap ukuran *gate valve* yang berbeda [16].

3) Analisis Data Pengujian

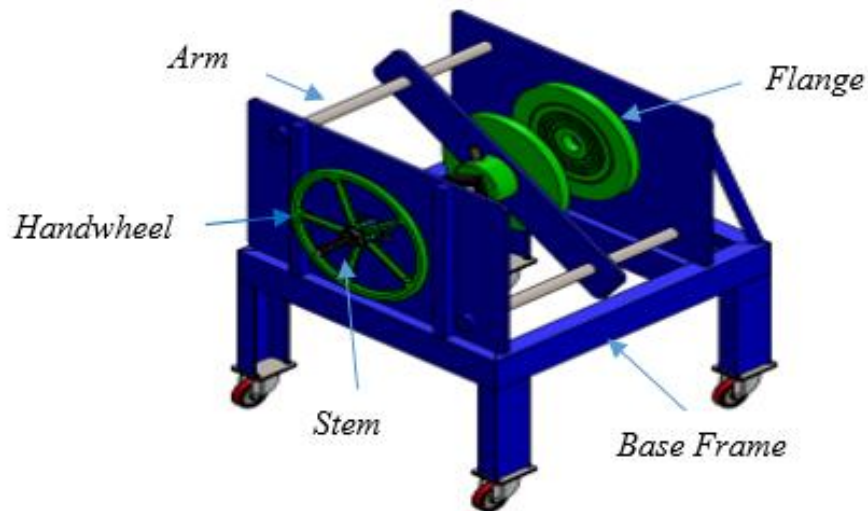
Data hasil pengujian akan dianalisis sehingga dapat diketahui waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk proses *hydrotest gate valve* kelas 150 dengan metode konvensional dan dengan menggunakan metode *horizontal valve test bench*. untuk masing-masing ukuran *gate valve*. Berdasarkan dari analisis data tersebut juga akan diketahui prosentase peningkatan waktu pengujian.

3. Hasil dan Pembahasan

Sesuai dengan tujuan penelitian ini, menjelaskan tentang perancangan dan pengujian mesin uji katup horisontal.

a. Mesin Uji Katup Horisontal.

Perancangan mesin Meja Uji katup horisontal menggunakan *software Computer Aided Design (CAD)* terdiri dari 5 komponen utama yaitu *arm, handwheel, flange, steam*, dan *base frame* disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain mesin uji katup horisontal

Gambar 5 adalah realisasi mesin uji katup horisontal dengan spesifikasi seperti Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi mesin uji katup horisontal

Spesifikasi	Value
Dimension	800 mm x 750 x 1015 mm
Material dinding	20 mm Plate ASTM A-36
Base frame material	Profil U ASTM A-36
Blind flange	8" #150 ASTM A-105
Inlet shaft material	5" AISI 317
Arm material	1,25" AISI 316
Pipe	2" API 5L A106 Gr.B
Elbow	2" 90° API 5L A106 Gr.B
End cap	2" #2000 ASTM A123 (threads end) 1,25"#600 ASTM A123 (threads end)
Stem	KVC Gate Valve 6" #300 A410-13Cr
Yoke and Handwheel	KVC Gate Valve 6" #300 WCB



Gambar 5. Mesin uji katup horisontal guna mempercepat waktu proses *hydrotest* pada *gate valve* ukuran 3” – 8” kelas 150

b. Pengujian Mesin Uji Katup Horizontal

Pengujian mesin meja uji katup horisontal proses *hydrotest* pada *gate valve* seperti pada metode penelitian adalah untuk mengetahui unjuk kerja mesin. Prosedur pengujian mesin meja uji katup horisontal guna mengurangi waktu proses *hydrotest* pada *gate valve* seperti pada metode penelitian adalah untuk mengetahui unjuk kerja mesin. Pengujian diawali dengan menggunakan metode konvensional mencatat waktu pada setiap kegiatan pengujian *shell* menggunakan proses *hydrotest* yang dimulai dengan memasang *blind flange* dan mengikatnya menggunakan mur dan baut pada kedua sisi *gate valve* dengan posisi *disc* terbuka hingga tekanan yang ditentukan, kemudian dilanjutkan dengan melakukan pencatatan waktu pada setiap kegiatan pengujian *backseat* menggunakan proses *hydrotest*.

Pengujian pada mesin meja uji katup horisontal diawali dengan mencatat waktu proses *hydrotest* pada *gate valve* ukuran 3”-8” kelas 150 setiap kegiatan pengujian *shell*, dilanjutkan dengan mencatat waktu pada setiap kegiatan pengujian *backseat* menggunakan metode *hydrotest*. Pengujian tekanan *hydrotest* yang diberikan pada saat pengujian dilakukan secara bertahap hingga dicapai nilai tekanan yang disesuaikan dengan kebutuhan pengujian. Hasil pengujian mesin meja uji katup horisontal dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian waktu *hydrotest* metode konvensional

Percobaan pengujian	Ukuran (NPS)									
	3”		4”		5”		6”		8”	
ke-	Shell	Backseat	Shell	Backseat	Shell	Backseat	Shell	Backseat	Shell	Backseat
1	623	361	736	382	793	494	914	629	1138	609
2	657	354	706	360	776	536	932	654	1186	572
3	617	355	712	360	781	511	891	623	1203	570
4	625	350	721	361	789	529	903	593	1164	548
5	641	363	718	359	766	530	928	619	1158	526

Total	4946	5415	6505	7686	8674
Rata-rata	989,2	1083	1301	1537,2	1734,8

Tabel 3. Hasil pengujian waktu *hydrotest* menggunakan mesin meja uji katup horisontal

Percobaan pengujian ke-	Ukuran (NPS)									
	3"		4"		5"		6"		8"	
	Shell	Backseat	Shell	Backseat	Shell	Backseat	Shell	Backseat	Shell	Backseat
1	572	336	621	333	617	342	658	360	663	375
2	548	321	587	335	643	345	647	345	678	385
3	566	331	582	332	604	349	652	351	691	380
4	531	316	575	353	607	359	661	354	654	386
5	507	306	603	334	621	359	651	342	651	398
Total	4334		4655		4846		5021		5261	
Rata-rata	866,8		931		969,2		1004,2		1052,2	

Hasil waktu pengujian proses *hydrotest* pada *gate valve* kelas 150 menggunakan mesin meja uji katup horisontal dan menggunakan metode konvensional seperti yang ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 jika dilakukan nilai rata-rata untuk semua ukuran *gate valve* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 1. Hasil Pengujian Waktu *Hydrotest* pada *Gate Valve* kelas 150

Metode pengujian	Waktu (detik)
Konvensional	1329
Mesin meja uji katup horisontal	965
Selisih waktu	364

Pada Tabel 2 dari hasil perhitungan persentase waktu pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pengujian proses *hydrotest* pada *gate valve* kelas 150 dengan menggunakan Mesin meja uji katup horizontal dapat mempercepat waktu pengujian hingga 27,41% pada *gate valve* ukuran 3"-8" kelas 150 dibanding menggunakan metode konvensional.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari analisis dan pembahasan rekayasa mesin uji katup horisontal guna mempercepat waktu proses *hydrotest* pada *gate valve* ukuran 3" – 8" kelas 150 adalah sebagai berikut:

- Rekayasa Mesin Uji Katup Horisontal Guna Mengurangi Waktu Proses *Hydrotest* Pada *Gate Valve* Ukuran 3" – 8" Kelas 150 bisa dioperasikan dan berfungsi sesuai dengan yang direncanakan untuk menurunkan atau mengurangi waktu proses *hydrotest*, mempunyai dimensi 800 mm x 750 mm x 1015 mm dengan tekanan maksimal 30 bar.
- Terjadi penurunan waktu proses *hydrotest* cukup signifikan antara metode konvensional dan menggunakan mesin meja uji katup horisontal mulai terlihat ketika melakukan pengujian untuk *gate valve* ukuran 5" sampai 8", dengan prosentase penurunan waktu 25,4% sampai 39,3%

- c) mempercepat waktu pengujian rata-rata yang dibutuhkan proses *hydrotest* dengan menggunakan mesin meja uji katup horizontal dibandingkan dengan metode konvensional yaitu 27,41%.

Berdasarkan dari hasil penelitian rekayasa mesin uji katup horizontal guna mempercepat waktu proses *hydrotest* pada *gate valve* ukuran 3” – 8” kelas 150, maka bisa ditindak lanjuti dengan dilakukan penelitian lanjut mengembangkan alat ini untuk bisa disempurnakan lagi terutama sistem mekanik menggunakan *handwheel* bisa diganti dengan sistem elektrik. Penggantian sistem elektrik diharapkan mampu mengatur pergerakan valve lebih akurat, dan kemudahan dalam proses penggunaan.

Daftar Pustaka

- [1] Pertamina, 2020. *PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit IV Cilacap*. Tersedia pada laman: <https://www.pertamina.com/id/refinery-unit-iv-cilacap> [Diakses 15 Februari 2020].
- [2] Monotaro. Gate valve. Tersedia di laman: <https://www.monotaro.id/p103049849.html>. Diakses pada tanggal 10 April 2022.
- [3] Kundagol, T. A., G, I. & Kumar, L. J., 2017. Design & Analysis of Gate valve DN900 #150. *International Journal of Innovations in Engineering and Technology (IJJET)*, 8(3), pp. 130-137.
- [4] Burli, P. S. & Rajashekhar, C. S., 2014. Design for Stress and Vibrational Analysis of Valve Test Rig. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 3(1), pp. 3056-3063.
- [5] 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.
- [6] Liang, Z. et al., 2014. Research on Gate Valve Internal Leakage Detection based on Acoustic Emission Signal Processing. *Advanced Materials Research*, Volume 1037, pp. 169-173.
- [7] Noble, D. et al., 2014. Review Paper on the Failure Analysis of Weld: Neck Flanges. *International Journal Of Innovative Research & Development*, 3(9), pp. 258-263.
- [8] 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.
- [9] Shinde, R. S., Gharge, S. B., Shinde, R. B. & Shinde, A. S., 2016. Design and Analysis of Hydro Test Rig for GGCB Forged Valve with 4 Stations. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 5(04), pp. 729-732.
- [10] Kumbhar, V., Sarode, K. M. & More, D., 2017. Comparative Structural Analysis of Acme and Square Thread Screw Jack. *International Journal Of Engineering Sciences & Research Technology*, 6(1), pp. 222-234.
- [11] A. Bahadori, *Personnel Protection and Safety Equipment for the Oil and Gas Industries*, Lismore: Gulf Professional Publishing, 2015.
- [12] ASME B16.34, 2007. *Valves—Flanged, Threaded, and Welding End*. New York: The American Society of Mechanical Engineers.
- [13] API 598, 2016. *Valve Inspection and Testing*. 10th penyunt. Washington: The American Petroleum Institute.
- [14] JIS B 2003-2013, *General Rules of Inspections of Valves*. Japanese Industrial Standard, 2003.

- [15] 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.
- [16] The Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry, Inc, Pressure Testing of Valves. U.S.A: Manufacturers Standardization Society, 2009.