

Studi Durasi Proses Vacuum Test Berdasarkan Posisi Pelat Lambung Kapal

Maya Ode Duu Honggo¹⁾, Tri Agung Kristiyono²⁾

¹⁾ Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan,
Universitas Hangtuah
Jl. Arief Rachman Hakim No. 150 Sukolilo, Kota Surabaya, 60111
Jawa Timur, Indonesia

Email: maya.honggo@hangtuah.ac.id

²⁾ Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan,
Universitas Hangtuah
Jl. Arief Rachman Hakim No. 150 Sukolilo, Kota Surabaya, 60111
Jawa Timur, Indonesia

Email: tri.agung@hangtuah.ac.id

Received: 2022-08-02; Accepted: 2022-09-28; Published: 2022-09-30

Abstract

Based on BKI regulations regarding experiments on new building ships and ship repairs, a tightness test on the hull, especially the hull below the water line, must be carried out using a vacuum test. Vacuum test is one form of method to test the tightness of welded joints on the ship's hull. The process of testing the vacuum test carried out in various positions on the hull of the ship will of course have a different duration of execution time. This study aims to determine the duration of the vacuum test process on the ship's hull based on the position of the test. The method used in this research is to conduct a walk through survey to observe the process of implementing the vacuum test and to measure the time of the implementation process in several areas or positions on the hull of the ship. Based on the data analysis and discussion that has been carried out, the longest vacuum test preparation process occurs at the 90° position, which is 90 seconds with the equation $Y = 0.009X^2 - 0.5764X + 68.12$. The core process occurs at the 0° position, which is 21.1 seconds, with the equation $Y = 20.559 - 0.0481X$ and in the finishing process the longest vacuum test occurs at the 90° position, which is 68 seconds, with the equation $Y = 0.009X^2 - 0.5764X + 68.12$.

Keywords: BKI; Hull; Vacuum Test; Time Duration; Walk-through surveys; Linear Regression.

Abstrak

Berdasarkan peraturan BKI tentang percobaan pada kapal bangunan baru maupun reparasi kapal harus dilakukan uji kedapn terhadap lambung kapal terutama lambung dibawah garis air dengan menggunakan *vacuum test*. *Vacuum test* merupakan salah satu bentuk metode untuk menguji kedapn sambungan las pada badan kapal. Proses pengujian *vacuum test* yang dilakukan di berbagai posisi pada lambung kapal tentunya akan mempunyai durasi lama waktu pelaksanaan yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui durasi lama waktu proses *vacuum test* pada lambung kapal berdasarkan posisi pengujian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah melakukan *walk through survey* untuk mengamati proses pelaksanaan *vacuum test* serta melakukan pengukuran waktu proses pelaksanaannya di beberapa daerah atau posisi pada lambung kapal. Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, proses persiapan pengujian vacuum yang paling lama terjadi pada posisi 90° yaitu 90 detik dengan persamaan $Y = 0.009X^2 - 0.5764X + 68.12$. Adapun proses inti terjadi pada posisi 0° yaitu 21,1 detik, dengan persamaan $Y = 20.559 - 0.0481X$ dan pada proses finishing pengujian vacuum yang paling lama terjadi pada posisi 90° yaitu 68 detik, dengan persamaan $Y = 0.009X^2 - 0.5764X + 68.12$.

Kata Kunci: BKI; Lambung Kapal; *Vacuum Test*; Durasi Waktu; *Walk through survey*; Regresi Linear.

PEDAHULUAN

Konstruksi Lambung kapal atau Hull Construction merupakan bagian dari system rangka konstruksi kapal secara keseluruhan yaitu sebagai dinding kapal yang berfungsi untuk menahan gaya tekan air laut dan menahan beban pada saat peluncuran ataupun benturan dari benda sekitar (Pratidina, 2019). Menurut Tri Karyono et.al. (2017), plat lambung kapal adalah yang paling rawan terkena korosi dan berakibat kebocoran, hal tersebut di karenakan permukaan plat lambung kapal terutama yang berada di bawah garis air selalu terendam air laut. Korosi pada plat lambung kapal dapat menyebabkan menurunnya kekuatan plat lambung kapal, mengurangi kecepatan

kapal, serta mengurangi jaminan keselamatan dan keamanan muatan barang dan penumpang.

Berdasarkan peraturan BKI bab 2, no.3.4 (2016) tentang percobaan pada kapal bangunan baru, yaitu pada saat kapal dan perlengkapan yang dikelaskan selesai dibangun maka wajib dilaksanakan pengujian operasional pada lambung, instalasi mesin dan listrik diantaranya uji kedapn, uji operasional dan uji beban dari tangki, tutup palka, pintu lambung, rampa dll. Begitupun untuk bangunan lama kapal yang sedang reparasi atau perbaikan wajib untuk melakukan pengujian kedapn dengan vacuum test terutama pada lambung kapal di bawah garis air.

Menurut Nabilla (2017), Salah satu hal penting dan harus diperhatikan dalam perindustrian kapal khususnya kapal baja yaitu pengelasan. Pengelasan sangat dibutuhkan pada proses replating kapal untuk penyambungan pelat baru dan pelat lama, jika pengelasannya tidak baik maka akan berakibat pada

kondisi kapal yang dapat menyebabkan kebocoran pada kapal. Pemeriksaan atau test kebocoran pada sambungan pengelasan pelat kapal harus dilakukan sebelum kapal turun dari dok untuk menghindari resiko biaya perbaikan yang sangat besar. Adapun pemeriksaan kebocoran pada pelat dapat menggunakan kapur solar atau vacuum test.

Vacuum test adalah salah satu jenis inspeksi yang tidak merusak dimana pekerjaan umumnya dilakukan untuk menguji kedapannya pada bagian kapal yang memiliki ruang terbuka seperti kamar mesin/engine room atau pada bagian sambungan las di bagian lambung kapal yang telah dilakukan replating. Prinsip dasar dari vacuum test adalah mendeteksi kebocoran pengelasan dengan cara membuat udara disekitar benda yang akan diuji menjadi hampa udara dengan media semacam tabung dari bahan yang tembus pandang. tekanan yang digunakan pada box vacuum sesuai dengan standar BKI yaitu 0,2 bar. Kebocoran akan terdeteksi lewat alat ukur yang terpasang atau terlihat langsung dengan adanya busa atau gelembung dari cairan sabun yang digunakan pada saat pengujian (Smith, 2014).

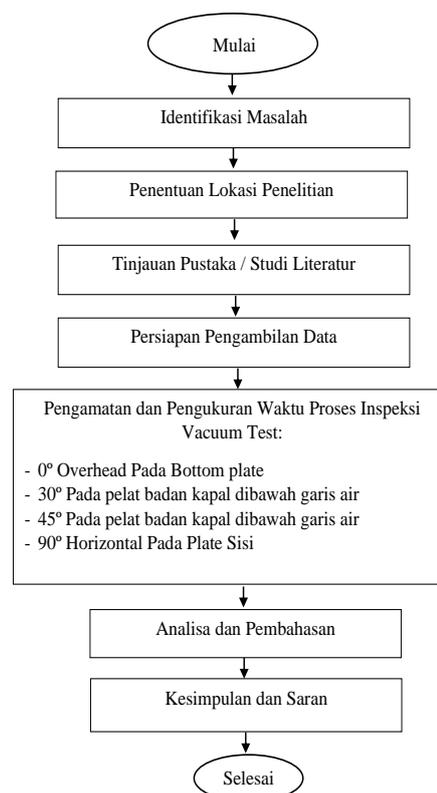
Berdasarkan survey di lapangan proses pengujian vacuum test pada lambung kapal di daerah flat bottom atau posisi datar (Down Hand) biasanya cukup mudah dilaksanakan namun, untuk pengujian pada posisi miring dengan kondisi ganjal kapal yang terlalu rendah menjadikan survey atau pengujian vacuum test di daerah tersebut sedikit susah dilaksanakan. Dalam hal ini posisi akan mempengaruhi tingkat kesulitan inspeksi vacuum test terkait persiapan dan pelaksanaan. Herlina et.al. (2018) mengemukakan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengujian vacuum, chalk test dan pressure test yaitu posisi pengujian, akurasi pengujian, waktu pengujian, dan biaya operasional. Penelitian tersebut hanya membandingkan metode pengujian kedapannya pengelasan yang dapat memberikan hasil pembacaan titik kebocoran yang lebih akurat antara metode chalk test, vacuum test dan pressure test dan untuk mengetahui waktu yang diperlukan setiap metode dalam proses pengujian namun, tidak membahas tingkat kesulitan pengujian pada vacuum test, chalk test dan pressure test.

Oleh karena itu sangat penting untuk mengetahui durasi lama waktu yang diperlukan pada proses pengujian vacuum test di lambung kapal. Dalam penelitian ini akan dilaksanakan Walk through survey untuk mengamati proses pelaksanaan inspeksi vacuum test. Kemudian melakukan pengukuran waktu proses pelaksanaannya menggunakan metode stopwatch time study dengan tujuan mengetahui posisi mana yang menghabiskan waktu paling lama. Metode stopwatch time study merupakan metode pengukuran waktu secara langsung atau metode jam henti untuk mengukur waktu yang dibutuhkan dalam suatu proses pekerjaan

(Siswantoro, Y.A & Kristiyono, T.A, 2018). Kemudian di analisa dengan metode regresi untuk mengetahui posisi mana yang memiliki durasi waktu paling lama dalam melaksanakan pengujian vacuum di berbagai posisi.

METODE PENELITIAN

Berikut langkah-langkah proses penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Identifikasi Masalah

Identifikasi Masalah adalah tahap awal dalam sebuah penelitian. Pada tahap ini penulis mengidentifikasi masalah dengan melakukan survey dan studi literatur terkait parameter-parameter yang akan digunakan dalam penelitian.

Penentuan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian merupakan sarana tempat yang digunakan untuk melaksanakan proses penelitian yang dikerjakan, guna mendapatkan jawaban pemecahan masalah dari hasil penelitian. Penelitian ini bekerja sama dengan PT. Sanjaya Putra Kencana dan dilaksanakan di salah satu galangan kapal di Indonesia yaitu di PT. Adiluhung Sarana Segara Indonesia pada kapal KMP. Satya Dharma dan Asia Pesona. Adapun lokasi penelitian adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Lokasi penelitian

Pengamatan dan Pengukuran Waktu Proses Vacuum Test

Teknik pengambilan data pada penelitian ini yaitu melakukan survey secara langsung proses pengujian vacuum pada 4 posisi pada lambung kapal dengan sudut derajat yang berbeda-beda yaitu pada posisi pelat bottom 0° overhead, 30°, 45°, dan pelat sisi horizontal 90°. Kemudian mengukur waktu yang dibutuhkan dalam proses pengujian vacuum pada berbagai posisi untuk mengetahui tingkat kesulitan pengujian vacuum pada lambung kapal. Adapun posisi pengujian vacuum adalah sebagai berikut.

0° Overhead (Pelat Bottom)		Proses Vacuum test pada posisi Overhead (flat), dengan sudut 0° mendatar proses inspeksi dari atas lurus dengan bidang. Posisi operator bisa tegak atau telentang.
30°		Proses Inspeksi vacuum test pada posisi sudut 30° Posisi operator miring menyesuaikan posisi yang di uji.
45°		Proses Inspeksi vacuum test pada posisi horizontal, dengan sudut 45° horizontal. Posisi operator agak miring dan harus menyesuaikan dengan ganjel dari kapal.
90° Horizontal (Pelat Sisi)		Proses Inspeksi vacuum test pada posisi horizontal, dengan sudut 90°. Posisi operator tegak lurus dengan posisi uji.

Gambar 3. Posisi pengujian vacuum

Secara umum waktu pengujian dibedakan menjadi 3 tahap yaitu sebagai berikut:

Persiapan

Menyiapkan peralatan dan bahan yang akan dipakai; Memastikan permukaan uji (bagian disekitar kampuh las) dalam keadaan bersih bebas dari debu, pasir, minyak atau lumpur;

Hubungkan alat vacuum dengan compressor (*Vacuum Pump*);
Hidupkan Kompresor;
Operator menuju posisi pengujian.

Start/proses

Menyemprotkan air sabun pada permukaan uji; Meletakkan (menancapkan) alat vacuum pada permukaan uji sambil sedikit ditekan dengan tangan agar karet dibagian bawahnya menjadi rapat dengan permukaan uji; Karena adanya aliran udara yang melewati valve maka tabung akan menjadi hampa, perhatikan alat ukur vacuum gauge jarum petunjuk kearah minus (vacuum 0,2 bar atau setara dengan -0,02 Mpa); Jika tekanan dalam alat vacuum kurang maka tambahkan lagi aliran udara dari compressor; Setelah udara dalam tabung hampa perhatikan kampuh las yang diuji apabila terdapat buih/gelembung sabun itu artinya terdapat kebocoran; Alat vacuum angkat atau dipindahkan ke tempat lain yang akan diuji (tanpa mematikan compressor atau menutup valve).

Finishing

Alat vacuum dilepas dari permukaan uji;
Operator mematikan compressor.

Namun data yang dianalisis adalah proses pengujian mulai dari penyemprotan air sabun pada permukaan uji, alat vacuum ditancapkan sampai alat vacuum dilepaskan dari permukaan uji. Adapun persiapan dan finishing akan dijelaskan secara deskriptif. Pengujian vacuum dilaksanakan dengan jumlah operator yang sama yaitu 2 orang dengan ukuran sample permukaan uji 1 meter dengan memperhatikan suhu dan besar tekanan permukaan uji yang diperbolehkan sesuai standar. Kemudian data dianalisis dengan metode regresi dengan sudut/posisi pengujian vacuum sebagai variabel X atau faktor penyebab dan rata-rata waktu pengujian proses vacuum sebagai variabel y atau faktor akibat. Yang mana semakin lama rata-rata waktu proses pengujian vacuum pada suatu posisi berarti semakin tinggi tingkat kesulitannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Waktu Proses Pengujian Vacuum

Berikut merupakan data pengukuran waktu pada proses inspeksi vacuum test pada lambung kapal.

Tabel 1. Data Proses Inspeksi Vacuum Test

Posisi	Persiapan (Detik)	Start/Proses (Detik)	Finishing (Detik)	lama Waktu (Detik)	Suhu Permukaan uji
0°	67	19	64	150	31.2
0°	67	18	64	149	31.2
0°	67	19	64	150	31.2
0°	67	19	64	150	31.2

Posisi	Persiapan (Detik)	Start/Proses (Detik)	Finishing (Detik)	lama Waktu (Detik)	Suhu Permukaan uji
0°	67	27	64	158	31.2
0°	67	36	64	167	31.2
0°	67	22	64	153	31.2
0°	67	17	64	148	31.2
0°	67	13	64	144	31.2
0°	67	21	64	152	31.2
30°	64	22	61	147	32.8
30°	64	20	61	145	32.8
30°	64	16	61	141	32.8
30°	64	13	61	138	32.8
30°	64	18	61	143	32.8
30°	64	20	61	145	32.8
30°	64	23	61	148	32.8
30°	64	16	61	141	32.8
30°	64	18	61	143	32.8
30°	64	20	61	145	32.8
45°	56	24	53	133	31.8
45°	56	33	53	142	31.8
45°	56	5	53	114	31.8
45°	56	4	53	113	31.8
45°	56	21	53	130	31.8
45°	56	13	53	122	31.8
45°	56	38	53	147	31.8
45°	56	14	53	123	31.8
45°	56	16	53	125	31.8
45°	56	12	53	121	31.8
90°	90	41	68	199	41.9
90°	90	8	68	166	41.9
90°	90	10	68	168	41.9
90°	90	10	68	168	41.9
90°	90	40	68	198	41.9
90°	90	14	68	172	41.9
90°	90	16	68	174	41.9
90°	90	10	68	168	41.9
90°	90	9	68	167	41.9
90°	90	8	68	166	41.9

Tabel 1 merupakan data hasil pengukuran waktu dan suhu permukaan uji proses inspeksi vacuum test berdasarkan posisi pelat lambung kapal yaitu di posisi 0° overhead,30°,45°,dan 90° pada pelat sisi. Proses survey pengukuran waktu pengujian vacuum dilaksanakan sebanyak dua kali pada hari yang berbeda,hal tersebut dikarenakan kondisi permukaan uji pada pelat lambung kapal belum siap untuk dilaksanakan proses inspeksi vacuum. Posisi 0° overhead,30° dan 45° dilaksanakan di survey pertama pada kmp. Satya Dharma adapun posisi 90° dilaksanakan di survey kedua pada kapal Asia Pesona. Kondisi suhu pada posisi 0°,30° dan 90° hampir sama yaitu sebesar 31,2°C,32,8°C dan 31,8°C hal tersebut dikarenakan posisi permukaan uji berada di bawah yang

sedikit mendapat pancaran sinar matahari secara langsung dan waktu pengukuran yang dilaksanakan pada pagi hari. Sedangkan suhu permukaan uji pada posisi 90° jauh lebih tinggi yaitu 41,9°C dikarenakan posisinya yang lebih tinggi yaitu berada didaerah yang mendapat pancaran sinar matahari langsung dan dilaksanakan pada siang hari.

Setelah mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk pengujian vacuum pada berbagai posisi, maka data tersebut dirata-rata dan dikelompokkan sesuai sudut posisi pengujian vacuum seperti pada tabel 2-4 sebagai berikut:

Tabel 2. Rata-Rata Waktu Persiapan Vacuum Test

No	Rata-Rata Waktu Inspeksi vacuum Test (Detik)	Sudut Proses Inspeksi Vacuum Test
	Y	X
1	67	0°
2	64	30°
3	56	45°
4	90	90°

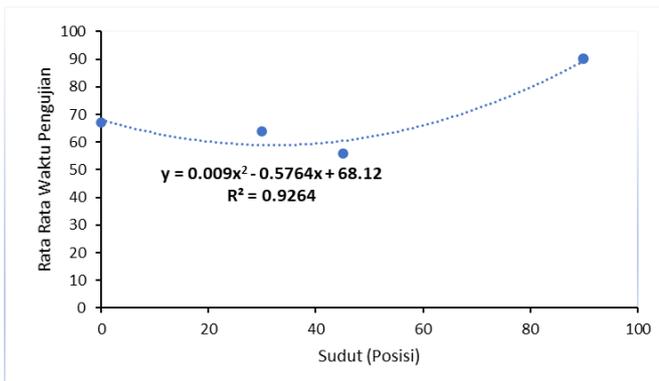
Dari data Tabel 2 menunjukan rata-rata waktu persiapan pengujian vacuum pada posisi 0°, 30°,45°,dan 90°. Adapun Rata-rata waktu persiapan pada posisi 0° = 67 detik dengan tahapan kegiatan mulai dari menyiapkan peralatan yang akan dipakai yaitu menyiapkan alat vacuum,senter,majun,air sabun,dan kabel olor. Setelah itu operator memastikan permukaan uji dalam keadaan bersih bebas dari (debu,pasir,minyak dan lumpur) biasanya kegiatan ini diabaikan karena pada umumnya perintah untuk melaksanakan pengujian vacuum dilakukan jika kapal sudah dalam keadaan siap untuk diuji. Langkah selanjutnya adalah menghubungkan alat vacuum dan kompresor bersamaan dengan menghidupkan kompresor. Kemudian operator menuju posisi pengujian 0° overhead pada pelat bottom serta melakukan penyemprotan air sabun pada permukaan uji. Dengan jarak yang sempit kurang lebih 40 cm dari tanah,hal inilah yang menyebabkan waktu persiapan pada posisi 0° overhead pada bottom lebih lama dari persiapan pengujian pada posisi 30° dan 45°.

Pada posisi 30°, rata-rata waktu persiapan adalah 64 detik dengan tahapan kegiatan mulai dari operator menuju posisi uji 30° yang berada tepat diatas slip way,menhidupkan kompresor,dan menyemprotkan air sabun ke permukaan uji. Untuk posisi 45°, rata-rata waktu persiapan adalah 56 detik dengan tahapan kegiatan mulai dari operator menuju posisi uji,menyalakan kompresor dan menyemprotkan air sabun pada permukaan uji. Kemudian pada posisi 90°, rata-rata waktu persiapan yang dibutuhkan adalah 90 detik dengan tahapan kegiatan mulai dari operator menuju posisi uji yang berada cukup tinggi dari pengujian sebelumnya dengan menggunakan alat bantu peranca (scaffolding),menghidupkan compressor dan melakukan penyemprotan air sabun ke permukaan uji.

Posisi pengujian yang lebih tinggi menjadikan waktu persiapan pada 90° lebih lama dari posisi 0°, 30° dan 45°.

Berdasarkan hasil pengujian ke empat posisi tersebut terdapat pekerjaan umum yang dilakukan pada semua posisi. Untuk posisi 0°, 30°, 45° tidak ada kegiatan yang lebih spesifik namun pada posisi 90° terdapat kegiatan atau persiapan spesifik yang tidak dikerjakan pada semua posisi yaitu tahap mempersiapkan perancah yang digunakan untuk menuju posisi pengujian yang berada di daerah yang lebih tinggi.

Dari data Tabel 2. dapat di analisis dengan analisis regresi sederhana yang menghasilkan output statistik sebagai berikut.



Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.962	.926	.779	6.859

The independent variable is X.

Correlations

	Sudut (X)
rata-rata waktu (Y)	0,962

Regression Equation

$$Y = 0.009X^2 - 0.5764X + 68.12$$

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	591.710	2	295.855	6.289	.271
Residual	47.040	1	47.040		
Total	638.750	3			

The independent variable is X.

Gambar 4. Grafik Rata-Rata Persiapan Inspeksi Vacuum Test

Informasi yang diperoleh dari output dan Gambar 4, didapatkan nilai korelasi antara sudut dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan pada persiapan inspeksi vacuum test pada lambung kapal sebesar 0,962 termasuk dalam kategori sangat kuat. Nilai determinasi R² sebesar 92,64% yang berarti pengaruh sudut dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan pada proses inspeksi vacuum test sebesar 92,64% sedangkan sisanya sebesar 7,36% dipengaruhi

oleh faktor lain yaitu adanya pekerjaan yang lebih spesifik dari salah satu posisi pengujian vacuum.

Hasil output ANOVA menunjukkan bahwa nilai F hitung (F-value=6,28) dengan nilai signifikansi p-value sebesar 0,271 untuk membandingkan F hitung dan F tabel dapat langsung membandingkan nilai *significance* dengan $\alpha = 0,05$ atau 5% dimana *significance* 0,271 lebih besar dari α 0,05 yang berarti bahwa posisi pengujian vacuum memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap durasi waktu pengujian. Dari hasil analisa regresi didapatkan persamaan regresi non linear $Y = 0.009X^2 - 0.5764X + 68.12$.

Tabel 3 Rata-Rata Waktu Proses Inti Pengujian Vacuum

No	Rata-Rata Waktu Inspeksi vacuum Test (Detik)	Sudut Proses Inspeksi Vacuum Test
	Y	X
1	21.1	0°
2	18.6	30°
3	18.0	45°
4	16,6	90°

Dari data Tabel 3 menunjukkan rata-rata waktu proses pengujian vacuum pada posisi 0°, 30°, 45°, dan 90°. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam proses inti dari *vacuum test* adalah 21.1 detik pada posisi 0° dengan rangkaian pekerjaan mulai dari alat vacuum ditancapkan pada permukaan uji, mengontrol tekanan compressor, mengamati hasil, dan memindahkan alat vacuum kesisi selanjutnya. Kegiatan inti yang dilaksanakan pada posisi 0° juga dilakukan pada posisi 30°, 45° dan 90° dengan rata-rata lama waktu sebesar 18,6 detik, 18,0 detik dan 16,6 detik. Namun berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan posisi 0° membutuhkan lebih lama waktu proses pengujian karena posisinya yang sempit dan harus menahan beban dari alat vacuum yang cukup berat dengan posisi operator yang harus telentang saat menancapkan alat vacuum pada permukaan uji. Dimana keadaan ini tidak dialami operator saat berada di posisi 30°, 45° dan 90°.

Dari data Tabel 3 dapat dianalisis dengan analisis regresi linear yang menghasilkan output statistik sebagai berikut.

Regression Statistics

Multiple R	0.95902542
R Square	0.91972975
Adjusted R Square	0.87959463
Standard Error	0.65248244
Observations	4

Correlations

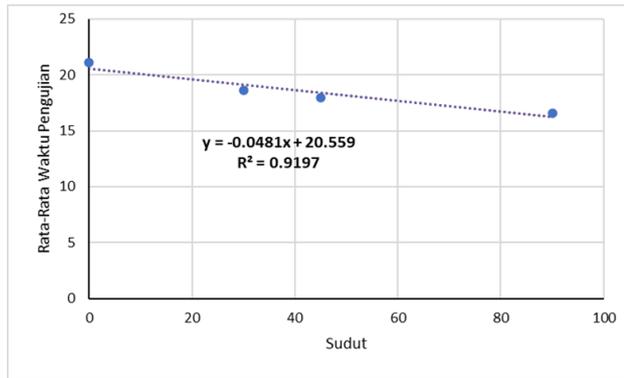
	Sudut (X)
Rata-rata waktu (Y)	-0,959

Regression Equation

$$Y = 20.559 - 0.0481X$$

Analysis of Variance

ANOVA				
	df	SS	MS	Significance F
Regression	1	9.756033	9.756033	22.91583
Residual	2	0.851467	0.425733	0.040974583
Total	3	10.6075		



Gambar 5 Grafik Rata-rata Proses inti Inspeksi Vacuum Test

Informasi yang diperoleh dari output dan Gambar 5, didapatkan nilai korelasi antara sudut dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan pada proses inti inspeksi vacuum test pada lambung kapal sebesar -0,959 termasuk dalam kategori sangat kuat. Nilai determinasi R² sebesar 91,97% yang berarti pengaruh sudut dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan pada proses inspeksi vacuum test sebesar 91,97% sedangkan sisanya sebesar 8,03% dipengaruhi oleh faktor lain yaitu suhu permukaan uji, besar tekanan dan kecepatan proses inspeksi vacuum.

Hasil output ANOVA menunjukkan bahwa nilai F hitung (F-value=22,91) dengan nilai signifikansi p-value sebesar 0,040 untuk membandingkan F hitung dan F tabel dapat langsung membandingkan nilai *significance* dengan $\alpha = 0,05$ atau 5% dimana *significance* 0,04 lebih kecil dari alpha 0,05 yang berarti bahwa posisi pengujian vacuum memiliki pengaruh yang signifikan terhadap durasi waktu pengujian. Dari hasil analisa regresi didapatkan persamaan regresi linear $Y = 20.559 - 0.0481X$.

Tabel 4 Rata-Rata Waktu Finishing Pengujian Vacuum

No	Rata-Rata Waktu Inspeksi vacuum Test (Detik) Y	Sudut Proses Inspeksi Vacuum Test X
1	64	0°
2	61	30°
3	53	45°
4	68	90°

Dari data Tabel 4 menunjukkan rata-rata waktu finishing pengujian vacuum pada posisi 0°, 30°,45°,dan 90°. Adapun Rata-rata waktu finishing pada posisi 0° = 64 detik dengan tahapan kegiatan mulai dari operator melepaskan alat vacuum dari permukaan uji,operator mematikan compressor dan operator keluar dari posisi pengujian 0° pada pelat bottom. Pada posisi 30°, rata-rata waktu finishing adalah 61 detik dengan tahapan kegiatan mulai dari operator melepaskan alat vacuum dari permukaan uji,operator mematikan compressor sampai operator keluar dari posisi uji. Untuk posisi 45°, rata-rata waktu persiapan adalah 53 detik dengan rangkaian kegiatan mulai dari operator melepaskan alat vacuum dari permukaan uji,operator mematikan compressor sampai operator keluar dari posisi uji. Kemudian rata-rata waktu finishing pada posisi 90° adalah 68 detik dengan tahapan kegiatan yang sama dengan posisi 0°, 30° dan 45°. Berdasarkan hasil pengujian posisi 90° memiliki lama waktu tertinggi dibandingkan posisi lainnya karena posisi tersebut berada ditempat yang cukup tinggi sehingga dalam tahap finishing operator harus menggunakan scaffolding yang membukakan waktu beberapa detik dibandingkan dengan posisi pengujian lainnya.

Dari data Tabel 4 dapat di analisis dengan analisis regresi polinomial yang menghasilkan output statistik sebagai berikut.

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
.876	.767	.302	5.307

The independent variable is x.

Correlations

Sudut (X)

Rata-rata waktu (Y)	0.876
---------------------	-------

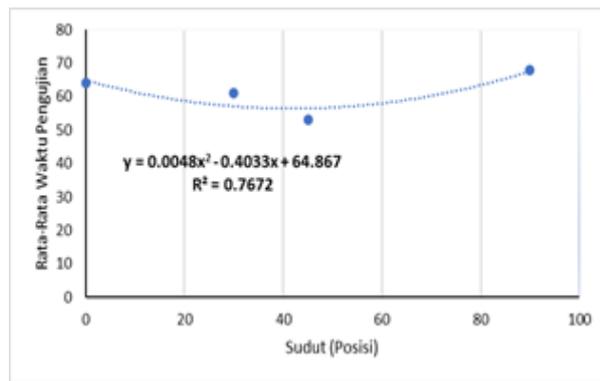
Regression Equation

$$Y = 0.0048X^2 - 0.4033 + 64.867$$

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	92.833	2	46.417	1.648	.482
Residual	28.167	1	28.167		
Total	121.000	3			

The independent variable is x.



Gambar 6. Grafik Rata-rata Finishing Inspeksi Vacuum Tes

Informasi yang diperoleh dari output dan Gambar 6, didapatkan nilai korelasi antara sudut dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan pada proses inti inspeksi vacuum test pada lambung kapal sebesar 0,876 termasuk dalam kategori sangat kuat. Nilai diterminasi R^2 sebesar 76,72% yang berarti pengaruh sudut dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan pada proses inspeksi vacuum test sebesar 76,72% sedangkan sisanya sebesar 23,28% dipengaruhi oleh faktor lain yaitu suhu permukaan uji, besar tekanan dan kecepatan proses inspeksi vacuum.

Hasil output ANOVA menunjukkan bahwa nilai F hitung ($F\text{-value}=1.648$) dengan nilai signifikansi p-value sebesar 0,482 untuk membandingkan F hitung dan F tabel dapat langsung membandingkan nilai *significance* dengan $\alpha = 0,05$ atau 5% dimana *significance* 0,482 lebih besar dari α 0,05 yang berarti bahwa posisi pengujian vacuum memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap durasi waktu pengujian. Dari hasil analisa regresi didapatkan persamaan regresi non linear $Y = 0.0048X^2 - 0.4033X + 64.867$.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan rata-rata waktu persiapan pengujian vacuum yang paling lama terjadi pada posisi 90° yaitu dengan 90 detik dengan persamaan regresi polinomial $Y = 0.009X^2 - 0.5764X + 68.12$. Hal tersebut dikarenakan pada posisi 90° terdapat pekerjaan spesifik yaitu persiapan perancah, dimana pekerjaan tersebut tidak dilakukan pada posisi 0° , 30° dan 45° . Rata-rata waktu pada proses inti pengujian vacuum yang paling lama terjadi pada posisi 0° yaitu 21,1 detik dengan persamaan regresi linear $Y = 20.559 - 0.0481X$. Hal tersebut dikarenakan posisi 0° berada didaerah yang sempit dengan keadaan operator yang harus menahan berat alat vacuum sehingga sedikit sulit untuk memasangkan alat vacuum pada permukaan uji. Dimana kondisi tersebut tidak dialami oleh posisi lainnya. Sedangkan Rata-rata waktu pada proses finishing pengujian vacuum yang paling lama terjadi pada posisi 90° yaitu 68 detik dengan persamaan regresi polinomial $Y = 0.009X^2 - 0.5764X + 68.12$. Hal tersebut dikarenakan pada posisi 90° operator berada di posisi yang tinggi dari posisi lainnya sehingga membutuhkan waktu tambahan dalam proses finishing.

Ucapan Terima Kasih

Pada penyusunan paper ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Puji syukur kepada Allah Swt Alhamdulillahirobil Alamin atas Rahmat dan nikmat yang diberikan, sehingga penulisan paper ini dapat selesai dan berjalan lancar. Terima kasih kepada kedua orang tua yang menjadi jimat terbaik dalam setiap langkah penulis. Terima kasih kepada Suami saya tercinta yang sudah mendukung, mendoakan dan memberi semangat. Terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah banyak membantu dan sabar dalam membimbing. Terima kasih kepada teman-teman tersayang yang selalu ada dalam suka dan duka dan seluruh keluarga yang selalu mendoakan yang terbaik sehingga paper ini dapat terselesaikan dengan baik sebagaimana mestinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Gibson, Andrew., Utama, I Ketut Aria Pria. (2016). "Analisis CFD Hambatan Lambung Kapal Trimaran Asimetris Flat Side Inside Dengan Variasi Jarak Antar Lambung Secara Membujur". Jurnal Teknik ITS. Vol. 5, No. 1, ISSN: 2337-3539.
- Hidayat, Syamsul., Saleh, Muhammad. (2020). "Kemampuan Kerja antara Pekerja Lulusan SMA dan SMK di Industri Manufaktur" : Studi Komparasi, Jurnal Ilmiah . Vol. 17, No. 1.
- Herlina, Firda., Suprpto, M., Siswanto. (2018). "Analisa Teknis Pengujian Kekedapan Pengelasan Pada Tangki Tongkang Dengan Membandingkan Metode Chalk Test, Air Pressure Test Dan Vacuum Test". Jurnal Info Teknik. Vol. 19, No. 1.
- Ismail, Fajri. 2018. Pendidikan Statistika Untuk Penelitian Dan Ilmu-Ilmu Sosial. Kencana:
- Kurniawan, Robert., Yuniarto, Budi. (2016). *Analisa Regresi Dasar dan Penerapannya dengan R*. Jakarta: Kencana.
- Pratidina, Dinda Julistya. (2019). "Meminimalkan Kerusakan Pada Lambung Kapal Pada Saat Proses Sandar Kapal MV. Intan Baruna Di PLTU Pacitan". [kripsi]. Semarang: Politeknik Pelayaran Semarang.
- Siswanto, Yohanes Adi., Kristiyono, Tri Agung (2018). "Penentuan Standar Waktu Potong Menggunakan Oxy - Lpg Pada Pemotongan Pelat Manual". [kripsi]. Surabaya: Teknik Perkapalan Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah Surabaya.
- Sugiyono. 2015. Statistik Non Paametrus Untuk Penelitian. Bandung: Alfabeta
- Smith. 2014. Belajar Mengenai Kapal Vacuum Test. Diakses pada 27 Januari 2022. <https://smithship.blogspot.com/2014/06/vacuum-test.html>
- Toni, Fulgensius. (2014). "Pengaruh Proses Firing Terhadap Sifat Mekanis Plat Pada Bagian Lambung Kapal". [Skripsi]. Pontianak: Universitas Muhammadiyah Pontianak