

STUDI PENGARUH VARIASI JARAK *NOZZLE TIP* TERHADAP KEBUTUHAN GAS *OXY-LPG* DAN DURASI PADA PEKERJAAN PEMOTONGAN PELAT BADAN KAPAL SECARA MANUAL

Syahrul Setyo Pambudi¹, Tri Agung Kristiyono² dan Bagus Kusuma Aditya³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah,, Indonesia

Email: syahrul.pambudi@hangtuah.ac.id¹; tri.agung@hangtuah.ac.id²; baguskusumaaditya@gmail.com³

Abstrak

Proses pemotongan pelat secara manual dengan gas oxy-LPG masih banyak digunakan di galangan maupun sub-kontraktor kapal di Indonesia, baik itu dalam produksi kapal bangunan baru maupun reparasi. Dalam proses pemotongan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas pemotongan adalah penggunaan jarak *nozzle tip*. Di industri perkapalan sering dijumpai penggunaan jarak *nozzle tip* dalam proses pemotongan pelat secara manual berbeda-beda. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jarak *nozzle tip* terhadap kebutuhan gas oxy – LPG dan durasi pemotongan. Metode penelitian ini dilakukan menggunakan metode eksperimen pemotongan pelat. Berdasarkan hasil analisa data diketahui bahwa semakin tinggi penggunaan jarak *nozzle tip*, kebutuhan gas oxy-LPG semakin meningkat sedangkan durasi pemotongan tidak. Persamaan regresi linier yang didapatkan antara jarak *nozzle tip* dengan kebutuhan oksigen adalah $Y = 0.0171X + 0.5357$ dan jarak *nozzle tip* dengan kebutuhan LPG adalah $Y = 0.0071X + 0.0600$, dan persamaan regresi non-linier *polynomial order 2* yang didapatkan antara jarak *nozzle tip* dengan durasi pemotongan adalah $Y = 0.9895X^2 - 19.3120X + 310.0900$, serta durasi pemotongan efektif dari variasi *nozzle tip* terhadap pelat didapat pada kisaran jarak 4 mm sampai 10 mm dan jarak optimal *nozzle tip* didapatkan pada jarak 9.7585 mm dengan durasi pemotongan sebesar 215.8623 detik.

Kata kunci: *Nozzle Tip*, Gas Oxy – LPG, Durasi, Pemotongan Manual.

Abstract

The process of manually cutting plates with oxy-LPG gas is still widely used in shipyards and ship sub-contractors in Indonesia, both in the production of new building ships and repairs. In the cutting process, one of the factors that can affect the quality of cutting is the use of a tip nozzle distance. In the shipping industry, it is often found that the use of the tip nozzle distance in the process of manually cutting plates varies. This study aimed to determine the effect of the nozzle tip distance on the need for oxy – LPG gas and the duration of cutting. This research method was carried out using the experimental method of cutting plates. Based on the results of data analysis, it is known that the higher the use of the nozzle tip distance, the need for oxy-LPG gas will increase while the cutting duration is not. The linear regression equation obtained between the distance of the tip nozzle and the oxygen requirement is $Y = 0.0171X + 0.5357$ and the tip nozzle distance with the LPG needs is $Y = 0.0071X + 0.0600$, and the polynomial order 2 non-linear regression equation obtained between the tip nozzle distance and the cutting duration is $Y = 0.9895X^2 - 19.3120X + 310.0900$, and the effective cutting duration of the tip nozzle variation against the plate was obtained in the range of 4 mm to 10 mm distance and the optimal distance of the tip nozzle was obtained at a distance of 9.7585 mm with a cutting duration of 215.8623 seconds.

Keywords: *Nozzle Tip*, *Oxy – LPG Gas*, *Duration*, *Manual Cutting*.

1. PENDAHULUAN

Produksi kapal merupakan kegiatan yang meliputi bangunan baru maupun reparasi kapal, yang memiliki banyak sekali tahapan, misalnya dalam bangunan baru terdapat tahapan dalam prosesnya, seperti : proses fabrikasi, *sub-assembly*, proses *assembly*, *erection*, dan *outfitting* (Ningrum

et al., 2018). Sedangkan, untuk reparasi kapal dibagi menjadi beberapa tahapan (Soejitno, 2002). Seperti: persiapan sebelum pekerjaan reparasi kapal, dsb, yang pada umumnya reparasi sendiri menyangkut tiga hal yaitu : badan kapal, permesinan kapal, dan *outfitting* kapal (Nurwanti & Pribadi, 2016). Dalam bangunan baru maupun

reparasi kapal pasti akan menjumpai proses pemotongan. Proses pemotongan pada bangunan baru merupakan kegiatan awal yang dilakukan pada proses fabrikasi. Sedangkan, pada reparasi kapal biasanya proses pemotongan ini dilakukan pada kegiatan pergantian pelat badan kapal, maupun kegiatan lainnya, yang sifatnya melakukan perbaikan maupun pemeliharaan kapal.

Proses pemotongan merupakan proses memisahkan sebagian atau keseluruhan dari suatu bagian objek benda. Khususnya logam atau baja, baik itu pada pemotongan pelat, profil, pipa, dan lain-lain, sesuai dengan tanda potong (*marking*) yang telah ditetapkan. Pada galangan maupun sub-kontraktor kapal di Indonesia proses pemotongan ini biasanya menggunakan pemotongan secara manual dengan mesin potong *Gas Oxy – Fuel* dimana mayoritas penggunaannya menggunakan bahan bakar *Liquefied Petroleum Gas (LPG)* karena lebih ekonomis, flexible, memiliki aksesibilitas yang tinggi, dan mudah didapat. Pada dasarnya proses pemotongan memiliki dua macam cara, yaitu pemotongan secara manual dan pemotongan secara otomatis. Namun, Menurut Aditya & Kristiyono (2022) yang menjelaskan bahwa dalam kondisi secara langsung kegiatan pemotongan secara manual banyak ditemui dengan pertimbangan banyaknya pekerjaan yang dilakukan secara *onboard* (dikapal), terutama pada material yang tidak memungkinkan jika dilakukan dengan mesin pemotongan otomatis.

Pemotongan manual dengan *Gas Oxy – Fuel* atau *Manual Gas Cutting* berbahan bakar gas LPG merupakan proses pemotongan, dimana dalam proses pekerjaannya dimulai dari pemanasan area permukaan logam yang akan dipotong hingga suhu penyalan sekitar 760°C sampai 870°C dengan nyala *Gas Oxy – Fuel* (Muñoz-Escalona et al.,

2006). Saat mencapai suhu penyalan, aliran oksigen pemotongan diarahkan ke tempat yang dipanaskan sebelumnya, sehingga menyebabkan reaksi kimia eksotermik yang kuat antara oksigen dan logam sampai membentuk oksida besi (*iron oxide*) atau terak (Kothari, 2015). Aliran oksigen tersebut juga meniup terak yang memungkinkan untuk menembus material dan terus memotong material (Lietze, 1995).

Pada umumnya biaya dalam produksi kapal, baik itu bangunan baru maupun reparasi kapal ditentukan oleh beberapa faktor. Dimana salah satu faktornya adalah biaya tidak langsung, menurut Sasongko & Baroroh (2011) yang menjelaskan bahwa biaya tidak langsung meliputi biaya kebutuhan bahan bakar gas potong, dan biaya tidak langsung lainnya. Perlu diketahui bahwa dalam proses pemotongan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas pemotongan adalah faktor jarak *nozzle tip*. Menurut Hu et al (2011) yang menyatakan bahwa jarak *nozzle tip* mempengaruhi hasil pemotongan, penelitian ini dilakukan dengan variasi jarak *nozzle tip* sebesar 1 mm, 1.5 mm, 2 mm, 2.5 mm, 3 mm dan ketebalan spesimen potong sebesar 1.5 mm serta menggunakan pemotongan laser gas.

Rasheed (2013) juga menyatakan bahwa kebutuhan daya yang digunakan sebanding dengan jarak berdiri / jarak *nozzle tip* terutama pada kecepatan tinggi. penelitian ini menggunakan jarak *nozzle tip* sebesar 0 mm, 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm pada ketebalan spesimen potong sebesar 1.68 mm dan jarak *nozzle tip* sebesar 0 mm, 0.5 mm, 1 mm, 1.5 mm, 2 mm, 2.5 mm pada ketebalan spesimen potong sebesar 2 mm serta menggunakan pemotongan laser gas.

Serta Harish & Babu (2017) yang menyatakan bahwa tekanan gas, kecepatan potong, dan jarak

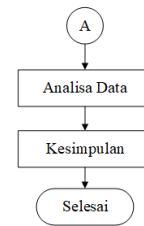
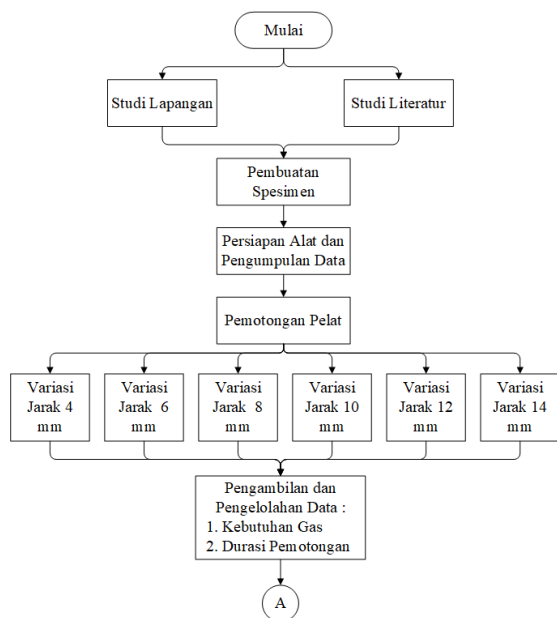
nozzle tip mempengaruhi pemotongan gas *oxy-fuel* pada baja ringan HRE-3, gas yang dipakai adalah *Oxygen - LPG*. Dengan penggunaan jarak *nozzle tip* sebesar 7 mm, 10 mm, 13 mm, serta menggunakan mesin pemotong secara otomatis.

Penggunaan jarak *nozzle tip* yang berbeda-beda pada tiap galangan maupun sub-kontraktor kapal. Menjelaskan bahwa belum adanya bukti ilmiah yang dapat digunakan sebagai acuan dalam penggunaan jarak *nozzle tip* pada proses pemotongan pelat secara manual, dimana para operator galangan dan sub-kontraktor kapal umumnya berbekal akan pengalaman pemotongan yang pernah didapatkan sebelumnya. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait pengaruh jarak *nozzle tip* pada proses pemotongan pelat secara manual yang diharapkan dapat menjadi acuan untuk menentukan biaya produksi kapal yang diperlukan.

2. METODE PENELITIAN

2. 1. Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan urutan langkah-langkah proses penelitian :



Gambar. 2. 1. Diagram alir penelitian.

2. 2. Metode dan Parameter Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan jenis penelitian kuantitatif. Sedangkan, untuk parameter dalam penelitian ini adalah :

- 1) Proses pemotongan berjalan dengan benar dan sesuai
- 2) Terdapat hasil pengukuran yang baik, dari setiap variasi jarak *nozzle tip*.
- 3) Hasil analisa regresi memenuhi tujuan yang diinginkan.

2. 3. Waktu Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan selama 3 (tiga) hari, yang dimulai tanggal 23 mei 2022 sampai 24 mei 2022.

2. 4. Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Produksi & Workshop, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah.

2. 5. Prosedur Penelitian

1) Studi Literatur

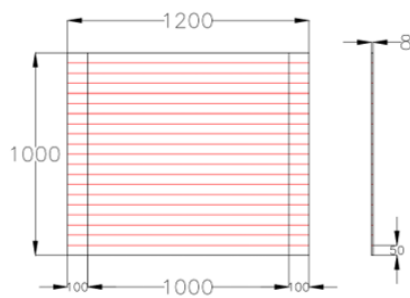
Pengumpulan berbagai informasi dan referensi dari buku, jurnal, skripsi, tesis dan lain-lain.

2) Studi Lapangan

Pengumpulan informasi dan referensi yang ada dilapangan

3) Pembuatan Spesimen

Pembuatan rancangan spesimen uji yang akan dipakai, antara lain :



Gambar. 2. 2. Rancangan spesimen uji.

Keterangan :

- Satuan milimeter (mm)
- Garis merah = lajur pemotongan

4) Persiapan Alat dan Pengumpulan Data

Pada tahap ini yang dilakukan adalah persiapan alat dan bahan uji bersamaan dengan pengumpulan data spesifikasi – spesifikasi yang dibutuhkan dalam penelitian.

5) Pemotongan Pelat

Merupakan uji eksperimen dari penelitian dimana pemotongan pelat dilakukan selama 6 kali masa percobaan dimana setiap 1 variasi terdapat 3 kali pemotongan, dengan 6 variasi jarak *nozzle tip* terhadap *material base*. Variasi jarak *nozzle tip* yang digunakan : 4 mm, 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm dan 14 mm.

6) Pengambilan dan Pengolahan Data

Merupakan pengambilan dan pengolahan data penelitian dimana data diambil serta diolah dengan seksama dengan mengelompokkan data dari setiap pemotongan. Data yang diambil berupa data kebutuhan gas oksigen, gas LPG, dan durasi pada setiap pemotongan.

7) Analisa Data

Analisa data dilakukan untuk menganalisa hasil data yang sudah diolah, dalam tahap ini data dianalisa lebih lanjut yang bertujuan supaya data menjadi mudah dipahami.

8) Kesimpulan

Setelah semua tahap telah selesai dilakukan maka penulis menarik berupa

kesimpulan untuk menjawab dari hasil penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengambilan dan Pengolahan Data

3.1.1. Pengambilan Data

Dari pemotongan secara manual dengan gas oksigen – lpg dengan variasi jarak *nozzle tip* didapatkan hasil berupa kebutuhan gas oksigen, lpg, dan durasi pemotongan. Dimana data diambil dengan menggunakan :

1. *Nozzle tip* no. = 2
2. Panjang pemotongan = 1000 mm

Sehingga, didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 3. 1. Hasil pengambilan data.

Jarak <i>Nozzle Tip</i> (mm)	Pemotongan ke	Kebutuhan Oksigen (Kg)	Kebutuhan LPG (Kg)	Durasi Pemotongan	Tukang Potong
4	1	0.61	0.09	04:33.66	A
	2	0.50	0.08	04:15.48	A
	3	0.69	0.11	03:22.49	B
6	1	0.57	0.09	04:20.40	A
	2	0.58	0.10	04:12.35	A
	3	0.74	0.12	03:13.49	B
8	1	0.61	0.10	04:14.21	A
	2	0.66	0.11	03:59.69	A
	3	0.77	0.13	03:10.38	B
10	1	0.68	0.12	03:37.39	A
	2	0.70	0.11	03:23.41	A
	3	0.79	0.14	03:08.22	B
12	1	0.71	0.13	03:49.20	A
	2	0.72	0.14	03:55.31	A
	3	0.80	0.16	03:18.15	B
14	1	0.73	0.15	04:17.38	A
	2	0.74	0.16	04:02.17	A
	3	0.82	0.19	03:30.23	B

Keterangan :

- Tukang Potong – A : Achmad Buqhori
- Tukang Potong – B : Trimo

Sebelum data diolah dan dianalisa, terlebih dahulu data pada kolom durasi pemotongan dikonversikan ke dalam satuan detik.

3.1.2. Pengolahan Data

Setelah hasil dari pengambilan data penelitian didapatkan maka hal selanjutnya adalah melakukan pengolahan dengan seksama dengan mengelompokkan data dari setiap pemotongan. Pengolahan data yang dilakukan sebagai berikut :

Tabel 3. 2. *Descriptive statistics* data kebutuhan gas oksigen

Descriptive Statistics Kebutuhan Gas Oksigen						
Jarak	N	Mean	Std. Deviation	Min	Max	Range
4	3	0.60	0.10	0.50	0.69	0.19
6	3	0.63	0.10	0.57	0.74	0.17
8	3	0.68	0.08	0.61	0.77	0.16
10	3	0.72	0.06	0.68	0.79	0.11
12	3	0.74	0.05	0.71	0.80	0.09
14	3	0.76	0.05	0.73	0.82	0.09

Berdasarkan Tabel 3. 2. Didapatkan hasil bahwa rata-rata kebutuhan gas oksigen tertinggi terletak pada variasi jarak *nozzle tip* 14 mm dengan nilai sebesar 0.76 Kg. Sedangkan, nilai rata-rata kebutuhan terendah pada variasi jarak *nozzle tip* 4 mm dengan nilai sebesar 0.60 Kg.

Tabel 3. 3. *Descriptive statistics* data kebutuhan gas LPG

Descriptive Statistics Kebutuhan Gas LPG						
Jarak	N	Mean	Std. Deviation	Min	Max	Range
4	3	0.09	0.02	0.08	0.11	0.03
6	3	0.10	0.02	0.09	0.12	0.03
8	3	0.11	0.02	0.10	0.13	0.03
10	3	0.12	0.02	0.11	0.14	0.03
12	3	0.14	0.02	0.13	0.16	0.03
14	3	0.17	0.02	0.15	0.19	0.04

Berdasarkan Tabel 3. 3. Didapatkan hasil bahwa rata-rata kebutuhan gas LPG tertinggi terletak pada variasi jarak *nozzle tip* 14 mm dengan nilai sebesar 0.17 Kg. Sedangkan, nilai rata-rata kebutuhan terendah pada variasi jarak *nozzle tip* 4 mm dengan nilai sebesar 0.09 Kg.

Tabel 3. 4. *Descriptive statistics* data durasi pemotongan

Descriptive Statistics Durasi Pemotongan						
Jarak	N	Mean	Std. Deviation	Min	Max	Range
4	3	243.88	36.98	202.49	273.66	71.17
6	3	235.41	36.53	193.49	260.40	66.91
8	3	228.09	33.46	190.38	254.21	63.83
10	3	203.01	14.59	188.22	217.39	29.17
12	3	220.89	19.93	198.15	235.31	37.16
14	3	236.59	24.06	210.23	257.38	47.15

Berdasarkan Tabel 3. 4. Didapatkan hasil bahwa rata-rata durasi pemotongan tertinggi terletak pada variasi jarak *nozzle tip* 4 mm dengan nilai sebesar 243.88 detik. Sedangkan, nilai rata-

rata durasi pemotongan terendah pada variasi jarak *nozzle tip* 10 mm dengan nilai sebesar 203.01 detik.

Dari setiap tabel *descriptive statistics* diatas, maka data dikelompokkan untuk mendapatkan data rata-rata setiap populasi, berikut data rata – rata setiap populasi yang sudah dikelompokkan.

Tabel 3. 5. Data rata-rata kebutuhan gas oksigen, gas LPG, dan durasi pemotongan

Jarak <i>Nozzle Tip</i> (mm)	Rata-rata Kebutuhan Oksigen (Kg)	Rata-rata Kebutuhan LPG (Kg)	Rata-rata Durasi Potong (Detik)
4	0.60	0.09	243.88
6	0.63	0.10	235.41
8	0.68	0.11	228.09
10	0.72	0.12	203.01
12	0.74	0.14	220.89
14	0.76	0.17	236.59

3.3. Analisa data

Analisa data ini dilakukan untuk mengetahui secara detail mengenai hasil dari eksperimen penelitian, dimana dalam analisis data dilakukan uji sebagai berikut :

3.3.1. Uji normalitas

Berikut merupakan hasil uji normalitas pada setiap data :

Tabel 3. 6. Hasil normalitas pada data kebutuhan gas oksigen, gas LPG, dan durasi pemotongan.

Metode Shapiro - Wilk				
	Jarak	Perhitungan	df	Sig.
Kebutuhan Gas Oksigen	4	0.992	3	0.826
	6	0.794	3	0.100
	8	0.955	3	0.593
	10	0.881	3	0.328
	12	0.832	3	0.194
	14	0.832	3	0.194
Kebutuhan Gas LPG	4	0.964	3	0.637
	6	0.964	3	0.637
	8	0.964	3	0.637
	10	0.964	3	0.637
	12	0.964	3	0.637
	14	0.923	3	0.463
Durasi Pemotongan	4	0.926	3	0.474
	6	0.839	3	0.211
	8	0.910	3	0.418
	10	0.999	3	0.954
	12	0.869	3	0.294
	14	0.960	3	0.614

Berdasarkan tabel 3. 6. Menunjukkan bahwa, nilai (sig.) hitung > 0.05 yang berarti bahwa data hasil pengujian pada setiap data populasi sampel data dari kebutuhan gas oksigen, gas LPG, dan durasi pemotongan berdistribusi normal.

3.3.2. Uji homogenitas

Berikut merupakan hasil uji homogenitas pada setiap data :

Tabel 3. 7. Hasil homogenitas pada data kebutuhan gas oksigen, gas LPG, dan durasi pemotongan.

Metode Levene				
	Perhitungan	Dk-1	Dk-2	Sig.
Kebutuhan Gas Oksigen	0.733	5	12	0.613
Kebutuhan Gas LPG	0.190	5	12	0.960
Durasi Pemotongan	1.258	5	12	0.343

Berdasarkan tabel 3. 7. Menunjukkan bahwa, nilai (sig.) hitung > 0.05 yang berarti bahwa data hasil pengujian pada setiap populasi sampel data dari kebutuhan gas oksigen, gas LPG, dan durasi pemotongan bersifat homogen.

3.3.3. Uji korelasi

Berikut merupakan hasil uji korelasi pada rata – rata setiap data :

Tabel 3. 8. Hasil korelasi pada data rata – rata kebutuhan gas oksigen, gas LPG, dan durasi pemotongan.

Metode Pearson Product Moment				
		Kebutuhan Gas Oksigen	Kebutuhan Gas LPG	Durasi Pemotongan
Jarak Nozzle	Perhitungan	0.987	0.979	-0.386
Tip	Sig. (2 Tailed)	0.000	0.002	0.449

Berdasarkan tabel 3. 8. Menunjukkan bahwa, nilai (sig.) 2 tailed yang merujuk pada (sig.) hitung < 0.05 yang berarti bahwa data hasil pengujian pada setiap populasi sampel data dari kebutuhan gas oksigen, gas LPG berkorelasi dengan jarak nozzle tip. Sedangkan, pada durasi pemotongan memiliki nilai (sig.) hitung > 0.05 sehingga dapat dikatakan bahwa populasi sampel data dari durasi pemotongan tidak berkorelasi dengan jarak nozzle tip.

3.3.4. Uji regresi

Berikut merupakan hasil pengujian regresi pada rata – rata setiap data :

3.3.4.1. Kebutuhan gas oksigen

Berikut hasil pengujian regresi linier jarak nozzle tip terhadap kebutuhan gas oksigen.

Tabel 3. 9. Regression Statistics

Regression Statistics	
Multiple R	0.9866
R Square	0.9734
Adjusted R Square	0.9668
Standard Error	0.0119
Observations	6

Berdasarkan Tabel 3. 9. Menunjukkan bahwa nilai multiple R secara linier sebesar 0.9866 yang termasuk kedalam kategori sangat kuat (Sugiyono, 2007:231), dan nilai determinasi (R²) sebesar 0.9734 yang termasuk dalam kategori kuat (Chin, 1998), dimana nilai R² tersebut memiliki arti bahwa pengaruh jarak nozzle tip terhadap kebutuhan gas oksigen pada proses pemotongan pelat badan kapal secara manual sebesar 97.34%, sisanya sebesar 2.66 % dipengaruhi oleh faktor lain.

Tabel 3. 10. ANOVA

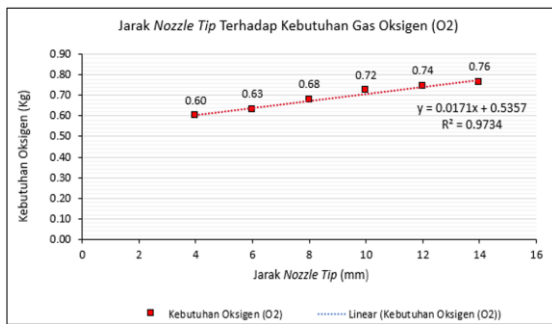
Analysis Of Variant (ANOVA)					
	df	SS	MS	F	Sig. f
Regression	1	0.0206	0.0206	146.4407	0.0003
Residual	4	0.0006	0.0001		
Total	5	0.0211			

Berdasarkan Tabel 3. 10. Menunjukkan bahwa nilai F_{hitung} sebesar 146.4407 dengan signifikansi p-value 0.0003 < 0.05 yang berarti bahwa variasi jarak nozzle tip memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kebutuhan gas oksigen.

Tabel 3. 11. Descriptive

Descriptive				
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	0.5357	0.0136	39.2843	0.0000
X Variable 1	0.0171	0.0014	12.1013	0.0003

Berdasarkan Tabel 3. 11. Pada kolom coefficients menunjukkan bahwa nilai a pada persamaan regresi linier sebesar 0.5357 dan nilai b sebesar 0.0171, dimana nilai regresi cenderung positif yang menunjukkan bahwa pengaruhnya positif sehingga dapat diartikan semakin tinggi jarak nozzle tip maka kebutuhan gas oksigen juga semakin banyak.



Gambar 3. 1. Grafik pola regresi linier jarak *nozzle tip* terhadap kebutuhan gas oksigen

Berdasarkan Gambar 3. 1. didapatkan persamaan regresi linier, yaitu $Y = 0.0171X + 0.5357$ dimana X merupakan jarak *nozzle tip*.

3.3.4.2. Kebutuhan gas LPG

Berikut hasil pengujian regresi linier jarak *nozzle tip* terhadap kebutuhan gas LPG.

Tabel 3. 12. Regression Statistics

Regression Statistics	
Multiple R	0.9791
R Square	0.9587
Adjusted R Square	0.9483
Standard Error	0.0062
Observations	6

Berdasarkan Tabel 3. 12. Menunjukkan bahwa nilai *multiple R* secara linier sebesar 0.9791 yang termasuk kedalam kategori sangat kuat (Sugiyono, 2007:231), dan nilai determinasi (R_{Square}) sebesar 0.9587 yang termasuk dalam kategori kuat (Chin, 1998), dimana nilai R_{Square} tersebut memiliki arti bahwa pengaruh jarak *nozzle tip* terhadap kebutuhan gas LPG pada proses pemotongan pelat badan kapal secara manual sebesar 95.87%, sisanya sebesar 4.13 % dipengaruhi oleh faktor lain.

Tabel 3. 13. ANOVA

Analysis Of Variant (ANOVA)					
	df	SS	MS	F	Sig. f
Regression	1	0.0035	0.0035	92.7618	0.0007
Residual	4	0.0002	0.0000		
Total	5	0.0037			

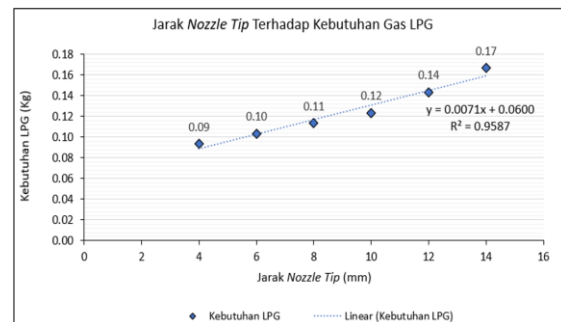
Berdasarkan Tabel 3. 13. Menunjukkan bahwa nilai F_{hitung} sebesar 92.7618 dengan signifikansi *p-value* $0.0007 < 0.05$ yang berarti bahwa variasi

jarak *nozzle tip* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kebutuhan gas LPG.

Tabel 3. 14. Descriptive

Descriptive				
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	0.0600	0.0071	8.4652	0.0011
X Variable 1	0.0071	0.0007	9.6313	0.0006

Berdasarkan Tabel 3. 14. Pada kolom *coefficients* menunjukkan bahwa nilai a pada persamaan regresi linier sebesar 0.0600 dan nilai b sebesar 0.0071, dimana nilai regresi cenderung positif yang menunjukkan bahwa pengaruhnya positif sehingga dapat diartikan semakin tinggi jarak *nozzle tip* maka kebutuhan gas LPG juga semakin banyak.



Gambar 3. 2. Grafik pola regresi linier jarak *nozzle tip* terhadap kebutuhan LPG.

Berdasarkan Gambar 3. 2. didapatkan persamaan regresi linier, yaitu $Y = 0.0071X + 0.0600$ dimana X merupakan jarak *nozzle tip*.

3.3.4.3. Durasi pemotongan

Berikut hasil pengujian regresi non-linier jarak *nozzle tip* terhadap durasi pemotongan.

Tabel 3. 15. Regression Statistics

Regression Statistics	
Multiple R	0.8385
R Square	0.7031
Adjusted R Square	0.5052
Standard Error	10.2226
Observations	6

Berdasarkan Tabel 3. 15. Menunjukkan bahwa nilai *multiple R* secara non-linier sebesar 0.8385 yang termasuk kedalam kategori sangat kuat (Sugiyono, 2007:231), dan nilai determinasi

(R_{Square}) sebesar 0.7031 yang termasuk dalam kategori kuat (Chin, 1998), dimana nilai R_{Square} tersebut memiliki arti bahwa pengaruh jarak *nozzle tip* terhadap durasi pemotongan pada proses pemotongan pelat badan kapal secara manual sebesar 70.31%, sisanya sebesar 29.69% dipengaruhi oleh faktor lain, yang mana faktor tersebut paling utama terdapat pada faktor posisi pemotongan dan faktor kenyamanan tukang potong.

Tabel 3. 16. ANOVA

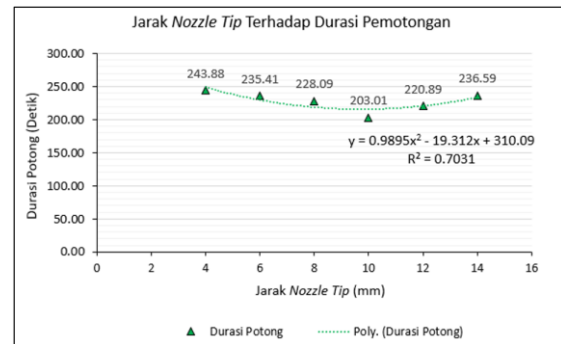
Analysis Of Variant (ANOVA)					
	df	SS	MS	F	Sig.f
Regression	2	742.6178	371.3089	3.5531	0.1617
Residual	3	313.5041	104.5014		
Total	5	1056.1220			

Berdasarkan Tabel 3. 16. Menunjukkan bahwa nilai F_{hitung} sebesar 3.55315 dengan signifikansi *p-value* $0.161731 > 0.05$ yang berarti berarti bahwa variasi jarak *nozzle tip* tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap durasi pemotongan.

Tabel 3. 17. Descriptive

Descriptive				
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	310.0900	31.2940	9.9090	0.0020
X Variable 1	0.98950	0.41800	2.36600	0.09900
X Variable 2	-19.31200	7.62700	-2.53200	0.08500

Berdasarkan Tabel 3. 17. Pada kolom *coefficients* menunjukkan bahwa nilai a pada persamaan regresi non-linier sebesar 0.9895, nilai b sebesar -19.312, dan nilai c sebesar 310.09. Pada jarak 4 mm sampai 10 mm, durasi pemotongan menghasilkan nilai yang cenderung kearah negatif (lebih cepat) dikarena efektifitas busur potong dari jarak *nozzle tip*. Namun, pada jarak 10 mm sampai 14 mm durasi pemotongan menghasilkan nilai yang cenderung positif dikarenakan efektifitas busur potong dari jarak *nozzle tip* menurun sehingga durasi pemotongan cenderung kearah positif (lebih lama).



Gambar 3. 3. Grafik pola regresi non-linier *polynomial order 2* jarak *nozzle tip* terhadap durasi pemotongan

Berdasarkan Gambar 3. 3. didapatkan persamaan regresi non-linier *polynomial order 2*, yaitu $Y = 0.9895X^2 - 19.312X + 310.09$, dimana X merupakan jarak *nozzle tip*.

3.3.5. Penentuan titik ekstrim

Penentuan titik ekstrim ini dilakukan pada sumbu x, dengan tujuan mencari jarak *nozzle tip* yang optimal pada fungsi persamaan non-linier yang didapatkan. Untuk rumus titik ekstrim pada fungsi persamaan non-linier adalah:

$$\text{Pada sumbu X} = \frac{-b}{2a} \tag{3.1}$$

Jika diketahui fungsi persamaan *polynomial order 2* : $Y = 0.9895X^2 - 19.3120X + 310.0900$

Maka, diketahui nilai $a = 0.9895$, $b = -19.3120$, dan $c = 310.0900$. Sehingga, titik ekstrim pada sumbu

$$X = \frac{-(-19.3120)}{2(0.9895)}$$

$$X = \frac{19.3120}{1.979}$$

$$X = 9.7585 \text{ mm}$$

Untuk durasi pemotongan yang didapatkan jika $X = 9.7585$ mm, adalah :

$$Y = 0.9895X^2 - 19.3120X + 310.0900$$

$$Y = 0.9895 (9.7585)^2 - 19.3120 (9.7584) + 310.0900$$

$$Y = 0.9895 (95.2283) - 188.446 + 310.09000$$

$$Y = 94.2284 - 498.5356$$

$$Y = 215.8623 \text{ detik}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa titik ekstrim pada grafik

polynomial order 2 terjadi pada jarak *nozzle tip* sebesar 9.7585 mm dengan durasi pemotongan sebesar 215.8623 detik atau 03 menit 57.77 detik. Dimana jarak dan durasi pemotongan yang didapatkan tersebut merupakan yang paling optimal, pada fungsi persamaan $Y = 0.9895X^2 - 19.3120X + 310.0900$.

4. KESIMPULAN

4.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa data, dapat disimpulkan bahwa terjadi pengaruh signifikan yang bernilai positif pada setiap variasi jarak *nozzle tip* terhadap kebutuhan gas oxy - LPG, yang memiliki arti bahwa semakin tinggi penggunaan jarak *nozzle tip* dalam proses pemotongan pelat badan kapal secara manual, maka akan berbanding lurus dengan banyaknya kebutuhan gas oxy - LPG yang dipakai. Dengan mengikuti persamaan regresi linier, didapatkan persamaan jarak *nozzle tip* terhadap kebutuhan gas oksigen sebesar $Y = 0.0171X + 0.5357$ dan terhadap kebutuhan gas LPG sebesar $Y = 0.0071X + 0.0600$. Sedangkan, pada durasi pemotongan, jarak *nozzle tip* memiliki pengaruh yang tidak signifikan. Hal tersebut dikarenakan durasi pemotongan lebih dipengaruhi oleh faktor lain diluar jarak *nozzle tip*, dengan mengikuti persamaan regresi non-linier *polynomial order 2* sebesar $Y = 0.9895X^2 - 19.3120X + 310.0900$, serta durasi pemotongan efektif dari variasi *nozzle tip* terhadap pelat didapat pada kisaran jarak 4 mm sampai 10 mm, hal tersebut dikarenakan oleh pengaruh dari nyala api busur potong terhadap jarak *nozzle tip*. Untuk jarak optimal *nozzle tip* didapatkan pada jarak 9.7584 mm dengan durasi pemotongan sebesar 215.8622 detik atau 03 menit 57.77 detik.

4.2. Saran - Saran

Dalam penelitian pasti tidak terlepas dari hambatan serta kekurangan, sehingga diperlukan saran agar kedepannya dapat dilakukan perbaikan apabila dilakukan penelitian lebih lanjut. Adapun saran tersebut adalah :

4.2.1. Saran Teoritis

- 1) Penelitian lain yang bisa dilakukan untuk mengoptimalkan penelitian mengenai pengaruh variasi jarak *nozzle tip* ini yaitu dengan mempertimbangkan penambahan variabel lain yang bisa berupa variabel variasi ketebalan pelat, serta cara pengukurannya.
- 2) Penelitian lain yang juga bisa dilakukan untuk mengoptimalkan penelitian mengenai pengaruh variasi jarak *nozzle tip* ini yaitu dengan mengidentifikasi dan memperhatikan faktor lain yang mempengaruhi proses pemotongan, baik itu faktor tukang potong, faktor suhu disekitar pemotongan, faktor waktu saat pemotongan, faktor alat pemotongan, dsb.

4.2.2. Saran Praktis

- 1) Pihak pekerja dilapangan baik itu galangan maupun sub-kontraktor kapal diharapkan dapat mempertimbangkan, mengenai penggunaan jarak *nozzle tip* pada proses pemotongan pelat secara manual.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, B. K., & Kristiyono, T. A. (2022). Studi Estimasi Biaya Pemotongan Pelat Secara Manual Berdasarkan Waktu Proses Dan Konsumsi Gas Potong Pada Galangan Kapal. *Jurnal Jalasena*, 3(2), 51–56. <http://ejournal.universitaskarimun.ac.id/index.ph>

- p/jalaseana/article/view/533
- Chin, W. W. (1998). The Partial Least Squares Approach To Structural Equation Modeling. *Modern Methods for Business Research*, 295(2), 295–336.
https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=EDZ5AgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA295&dq=The+Partial+Least+Squares+Aproach+to+Structural+Equation+Modeling&ots=49uI1mx4nq&sig=NGLS1kmFCAH2VPaqZuBOEcc9jDY&redir_esc=y#v=onepage&q=The+Partial+Least+Squares+Aproach+to+Str
- Harish, M., & Babu, P. K. (2017). Analysis Of Oxy-Fuel Cutting Process Parameters Using Grey-Taguchi Technique For Mild Steel HRE350. *International Journal of Innovative Technology and Research (IJTR)*, 5(2), 5777–5783. <http://www.ijtr.com>
- Hu, J., Zhang, Z., Luo, J., & Sheng, X. (2011). Simulation and Experiment On Standoff Distance Affecting Gas Flow in Laser Cutting. *Applied Mathematical Modelling*, 35(2), 895–902. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2010.07.043>
- Kothari, A. M. P. D. S. (2015). Design and Manufacturing of Automated Gas Profile Cutting Machine using PLC. *IJSRD-International Journal for Scientific Research & Development*, 3(05), 2321–061.
- Lietze, D. (1995). Safety devices for gas welding, cutting and allied processes. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 8(6), 319–324.
[https://doi.org/10.1016/0950-4230\(95\)00034-8](https://doi.org/10.1016/0950-4230(95)00034-8)
- Muñoz-Escalona, P., Payares, M. C., Dorta, M., & Diaz, R. (2006). Analysis and Influence of Acetylene and Propane Gas During Oxyfuel Gas Cutting of 1045 Carbon Steel. *Journal of Materials Engineering and Performance*, 15(6), 684–692.
<https://doi.org/10.1361/105994906X150849>
- Ningrum, N. P., Aditya, B. K., & Kristiyono, T. A. (2018). Penentuan Standar Kebutuhan Oxy LPG pada Pemotongan Pelat Secara Manual. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan XIII*, D3-10-D3-16.
<https://doc-pak.undip.ac.id/355/2/C15.pdf>
- Nurwanti, R., & Pribadi, I. T. W. (2016). *Analisa Peningkatan Kualitas Layanan Jasa Reparasi Kapal Di Galangan Kapal Jawa Timur* [Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. <https://repository.its.ac.id/105/>
- Rasheed, J. H. (2013). The Role of Nozzle and Its Stand Off Distance in Metal – Cutting with " CO 2 Laser – Gas Jet ". *Diyala Journal for Pure Sciences*, 9(3), 14–27.
<https://djps.uodiyala.edu.iq/uploads/Volume9/Issue3/English/15-33E.pdf>
- Sasongko, B., & Baroroh, I. (2011). *Analisa Biaya Industri Perkapalan*. Hang Tuah University Press.
http://dSPACE.hangtuah.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/115/analisa_biaya_gabung.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Soejitno. (2002). *Teknik Reparasi Kapal*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Sugiyono. (2007). *Statistika Untuk Penelitian* (E. Mulyatiningsih (ed.); 12th ed.). Alfabeta, CV.