

Analisis Consumable Dan Biaya “Manual Cutting Oxy-Lpg” Pelat Kapal Dengan Variasi Posisi Pemotongan

Bagus Kusuma Aditya¹⁾, Tri Agung Kristiyono¹⁾, Intan Baroroh³⁾

¹⁾ Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan,
Universitas Hang Tuah, Surabaya, Indonesia
Jl. Arif Rahman Hakim 150 Surabaya, 60111
Email: bagus.aditya@hangtuah.ac.id

²⁾ Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan,
Universitas Hang Tuah, Surabaya, Indonesia
Jl. Arif Rahman Hakim 150 Surabaya, 60111
Email: tri.agung@hangtuah.ac.id

³⁾ Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan,
Universitas Hang Tuah, Surabaya, Indonesia
Jl. Arif Rahman Hakim 150 Surabaya, 60111
Email: intan.baroroh@hangtuah.ac.id

Received: 2022-10-12; Accepted: 2023-03-25; Published: 2023-03-30

Abstract

Manual Cutting is part of the process in ship building and ship repair. Oxy-LPG gas is widely used in the process of cutting plates with manually or automatically method. In the process cutting of plates in ship repair, the cutting position are Down Hand, Vertical and Overhead in cause the gas consumable and cutting duration proces are still not widely known numerically. In improving the data, a survey and initial study are needed as a support, so to obtain standard data for manual plate cutting numerically, plate cutting experiments are carried out in several variations in position and plate thickness variations. The results of the equation in manual plate cutting Downhand obtained $Y=43,667x-43$ (Duration), $Y=0,0875x-0,2833$ (O₂) and $Y=0,051x-0,0922$ (Lpg). Vertical $Y=34,667x-9,333$ (Duration), $Y=0,1042x-0,3778$ (O₂) and $Y=0,0608x+0,1033$ (Lpg) while Overhead $Y=33,667x+28,111$ (Duration), $0,0792x+0,0922$ (O₂) and $Y=0,1008x-0,2433$ (Lpg). For the cost analysis, it was found that the cost increase was 8,49% based on the function of the increase in plate thickness. If it is based on the position function, the average cost increase is 10,55%.

Keywords: Oxy Lpg; Manual Cutting; Duration; Position; Gas Consumption.

Abstrak

Manual Cutting merupakan bagian dari proses dalam pembangunan kapal maupun reparasi kapal. Penggunaan gas Oxy-LPG banyak digunakan dalam proses pemotongan pelat secara manual maupun secara otomatis. Dalam proses pemotongan pelat pada reparasi kapal dijumpai proses potong secara Down Hand, Vertikal serta Overhead dimana tingkat penggunaan gas serta waktu proses masih belum banyak diketahui secara numerik. Dalam penyempurnaan data diperlukan suatu bentuk survey dan studi awal sebagai penunjang, sehingga untuk mendapatkan data standar pemotongan pelat secara manual secara numerik maka dilakukan percobaan pemotongan pelat dalam beberapa variasi posisi dan variasi ketebalan pelat. Hasil persamaan dalam pemotongan pelat secara manual Downhand didapatkan $Y=43,667x-43$ (Durasi), $Y=0,0875x-0,2833$ (O₂) dan $Y=0,051x-0,0922$ (Lpg). Vertikal $Y=34,667x-9,333$ (Durasi), $Y=0,1042x-0,3778$ (O₂) dan $Y=0,0608x+0,1033$ (Lpg) sedangkan Overhead $Y=33,667x+28,111$ (Durasi), $0,0792x+0,0922$ (O₂) dan $Y=0,1008x-0,2433$ (Lpg). Untuk analisis biaya didapatkan kenaikan biaya sebesar 8,49% berdasarkan fungsi kenaikan ketebalan pelat. Jika didasarkan pada fungsi posisi didapatkan rata rata kenaikan biaya sebesar 10,55%.

Kata Kunci: Oxy Lpg; Manual Cutting; Durasi; Posisi; Konsumsi Gas.

PENDAHULUAN

Proses pemotongan pelat pada kapal bisa dilakukan secara manual maupun secara semi otomatis. Hal ini tergantung dari fasilitas yang dimiliki serta tingkat kemampuan penggunaannya. Penggunaan alat potong otomatis sendiri masih jarang digunakan mengingat mahalnya teknologi serta nilai investasi yang dipakai dan hal ini tentunya akan berimbas pada nilai finansial pada galangan kapal.

Galangan kapal maupun industri berat yang ada di Indonesia banyak didominasi menggunakan sistem manual dan semi otomatis untuk proses potong pelat yaitu dengan menggunakan gas Oxy-LPG dan gas Oxy-Acetylene. Khususnya dalam reparasi kapal sendiri justru

pemotongan pelat secara manual banyak menggunakan gas Oxy-LPG baik pemotongan dengan posisi *Down Hand*, *Vertikal* dan *Overhead*. Karena jumlah ketersediaan gas Lpg cenderung lebih murah dan mudah untuk didapatkan.

Tahapan dalam pemotongan pelat itu sendiri memiliki beberapa langkah-langkah. Pertama yaitu tahap persiapan, dalam hal ini diperlukan untuk menyiapkan alat, material *consumable*, *set-up* alat dan pembersihan. Kedua, tahap proses pemotongan oleh tukang/juru potong. Dan tahapan terakhir adalah tahap *finishing*, untuk pembersihan dan perataan umumnya material hasil potong akan dibersihkan/diratakan dengan menggunakan gerinda tangan.

Pada proses pemotongan manual maupun pemotongan semi otomatis akan terjadi reaksi dari percampuran dua gas yang dalam hal ini *Oksigen* dan *Lpg* yang dipanaskan dengan suhu tertentu sampai mencapai 600°C sehingga dengan kondisi tersebut dapat memanaskan serta meleburkan material pelat dan mengakibatkan material tersebut bisa terpotong melalui lubang dengan bantuan *torch* potong yang dikendalikan oleh tukang potong sesuai pola yang diharapkan

Meskipun memiliki banyak kelebihan dengan gas lainnya, salah satu kekurangan dari penggunaan mesin potong *Oxy-LPG* yaitu membutuhkan waktu lebih lama dibanding dengan penggunaan mesin potong *CNC (CNC Cutting)*. Faktor yang mempengaruhinya antara lain, tingkat keterampilan juru potong, ketebalan pelat dan kondisi pelat baja (lurus atau melengkung). Dimana sejauh ini masih minimnya patokan penggunaan bahan baku gas *Oxy-LPG* sehingga dapat menyebabkan tidak terkontrolnya tingkat kebutuhan gas yang dapat menyebabkan ketersediaan gas habis sebelum waktu pemotongan selesai. Didalam proses pengerjaan pemotongan pelat akan didapatkan perbedaan waktu proses dan jumlah konsumsi gas *Oxy-LPG* pada posisi pemotongan yang berbeda dalam penyelesaian pekerjaan reparasi kapal. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis tingkat kebutuhan gas *Oxy-LPG* untuk pemotongan pelat menggunakan mesin potong manual dengan ketebalan dan posisi pemotongan pelat yang berbeda serta estimasi besaran biaya yang diperlukan untuk memotong pelat secara manual.

RUMUSAN MASALAH

Beberapa pokok permasalahan yang akan dipecahkan, diantaranya yaitu:

1. Bagaimanakah waktu potong menggunakan *Oxy-LPG* pada pemotongan pelat baja kapal secara manual dengan variasi ketebalan pelat dan posisi pemotongan pelat dilihat dari aspek Teknis dan Ekonomis ?
2. Bagaimanakah kebutuhan gas *Oxy-LPG* pada pemotongan pelat baja kapal secara manual dengan variasi ketebalan pelat dan posisi pemotongan pelat dilihat dari aspek Teknis dan Ekonomis ?

BATASAN MASALAH

Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Ketebalan pelat yang digunakan dalam eksperimen pemotongan adalah pelat dengan tebal 6 mm, 8 mm, 10 mm;
2. Gas potong yang digunakan menggunakan gas *Oxygen* dan *Lpg*;
3. Metode pemotongan dilakukan secara manual oleh Juru potong yang telah ditunjuk serta memiliki pengalaman dalam dunia galangan kapal;
4. Jenis pelat yang dipotong adalah pelat yang umum digunakan di kapal yaitu pelat *Mild Steel*;
5. *Nozzle Tip* yang digunakan berukuran No. 2 dengan jarak 10 mm;
6. Metode perhitungan yang dilakukan menggunakan Metode *Regresi Linier*; dan
7. Penentuan nilai biaya pada analisis ekonomis adalah biaya yang umum yang digunakan oleh galangan

melalui hasil survey dan interview serta harga gas pada Tahun 2022 berdasarkan hasil interview dan penelusuran internet.

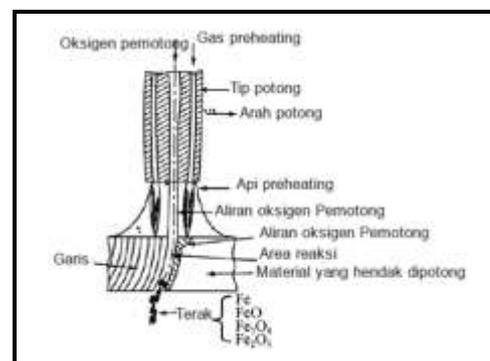
TINJAUAN PUSTAKA

Umum

Berbagai teknik atau metode pemotongan pelat dapat digunakan pada galangan kapal maupun industri lainnya, hal ini tergantung dengan tingkat kebutuhan, misalnya seperti kapasitas pemotongan, jenis material yang dipotong, akurasi pemotongan, kualitas permukaan potong, kemampuan operasinya, efisiensi biaya dan faktor keamanan. Salah satunya metodenya adalah proses pemotongan secara manual menggunakan gas *Oxy-LPG*. Secara ideal bahwa semakin tebal pelat yang akan dipotong maka kecepatan potong yang baik adalah semakin rendah (Akbar, dkk, 2005).

Pemotongan dengan gas *oksigen* dan *LPG* ini termasuk dalam bidang teknologi pengelasan di mana pada prinsipnya adalah dengan mencairkan/melelehkan suatu logam. Sekilas pemotongan dan pengelasan menggunakan gas *oxy-LPG* ini terlihat sama, namun yang menjadi pembeda secara signifikan adalah mata potong/*brander/torch* yang digunakan dalam pemotongan gas. Pada mata potong proses *gas cutting*, lubang utama yang dilewati oksigen murni dikelilingi oleh beberapa lubang yang nantinya akan dialiri gas yang melalui proses pembakaran untuk perlakuan *preheating* pada objek potong (Baroroh, 2009). Objek potong seperti pelat baja dipanaskan sampai berubah warna menjadi merah (sekitar 875°C) kemudian disemburkan gas pemotong dengan tekanan yang tinggi untuk menembus serta melelehkan baja atau material yang akan dipotong tersebut.

Struktur dari pelat besi atau baja diberi pemanasan awal dengan nyala api sebagai pemanasan awal sampai titik bakar awalnya, kemudian oksigen murni tekanan tinggi dihembuskan langsung pada pusat (tengah-tengah area yang dipotong) api *preheating* ke logam induk, kemudian kondisi lanjutannya yaitu mencairkan daerah tiup dan memisahkan oksida besi hasil pembakaran yang disebut *slag* (terak). Sehingga proses pemotongan yang terus menerus akan membuat galur untuk melengkapi pemotongan dengan gas. kondisi pemotongan oksigen ini menjadi komponen yang sangat penting. (Sunaryo, 2008)



Gambar 1 Prinsip Pemotongan Gas

Sumber : Sunaryo (2008)

Seperti terlihat pada Gambar 1 tersebut terdapat prinsip pemotongan gas dengan memanfaatkan aliran dari gas potong. Dengan kata lain kondisi tersebut terdiri dari kegiatan (aksi) :

1. Pembakaran besi atau baja dengan menggunakan fungsi penunjang pembakaran dari *oksigen*, dan
2. Aksi omoge kimia dan omoge mekanikal yang meniuip terak (*slag*). Jika besi dan baja bereaksi dan terbakar membentuk oksida besi.

Posisi Pemotongan Pelat

Didalam pemotongan pelat secara manual pada galangan kapal khususnya pada proses reparasi kapal, terdapat beberapa posisi dalam pemotongan pelat, posisi ini tergantung dimana daerah proses produksi dilaksanakan. Selain itu posisi pemotongan akan mempengaruhi kualitas, tingkat konsumsi gas serta durasi proses pemotongan. Salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah jarak pemotongan antara torch dan benda kerja haruslah konstan (Akhmad, 2009). Posisi potong yang digunakan dalam memotong pelat diantaranya adalah :

1. Pemotongan dengan posisi *Down Hand*

Proses pemotongan pelat dengan posisi *down hand* atau juru potong memotong menghadap ke bawah adalah metode yang paling sering dan mudah dilakukan, mengingat posisinya akan menghasilkan proses potong yang lebih cepat dan ekonomis hal ini tentunya karena kenyamanan posisi juru potong itu sendiri. Di kapal umumnya proses potong ini dilakukan pada bengkel *fabrikasi*, pemotongan pelat geladak serta *outfitting* dan beberapa area lainnya. Pada posisi *down hand* ini *torch* atau stang potong menghadap ke bawah sehingga gas yang dikeluarkan akan sangat lebih baik dan sempurna.

2. Pemotongan dengan posisi *Vertical*

Pemotongan pelat dengan posisi *vertical* dikapal biasanya dilakukan pada proses replating pelat area lambung kapal atau dinding bangunan atas disaat kapal melakukan reparasi. Pada posisi ini *torch* atau setang potong pada posisi *omogeny c*, kondisi ini mengakibatkan gas yang keluar dari busur sedikit kurang maksimal serta waktunya akan sedikit lebih lama jika dibandingkan posisi potong *down hand*. Tingkat kenyamanan juru potong dalam memotong bisa dikatakan kurang maksimal.

3. Pemotongan dengan posisi *Over Head*

Posisi *overhead* atau posisi memotong pelat diatas kepala (juru potong menghadap keatas) merupakan cara potong yang paling sulit *omogeny c* kedua posisi yang lain, pada proses ini memerlukan keahlian lebih dari tukang potong itu sendiri. Mengingat kondisinya tersebut maka *torch* atau setang potong akan menghadap keatas dan mengakibatkan gas yang dikeluarkan tidak bisa maksimal. Waktu proses pada posisi ini adalah yang paling lama durasinya *omogeny c* kedua metode yang ada. Percikan api dalam posisi ini jauh lebih banyak sehingga dapat menghujani juru potong, dalam posisi ini diharapkan juru potong memakai pakaian perlindungan yang baik. Pada umumnya besaran gas

akan disetel melalui tang potong dengan lebih besar guna memaksimalkan hasil potong pelat nantinya.

Nilai Teknis Pemotongan Pelat Secara Manual

Secara teknis data hasil eksperimen dalam pemotongan pelat akan dianalisis lebih lanjut guna mendapatkan nilai optimal berupa persamaan numeric/persamaan linier. Hasil persamaan yang dihasilkan menunjukkan fungsi tingkat konsumsi gas serta durasi berdasarkan nilai ketebalan pelat dan posisi pemotongan pelat. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan dari hasil percobaan bahwa disimpulkan semakin tebal pelat yang dipotong maka kebutuhan gas *cutting* (Oksigen & lpg) akan meningkat (Ningrum, dkk, 2018).

Metode dalam pengolahan data ada bermacam-macam, semua bergantung pada jenis data yang akan dianalisis. Data kualitatif biasanya diolah dengan menggunakan analisis mengenai dasar-dasar berfikir induktif, deduktif, analogi dan generalisasi. Sedangkan untuk data kuantitatif cenderung kepada pengolahan menggunakan metode statistika. Data yang diperoleh melalui penelitian merupakan data empiris (teramati) yang mempunyai kriteria tertentu, yaitu *valid*, *omogeny*, dan *objektif*. Kevalidan merupakan kedekatan atau keakuratan antara data yang diambil oleh peneliti dengan kejadian sesungguhnya yang diamati pada objek. *Reliabel* merupakan sebuah keyakinan jika data tersebut benar-benar konsisten dalam pengambilan data. Data yang *omogeny* dan *objektif* belum tentu *valid*. Oleh karena itu, dalam penelitian kuantitatif diperlukan pengumpulan data yang benar pada sampel dengan mewakili populasi sebaik mungkin, mengumpulkan data secara triangulasi dari berbagai sumber yang tepat dan diuji keabsahannya. Objektivitas menunjukkan mengenai tidak adanya keberpihakan (*subjektivitas*) pada penelitian. Semakin banyak dan beragam responden atau data yang dikumpulkan, maka semakin objektif. Dalam ilmu statistika, metode dalam pengolahan data jenis rasio banyak menggunakan *omogeny omogeny c* dengan metode analisa *regresi linear*. Namun sebelum dilakukan analisa metode regresi, data yang didapatkan perlu diuji terlebih dahulu untuk mengetahui apakah data sudah memenuhi syarat untuk dianalisis menggunakan analisa *regresi linear* (Junaidi, 2014). Syarat yang perlu dipenuhi dari data adalah data harus berdistribusi normal, bersifat *omogeny* dan *linear*. Oleh karena itu, uji yang perlu dilakukan untuk memenuhi syarat tersebut antara lain uji *normalitas*, uji *homogenitas* dan uji *korelasi*. (Sugiyono, 2018).

- Uji Normalitas

Uji *normalitas* adalah sebuah metode uji yang digunakan untuk mengetahui apakah data yang telah diambil dari suatu proses penelitian/eksperimen berdistribusi normal atau tidak. Nilai normal atau tidaknya distribusi biasanya ditentukan dengan melihat persebaran data yang seimbang di sisi kanan-kiri maupun atas-bawah grafik distribusi data. Jika data berdistribusi normal maka data dapat dilakukan pengujian *homogenitas* dan *korelasi*. Namun jika data tidak berdistribusi normal, maka uji *omogeny*

yang digunakan akan bersifat *non-parametrik*. Dasar penentuan normal tidaknya sebuah data adalah:

1. Data normal jika nilai Sig. (*signifikansi*) atau nilai *probabilitas* > 0,05
2. Data tidak normal jika nilai Sig. (*signifikansi*) atau nilai *probabilitas* < 0,05

- Uji Homogenitas

Uji *homogenitas* adalah pengujian data untuk mengetahui tingkat derajat kesamaan data masing-masing *omogeny*. Dalam tahap uji ini diharapkan dapat menjadikan data yang diuji dapat dibandingkan secara adil dan merata. *Homogenitas* merupakan salah satu syarat wajib untuk data yang akan diuji secara *omogeny c*. Data dapat dikatakan *omogeny* jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ dengan nilai error sebesar 5%.

- Uji Korelasi

Untuk mencari *korelasi* antar variabel, data diolah menggunakan metode *Pearson*. Nilai koefisien korelasi tidak pernah menyentuh angka bulat sempurna (Winarsunu, 2017). Oleh karena itu untuk menentukan sifat korelasi dapat dilihat dari interval koefisien korelasi dengan rentang -1 sampai dengan +1.

Nilai Ekonomis Pemotongan Pelat Secara Manual

Nilai ekonomis dalam analisis ini meliputi nilai ekonomis dari penggunaan gas potong serta biaya jasa juru potong yang mempengaruhi durasi pemotongan. Dalam penentuan besarnya biaya ini memerlukan data pendukung guna mendapatkan tingkat peramalan biaya pada kurun waktu tertentu. Hasil peramalan ini bisa dianggap berlaku pada satu kurun waktu saja atau untuk beberapa waktu kedepan sesuai dengan nilai fluktuasi biaya di suatu daerah.

Data yang diperoleh melalui pengamatan melalui interview maupun penelusuran, hasil pengamatan yang ada merupakan data empiris (teramati) yang mempunyai kriteria tertentu, tingkat akurasi dalam pengumpulan data (harga/biaya) merupakan kesesuaian antara data yang diambil oleh peneliti dengan kejadian sesungguhnya yang diamati pada objek. Peneliti dalam hal ini harus memiliki sebuah keyakinan jika data harga/biaya tersebut benar-benar sesuai dalam proses pengambilan datanya. Oleh karena itu, dalam pengambilan data bisa mewakili banyak kondisi secara umum.

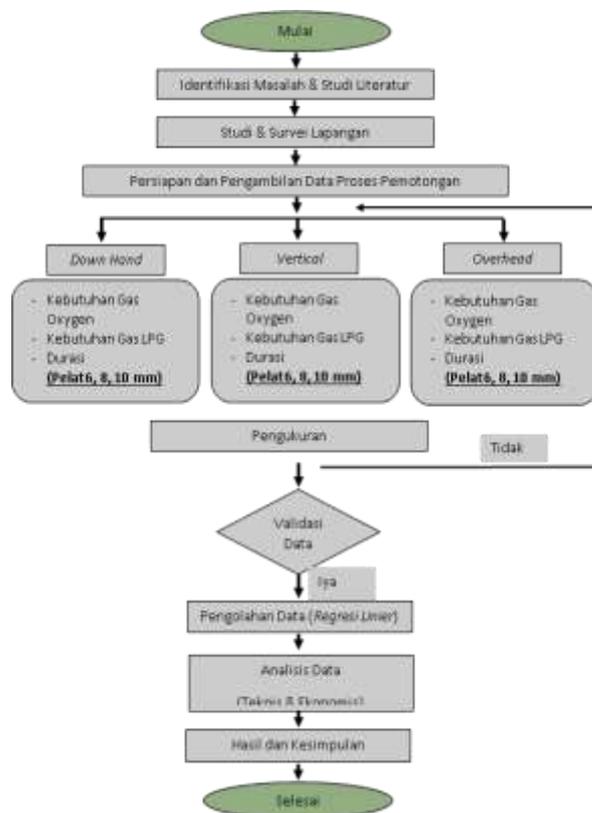
Didalam penelitian ini sumber informasi harga dan biaya didapatkan dari beberapa penjual/pedagang baik secara *offline* maupun *online* (penelusuran) pada daerah Pulau Jawa dan tentunya akan berbeda pada daerah lain terutama pada daerah diluar pulau jawa, kondisi ini sangat dipengaruhi oleh tingkat biaya pengiriman serta ketersediaan produk yang tentunya akan jauh lebih mahal dan berbeda. Dalam penelitian yang pernah dilakukan terkait tingkat biaya potong pelat didapatkan bahwa terdapat trend kenaikan biaya pemotongan pelat secara manual menggunakan Gas *Oxy-Lpg* dimana kenaikan tersebut dikarenakan tingkat konsumsi gas yang cenderung naik serta lamanya waktu proses pemotongan yang mengakibatkan kenaikan biaya pemotongan (Aditya, dkk, 2022). Secara hipotesis awal

trend ini menyebabkan tingkat kenaikan biaya meskipun tidak begitu signifikan. Tetapi dalam skala besar biaya ini tentunya akan cukup mempengaruhi biaya pokok produksi.

Analisis ekonomi dalam penelitian ini merupakan gambaran besarnya nilai biaya yang diperlukan untuk memotong pelat secara manual yang meliputi biaya gas dan biaya jas potong serta tidak termasuk dari harga peralatan pendukung yang digunakan dalam eksperimen penelitian.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan-tahapan guna membatasi langkah kerja dan alur berpikir dalam pengerjaannya. Tahapan tersebut bisa dilihat sesuai Gambar 2 terkait diagram alir penelitian :



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian
Sumber : Pengolahan Data (2022)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Studi, Survey Lapangan dan Eksperimen

Sebelum penelitian ini dilaksanakan, maka terlebih dahulu dilakukan studi awal dan survey kondisi keadaan pada galangan kapal guna memastikan dalam eksperimen yang akan dilaksanakan sesuai atau mendekati kondisi sebenarnya. Pada galangan kapal terutama pada kapal reparasi terdapat proses pemotongan pelat seperti pelat pada lambung kapal. Pada Gambar 3 menunjukkan kondisi galangan yang sedang melakukan pemotongan pelat dengan ketebalan 10 mm.



Gambar 3. Pemotongan Pelat Kapal
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2022)

Pada gambar tersebut terdapat pemotongan secara *horizontal* pada sisi atas pelat, pemotongan *vertical* pada sisi pelat dan pemotongan *overhead* untuk area *keel* kapal. Sehingga kondisi pemotongan ini juga menjadi dasar dalam eksperimen yang akan dikerjakan. Pengerjaan proses eksperimen pemotongan (penelitian) dilakukan di workshop Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah Surabaya.

Proses eksperimen memerlukan beberapa data sebagai acuan pengerjaan berupa specimen uji, dalam eksperimen yang dilakukan didapatkan beberapa data dan kondisi diantaranya :

- ✓ Pelat *Mild Steel* (Pelat kapal) dengan ketebalan 6 mm, 8 mm dan 10 mm dengan panjang potong sebesar 1 meter;
- ✓ Gas *Oksigen* menggunakan tabung 6-7 m³ dengan berat gas sebesar 1,2 Kg/m³;
- ✓ Gas *LPG* menggunakan tabung 3 Kg;
- ✓ Biaya Jasa Tukang potong pelat sebesar Rp. 150.000,- per hari dengan asumsi 8 jam kerja per hari atau sekitar Rp. 5,20/detik;
- ✓ Harga gas Oksigen sebesar Rp. 16.700/Kg;
- ✓ Harga gas LPG sebesar Rp. 18.450,-/Kg

Keseluruhan material, persiapan termasuk peralatan bisa dilihat pada Gambar 4. Pada gambar tersebut terlihat persiapan pelat, kondisi tabung gas serta proses pemotongan dan pengukuran konsumsi gas menggunakan timbangan digital.



Gambar 4. Proses Eksperimen

Pelat yang akan dipotong memiliki panjang 1,2 meter dengan panjang efektif potong sebesar 1 meter, setiap proses pemotongan akan diukur berat tabung menggunakan timbangan digital di awal dan akhir pemotongan. Dalam proses ini juga dilakukan pengukuran durasi/waktu selama proses pemotongan pada tiap tebal pelat serta posisinya menggunakan *stopwatch*. Setiap satu ketebalan pelat dalam satu posisi pemotongan dilakukan eksperimen sebanyak tiga kali.

Hasil eksperimen berupa besaran konsumsi gas serta durasi potong ditampilkan dalam Tabel 1. Dalam table tersebut menunjukkan besaran konsumsi gas dalam satuan Kg dalam setiap meter pemotongan pelat dan durasi pemotongan pelat setiap meter dalam satuan detik pada beberapa posisi pemotongan. Dalam penelitian yang pernah dilakukan bahwa semakin besar kenaikan sudut posisi pemotongan mengakibatkan peningkatan durasi pemotongan yang dibutuhkan (Badrani,dkk 2022).

Tabel 1. Hasil pengambilan data berdasarkan eksperimen
Posisi *Downhand*

No	Tebal Pelat	Durasi Potong (detik)	Konsumsi (Kg)	
			O ₂	Lpg
1	6	205	0,30	0,37
2	6	188	0,20	0,48
3	6	190	0,25	0,35
4	8	367	0,40	0,55
5	8	348	0,30	0,47
6	8	352	0,50	0,51
7	10	353	0,65	0,64
8	10	380	0,55	0,56
9	10	374	0,60	0,62

Posisi *Vertical*

No	Tebal Pelat	Durasi Potong (detik)	Konsumsi (Kg)	
			O ₂	Lpg
1	6	248	0,30	0,41
2	6	210	0,15	0,46
3	6	200	0,35	0,55
4	8	255	0,50	0,52
5	8	215	0,30	0,54
6	8	210	0,45	0,68
7	10	342	0,55	0,71
8	10	376	0,70	0,65
9	10	356	0,80	0,79

Posisi *Overhead*

No	Tebal Pelat	Durasi Potong (detik)	Konsumsi (Kg)	
			O ₂	Lpg
1	6	255	0,60	0,35
2	6	240	0,50	0,43
3	6	235	0,65	0,47
4	8	261	0,70	0,55
5	8	280	0,65	0,40
6	8	272	0,73	0,41
7	10	393	0,90	0,69
8	10	381	0,85	0,83
9	10	360	0,95	0,94

Sumber : Hasil Pengolahan Data (2022)

Analisis Teknis Hasil Proses Pemotongan

Data hasil pemotongan selanjutnya akan dianalisis lebih lanjut menggunakan metode regresi guna mendapatkan bentuk persamaan matematis dari setiap ketebalan pelat serta posisi pemotongannya. Dalam regresi linier yang dilakukan juga telah dilakukan uji homogenitas, uji normalitas serta uji korelasi dan telah memenuhi kriteria regresi. Dalam persamaan regresi

dihasilkan kurva hasil yang bisa dituliskan dalam bentuk persamaan linier.

Selanjutnya bahwa persamaan matematis yang telah dianalisis tersebut hasilnya tersaji pada Tabel 2. yang menunjukkan persamaan terhadap fungsi tebal pelat (X). satuan yang digunakan untuk durasi (Y) adalah berapa waktu yang dibutuhkan dalam detik untuk memotong pelat dengan ketebalan (X), sedangkan untuk gas (Y) adalah berapa berat gas yang dibutuhkan dalam satuan Kg untuk melakukan pemotongan pelat (X) sepanjang 1 meter. Hal ini berlaku untuk gas *Oksigen* dan gas *Lpg*.

Kondisi tersebut diatas dikondisikan dengan ukuran *noozle tip* yang sama termasuk jarak *noozle tip* yang konstan, karena dengan adanya perbedaan jarak maupun ukuran *noozle tip* akan sangat mempengaruhi tingkat konsumsi gas potong termasuk waktu prosesnya (Pambudi, dkk, 2022).

Tabel 2. Persamaan regresi terhadap fungsi tebal pelat

Posisi	Durasi (detik)	O2 (Kg)	LPG (Kg)
<i>Downhand</i>	$Y = 43,667X - 43,000$	$Y = 0,0875X - 0,2833$	$Y = 0,0517X - 0,0922$
<i>Vertical</i>	$Y = 34,667X - 09,333$	$Y = 0,1042X - 0,3778$	$Y = 0,0608X + 0,1033$
<i>Overhead</i>	$Y = 33,667X + 28,111$	$Y = 0,0792X + 0,0922$	$Y = 0,1008X - 0,2433$

Sumber : Hasil Pengolahan Data (2022)

Analisis Ekonomis Hasil Proses Pemotongan

Biaya pemotongan pelat secara manual dihitung berdasarkan harga gas baik Lpg maupun Oksigen untuk setiap meter panjang pemotongan pelat, sedangkan untuk biaya jasa potong adalah dihitung berdasarkan biaya per hari juru potong yang dihitung selama 8 jam kerja atau diasumsikan dengan biaya per detik pekerjaan. Berdasarkan hasil pengukuran dari tiga posisi pemotongan, yaitu *downhand*, *vertical* dan *overhead* didapatkan beberapa persamaan untuk menentukan durasi pemotongan, kebutuhan gas oksigen dan gas LPG berdasarkan fungsi tebal pelat. Untuk menentukan besaran biaya yang dibutuhkan baik kebutuhan konsumsi gas Oksigen dan LPG maupun jasa pekerjaan perlu meninjau harga terbaru di pasar (untuk tahun 2022) dan biaya harian rata rata juru potong pelat di galangan kapal. Tabel 3. Menunjukkan hasil survey dari harga dari gas untuk setiap Kg dan biaya juru potong dalam satuan detik.

Tabel 3. Biaya pemotongan pelat

Posisi	Biaya [rupiah dalam ribuan]		
	Gas O2	Gas Lpg	Durasi
<i>Downhand</i>	16.700	18.450	5.2
<i>Vertical</i>	16.700	18.450	5.2
<i>Overhead</i>	16.700	18.450	5.2

Sumber : Hasil Pengolahan Data (2022)

Besaran standar biaya jasa dan standar harga gas diasumsikan sama untuk semua posisi pemotongan. Harga gas tersebut didapatkan dari beberapa pedagang baik secara *offline* maupun *online* dan merupakan nilai rata-rata atau nilai umum penjualan gas untuk periode tahun 2022, sedangkan untuk biaya jasa potong merupakan biaya harian juru potong yang dibagi menjadi 8 jam dan dikonversikan dalam detik biaya. Berdasarkan fungsi persamaan yang ada berdasarkan analisis teknis

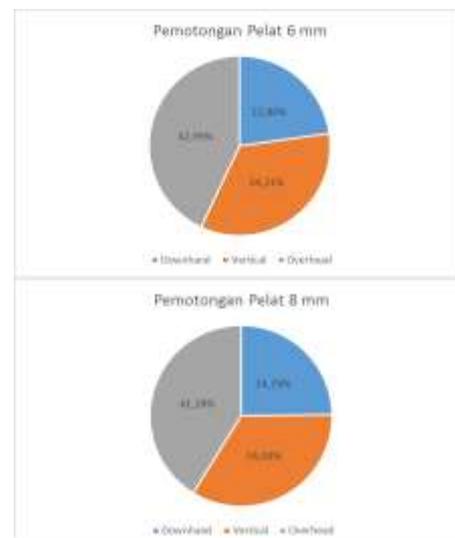
maka selanjutnya dengan memasukkan nilai x yaitu tebal pelat, didapatkan hasil seperti yang tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Biaya pemotongan pelat per meter

Posisi	Durasi	O2	LPG	Tebal	BiayaTotal (Rp/m)
<i>Downhand</i>					
	1138.81	4036.39	4022.10	6	9197.30
	1592.95	6958.89	5929.83	8	14481.67
	2047.08	9881.39	7837.56	10	19766.03
<i>Vertical</i>					
	1033.08	4131.58	8636.45	6	13801.10
	1393.62	7611.86	10879.97	8	19885.44
	1754.15	11092.14	13123.49	10	25969.78
<i>Overhead</i>					
	1196.59	9475.58	6669.68	6	17341.84
	1546.72	12120.86	10389.20	8	24056.78
	1896.86	14766.14	14108.72	10	30771.72

Sumber : Hasil Pengolahan Data (2022)

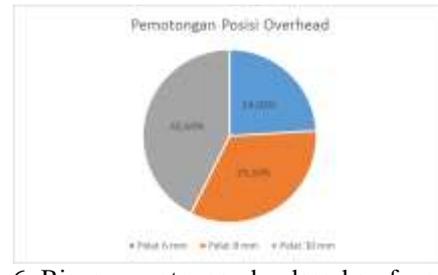
Dari tabel yang ada tersebut maka bisa digambarkan besaran biaya menurut fungsi ketebalan pelat adalah dari biaya total dan dapat dilihat bahwa untuk tebal 6 mm terdapat selisih biaya yakni sebesar 22,80% untuk posisi *downhand*; 34,21% untuk posisi *vertical*; 42,99% untuk posisi *overhead* terhadap keseluruhan biaya khusus pemotongan pelat ukuran 6 mm. dapat dilihat ada penambahan persentase biaya karena perbedaan posisi potong sehingga diambil nilai rata-rata penambahan persentase sebesar **10,09%**. untuk tebal 8 mm terdapat selisih biaya yakni sebesar 24,79% untuk posisi *downhand*; 34,04% untuk posisi *vertical*; 41,18% untuk posisi *overhead* terhadap keseluruhan biaya khusus pemotongan pelat ukuran 8 mm. Dari diagram di bawah ini dapat dilihat ada penambahan persentase biaya karena perbedaan posisi potong sehingga diambil nilai rata-rata penambahan persentase sebesar **8,19%**. Sedangkan untuk tebal 10 mm terdapat selisih biaya yakni sebesar 25,84% untuk posisi *downhand*; 33,94% untuk posisi *vertical*; 40,22% untuk posisi *overhead* terhadap keseluruhan biaya khusus pemotongan pelat ukuran 10 mm. Dari diagram di bawah ini dapat dilihat ada penambahan persentase biaya karena perbedaan posisi potong sehingga diambil nilai rata-rata penambahan persentase sebesar **7,19%**. Kondisi tersebut dapat digambarkan seperti pada Gambar 5. Yang merupakan fungsi biaya terhadap ketebalan pelat.





Gambar 5. Biaya pemotongan berdasarkan fungsi tebal
Sumber : Hasil Pengolahan Data (2022)

Dari tabel yang ada tersebut juga maka bisa digambarkan besaran biaya pemotongan pelat berdasarkan fungsi posisi pemotongan. Dari biaya total dapat dilihat bahwa untuk pemotongan posisi *downhand* terdapat selisih biaya yakni sebesar 21,17% untuk pelat 6 mm; 33,33% untuk pelat 8 mm; 45,50% untuk pelat 10 mm terhadap keseluruhan biaya khusus pemotongan posisi *downhand*. Dari diagram di bawah ini dapat dilihat ada penambahan persentase biaya karena perbedaan ketebalan pelat sehingga diambil nilai rata-rata penambahan persentase di tiap tebal 2 mm sebesar **12,16%**. Dan untuk pemotongan posisi *vertical* terdapat selisih biaya yakni sebesar 23,13% untuk pelat 6 mm; 33,33% untuk pelat 8 mm; 43,53% untuk pelat 10 mm terhadap keseluruhan biaya khusus pemotongan posisi *vertical*. Dari diagram di bawah ini dapat dilihat ada penambahan persentase biaya karena perbedaan ketebalan pelat sehingga diambil nilai rata-rata penambahan persentase di tiap tebal 2 mm sebesar **10,20%**. Sedangkan untuk pemotongan posisi *overhead* terdapat selisih biaya yakni sebesar 24,03% untuk pelat 6 mm; 33,33% untuk pelat 8 mm; 42,64% untuk pelat 10 mm terhadap keseluruhan biaya khusus pemotongan posisi *overhead*. Dari diagram di bawah ini dapat dilihat ada penambahan persentase biaya karena perbedaan ketebalan pelat sehingga diambil nilai rata-rata penambahan persentase di tiap tebal 2 mm sebesar **9,30%**. Kondisi tersebut dapat digambarkan seperti pada Gambar 6. Yang merupakan fungsi biaya terhadap posisi pemotongan.



Gambar 6. Biaya pemotongan berdasarkan fungsi posisi pemotongan
Sumber : Hasil Pengolahan Data (2022)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengambilan data pada pemotongan *downhand*, *vertical* dan *overhead*, dilakukan analisis menggunakan metode regresi. Sebelumnya, seluruh data yang diperoleh harus melewati uji normalitas sebagai dasar penentuan normal tidaknya sebuah data, uji homogenitas terhadap durasi pemotongan dan kebutuhan konsumsi gas oksigen dan LPG, uji korelasi, baru kemudian dilakukan analisis regresi linear yang menghasilkan persamaan sebagai berikut:

- **Posisi *downhand***
 Persamaan durasi pemotongan terhadap tebal pelat adalah $Y = 43,667x - 43$
 Persamaan konsumsi gas O_2 terhadap tebal pelat adalah $Y = 0,0875x - 0,2833$
 Persamaan konsumsi gas LPG terhadap tebal pelat adalah $Y = 0,0517x - 0,0922$
- **Posisi *vertical***
 Persamaan durasi pemotongan terhadap tebal pelat adalah $Y = 34,667x - 9,333$
 Persamaan konsumsi gas O_2 terhadap tebal pelat adalah $Y = 0,1042x - 0,3778$
 Persamaan konsumsi gas LPG terhadap tebal pelat adalah $Y = 0,0608x + 0,1033$
- **Posisi *overhead***
 Persamaan durasi pemotongan terhadap tebal pelat adalah $Y = 33,667x + 28,111$
 Persamaan konsumsi gas O_2 terhadap tebal pelat adalah $Y = 0,0792x + 0,0922$
 Persamaan konsumsi gas LPG terhadap tebal pelat adalah $Y = 0,1008x - 0,2433$

Berdasarkan persamaan-persamaan di atas dapat diperoleh estimasi persentase penambahan biaya untuk variasi pemotongan pelat dengan ketebalan 6, 8, 10 mm dengan posisi pemotongan *downhand*, *vertical* dan *overhead* berdasarkan fungsi tebal pelat dan fungsi posisi pemotongan sebagai berikut:

- Untuk tebal 6 mm ada penambahan biaya sebesar 10,09% dari posisi pemotongan *downhand*, *vertical* dan *overhead*.
- Untuk tebal 8 mm ada penambahan biaya sebesar 8,19% dari posisi pemotongan *downhand*, *vertical* dan *overhead*.
- Untuk tebal 10 mm ada penambahan biaya sebesar 7,19% dari posisi pemotongan *downhand*, *vertical* dan *overhead*.

- Pada posisi pemotongan *downhand* ada kenaikan biaya sebesar 12,16% di tiap penambahan ketebalan pelat 2 mm yaitu dari pelat 6 mm ke 8 mm kemudian ke 10 mm.
- Pada posisi pemotongan *vertical* ada kenaikan biaya sebesar 10,20% di tiap penambahan ketebalan pelat 2 mm yaitu dari pelat 6 mm ke 8 mm kemudian ke 10 mm.
- Pada posisi pemotongan *vertical* ada kenaikan biaya sebesar 9,30% di tiap penambahan ketebalan pelat 2 mm yaitu dari pelat 6 mm ke 8 mm kemudian ke 10 mm.

2022, Hal 28-37, Teknik Perkapalan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Karimun.
Winarsunu, T., (2017). *Statistik dalam penelitian psikologi dan pendidikan*. UMM Press, Malang.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S.F., Kusharjanta, B. (2005). "Pemotongan Pelat Baja dengan Gas Cutting Machine", *Jurnal Mekanika*, Vol 3 No 1, Januari 2005, Hal 15-23, Fakultas Teknik UNS, Surakarta.
- Akhmad, A.A. (2009). "Permesinan Nonkonvensional Plasma Arc Cutting" *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol 9 No 2, Juli 2009, Hal 51-56, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- Badrani, B.P., Kristiyono. T. A., Aditya, B.K., (2022). "Analisa Durasi Pemotongan Pelat secara Manual Oxy LPG terhadap Fungsi Sudut Posisi Pemotongan". *Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi Industri*, Vol. 6 No 1, September 2022, Hal 12-23, Program Studi teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Katolik Musi Charitas.
- 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* Vol. 3 No. 2, Februari 2022, Hal 51-56, Teknik Perkapalan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Karimun.
- Baroroh, I., (2009). *Teknologi Mekanik Dasar Teknik Perkapalan*. Hang Tuah University Press. Surabaya
- Junaidi. (2014). Regresi dengan Microsoft Office Excel, Jambi, Maret 2014, Hal 1-12, *Researchgate*, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jambi.
- Ningrum, N.P., Kristiyono, T.A, Aditya, B.K., (2018). "Penentuan Standar Kebutuhan Oxy LPG pada Pemotongan Pelat Secara Manual". *Seminar Nasional Kelautan XIII Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah Surabaya*. Universitas Hang Tuah, Juli 2018, Surabaya.
- Sugiyono, (2018). *Statistik Non Parametris untuk Penelitian*. Alfabeta, Bandung.
- Sunaryo, H., 2008. *Teknik Pengelasan Jilid 1*. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Pambudi, S.S., Kristiyono, T.A., Aditya, B.K. (2022). "Studi Pengaruh Variasi Jarak Nozzle Tip terhadap Kebutuhan Gas Oxy-LPG dan Durasi pada Pekerjaan Pemotongan Pelat Badan Kapal secara Manual". *Jurnal Jalasena* Vol. 4 No. 1, Agustus