

Perbandingan Kualitas Potongan Material *Carbon Steel ASTM A36* dan Produktivitas Waktu Pada *CNC Laser Cutting* dan *Oxy-Acetylene Cutting*

Sutan Ranto Sibuea¹, Ninda Hardina Batubara¹ and Nurul Ulfa¹

¹Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

¹E-mail: Sutanranto@gmail.com

Abstrak

Pemotongan logam merupakan proses yang sangat penting dalam industri manufaktur untuk menghasilkan berbagai jenis produk. Dua metode pemotongan yang umumnya digunakan adalah *CNC laser cutting* dan *Oxy-Acetylene Cutting*. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari tahu kualitas potong dan produktivitas mana yang lebih baik dari kedua mesin terhadap *carbon steel ASTM A36*. Metode penelitian yang akan digunakan adalah eksperimen dengan spesimen *carbon steel ASTM A36* dipotong menggunakan *CNC laser Cutting* dan OAC. Pengamatan dilakukan dengan mengamati kualitas pemotongan, produktivitas dan efektivitas terhadap *carbon steel ASTM A36*. Penilaian kualitas potong menggunakan alat *Dial Indicator* dan *Profile Projector*. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa *CNC Laser cutting* unggul dalam kedua aspek, yaitu pada pengukuran kekasaran menggunakan alat *Dial Indicator* didapatkan hasil maksimal sebesar 0,11 mm pada uji coba pemotongan pertama selama 45,65 detik, sedangkan pada OAC didapatkan hasil maksimal sebesar 1,24 mm pada uji coba pemotongan ketiga selama 4:33,57 menit. Lalu pada pengukuran kekasaran menggunakan alat *Profile Projector* Mesin *CNC Laser Cutting* mendapatkan hasil maksimal sebesar -0,054 μm pada uji coba pemotongan ketiga selama 46;35 detik, sedangkan pada OAC didapatkan hasil maksimal sebesar -0,303 μm pada uji coba pemotongan ketiga selama 04:33,57 menit. Untuk produktivitas waktu Mesin *CNC Laser cutting* lebih unggul dibandingkan dengan OAC, Mesin *Laser cutting* mendapatkan rata-rata waktu pemotongan sebesar 45,926 detik, sedangkan OAC mendapatkan rata-rata waktu sebesar 4:21,61 menit.

Kata kunci: Kualitas potong, Produktivitas waktu, *Dial Indicator*, *Profile Projector CNC Laser Cutting*, *Oxy-Acetylene Cutting*

Abstract

Metal cutting is a very important process in the manufacturing industry to produce various types of products. Two cutting methods that are commonly used are CNC laser cutting and Oxy-Acetylene Cutting. The purpose of this research is to find out which cutting quality and productivity is better from both machines on carbon steel ASTM A36. The research method to be used is experimentation with ASTM A36 carbon steel specimens cut using CNC laser cutting and OAC. Observations were made by observing the cutting quality, productivity and effectiveness of carbon steel ASTM A36. Cutting quality assessment using Dial Indicator and Profile Projector tools. This study shows that CNC Laser cutting is superior in both aspects, namely in measuring roughness using the Dial Indicator tool obtained a maximum result of 0.11 mm in the first cutting trial for 45.65 seconds, while the OAC obtained a maximum result of 1.24 mm in the third cutting trial for 4 57 minutes, then in measuring roughness using the Profile Projector CNC Laser Cutting Machine tool obtained a maximum result of -0.054 μm in the third cutting trial for 46.35 seconds, while the OAC obtained a maximum result of -0.303 μm in the third cutting trial for 04:33.57 minutes. For time productivity, the CNC Laser cutting machine is superior compared to the OAC, the Laser cutting machine gets an average cutting time of 45.926 seconds, while the OAC gets an average time of 4:21.61 minutes.

Keywords: Cut quality, Time productivity, *Dial Indicator*, *Profile Projector CNC Laser Cutting*, *Oxy-Acetylene Cutting*

1 Pendahuluan

Kemajuan teknologi saat ini sangat cepat berkembang dan telah memberikan dampak luas berbagai sektor. Di masa ini, kemajuan mesin teknologi yang dirancang untuk mencukupi kegiatan manusia dengan memanfaatkan teknologi computer. Hal ini berdampak pada peningkatan pengguna sistem otomasi. Sistem otomatis adalah teknologi yang terkait dengan aplikasi elektronik, mekanik dan sistem computer. Mesin *CNC laser cutting* merupakan penggabungan teknologi *CNC (Computer Numerical Control)* dan *laser cutter* mampu memotong bentuk-bentuk lembaran kayu atau material lainnya yang memiliki kompleksitas bentuk memerlukan ketelitian dalam memotong. Integrasi ini menghasilkan sebuah mesin pemotong yang dikendalikan *computer* dan menggunakan mesin *router* untuk memotong seperti plat besi, aluminium, kayu, komposit, kaca akrilik dan baja lunak dengan menerapkan teknologi *CNC*.

Pemotongan dengan OAC adalah proses pemotongan campuran gas oksigen dan asetilin untuk menghasilkan api dengan suhu tinggi. Api ini diarahkan langsung ke material yang akan dipotong. Sehingga material tersebut

mengalami oksidasi yang cepat. Proses ini dimulai dengan memanaskan material menggunakan nyala netral. Kemudian oksigen murni disalurkan untuk menghasilkan reaksi dengan material dan bentuk kerak. Pemotongan dengan OAC umumnya digunakan untuk memotong baja, logam dan lainnya tetapi juga bisa digunakan untuk logam *non-ferro* (tidak mengandung besi (Fe) dan karbon (C)) seperti aluminium dan tembaga. Meskipun memiliki keunggulan portabilitas dan fleksibilitas, metode ini cenderung menghasilkan pinggiran material yang kasar dan zona terpengaruh panas maka dari itu harus menggunakan peralatan pelindung dan ventilasi yang memadai, sangat penting untuk menjaga keselamatan saat menggunakan OAC.

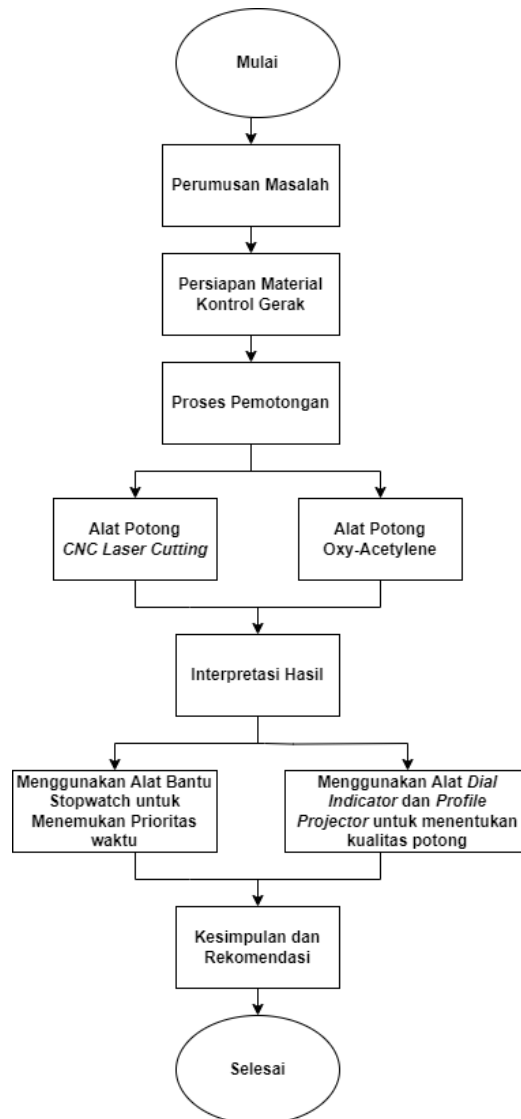
Dial indicator atau yang sering disebut dengan *Dial Gauge* ialah alat ukur yang digunakan untuk mengukur dan memeriksa kerataan atau kesejajaran pada permukaan benda dengan skala pengukuran yang sangat kecil (Novi Eka Wulandari, 2016), Penggunaanya sangat penting dalam dunia pemesinan seperti pengukuran kerataan permukaan benda atau ke bulatan suatu poros, bentuknya menyerupai jam *analog* dengan menunjukan skala utama dan skala nonius dan memiliki batang penunjuk yang dapat di tekan yang bersentuhan langsung pada permukaan benda, yang istimewa dari alat ini adalah tingkat simpangannya yang sangat kecil bias mencapai 0.0002 mm. *Profile projector* adalah alat ukur optik yang memperbesar fitur permukaan benda kerja untuk memungkinkan pengukuran pada skala linier atau melingkar. Alat ukur ini juga disebut sebagai komparator *optic*, karena dimensi dapat diukur langsung di *layer* atau dibandingkan dengan referensi standar pada perbesaran yang sesuai. *Profile projector* biasanya digunakan untuk mengukur profil, dimensi, dan sudut benda kerja, dimana banyak dilakukan dalam bidang elektronik, semi-konduktor, dan industri mekanik. *Profile projector* umumnya digunakan sebagai peralatan inspeksi dasar dibanyak pabrik dan labortorium. Keakuratan *profile projector* sangat penting, karena mempengaruhi kualitas *finishing* dan keandalan produk secara langsung¹.

Perbandingan antara kualitas potong dan produktivitas antara *CNC laser Cutting* dan OAC menjadi perhatian utama dalam dan konteks perkembangan teknologi pemotongan logam material *Carbon Steel ASTM A36*. pemotongan *CNC laser Cutting*, dengan kemampuannya mendapatkan hasil dengan potongan presisi dan akurat, telah menjadi pilihan dalam industri manufaktur. OAC tetap menjadi pilihan karena fleksibilitasnya dalam memotong material tebal dan *non ferro* dengan biaya yang lebih hemat (Achmad, 2016). Namun, meskipun kedua metode ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, pemahaman yang lebih dalam tentang perbandingan antara keduanya sangatlah penting untuk memilih teknologi pemotongan yang paling sesuai dengan kebutuhan aplikasi manufaktur. Hal ini pasti akan membantu industri dalam membuat Keputusan yang paling tepat terkait investasi teknologi dan meningkatkan efisiensi proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk; mengetahui kualitas potong dan produktivitas mana yang lebih baik dari kedua mesin terhadap *carbon steel ASTM A36*, mengetahui efektivitas dari kedua jenis pemotongan terhadap *carbon steel ASTM A36* dan efektivitas dari kedua jenis pemotongan terhadap *carbon steel ASTM A36*.

Manfaat penelitian yang didapatkan berupa; mengetahui kualitas potong dan produktivitas mana yang lebih baik dari kedua mesin terhadap *carbon steel ASTM A36*, Mengetahui efektivitas dari kedua jenis pemotongan terhadap *carbon steel ASTM A36* pada ketebalan 1 cm, Pengamatan dilakukan langsung oleh peneliti sehingga mendapatkan hasil observasi yang rinci terhadap peneliti, Penelitian dilakukan dengan mengamati kualitas potong dan produktivitas produk. Awal lahirnya mesin *CNC (Computer Numerically Controlled)* bermula dari 1952 yang dikembangkan oleh John Pearson dari Institut Teknologi Massachusetts, atas nama Angkatan Udara Amerika Serikat. Semula proyek tersebut diperuntukkan untuk membuat benda kerja khusus yang rumit. Metode penelitian ini secara umum. dengan membandingkan kualitas potong, waktu dalam proses pekerjaan, kerataan potongan, dan biaya produksi.

2 Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di Polibatam, *Workshop 2* Gedung Techno dan *Workshop 3* Bengkel Manufaktur, tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Flowchart penelitian

Deskripsi Penelitian

2.1 Studi Lapangan

Penelitian ini dilakukan karena kurangnya informasi mengenai hasil kualitas potongan dan produktivitas waktu terhadap material *carbon steel* dengan menggunakan alat potong *CNC laser cutting* dan OAC. Alat potong *CNC laser cutting* dipilih sebagai salah satu alat potong yang di uji coba dikarenakan mesin ini dapat memotong material tersebut dengan otomatis, juga *oxy-acetylene* dipilih sebagai salah satu alat potong yang digunakan dikarenakan alat potong ini banyak digunakan pada masa kini, juga alat ini memotong material dengan cara/metode yang manual. Material *carbon steel ASTM A36* dipilih sebagai material yang digunakan untuk di uji coba terhadap kedua alat potong dikarenakan material ini cukup tersedia di *workshop* Polibatam, selain itu material ini mudah menyerap panas sehingga mudah dilakukan pemotongan.

2.2 Perumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk menambah informasi mengenai hasil kualitas potongan dan produktivitas waktu terhadap material *carbon steel* dengan menggunakan alat potong *CNC laser cutting* dan OAC. Diharapkan dari penelitian ini dapat menambah wawasan mengenai alat potong *CNC laser cutting* dan *oxy-acetylene* terhadap material *carbon steel ASTM A36*.

2.3 Tahapan Pelaksanaan

2.3.1 Persiapan Alat dan Bahan

Tabel 1 Tabel Alat Yang Digunakan

No.	Alat	Jumlah
1	<i>Caliper</i>	1
2	Penggaris	1
3	<i>Marker</i>	1
4	Kacamata Safety	1
5	Sarung Tangan	1 Pasang
6	Palu Karet/Mallet	1
7	Palu Besi	1
8	Tang Jepit	1
9	Gerinda	1
10	Mata Gerinda	1 Set
11	Kikir	1
12	Mesin <i>CNC Laser Cutting</i>	1
13	<i>Oxy-Acetylene Cutting Torch</i>	1
14	<i>Spark Lighter</i>	1

Tabel 2 Tabel Bahan Yang Digunakan

No.	Bahan	Jumlah
1	<i>Carbon Steel ASTM A36</i>	1 Plate
2	Tabung Acetylene	2 Tabung
3	Tabung Gas Co2	2 Tabung

2.3.2 Proses Pemotongan

2.3.2.1 Proses Pemotongan Dengan Alat *CNC laser Cutting*

Hal pertama yang harus dilakukan adalah dengan melakukan setting/kalibrasi pada mesin *CNC laser cutting* agar hasil pemotongan presisi, setting/kalibrasi yang dilakukan dengan cara mengatur kemiringan cermin pemantul, mengatur besarnya gas yang digunakan, dan mengatur besarnya laser yang digunakan. Setelah itu mempersiapkan material yang akan digunakan, disini material dipotong berbentuk persegi dengan dimensi 10cmX10cm dengan jumlah sampel adalah 3 pcs. Dilanjutkan dengan mempersiapkan mesin *CNC laser cutting* dengan urutan, dimulai dari menyalakan power utama, water chiller, exhaust fan, dan laser power. Setelah laser cutting menyala dengan benar. Selanjutnya meletakkan bahan dengan benar di meja kerja dan memulai proses pemotongan.

2.3.2.2 Proses Pemotongan Dengan Alat *Oxy-Acetylene*

Dalam proses pemotongan dengan alat *oxy-acetylene* dibutuhkan 1 tabung gas acetylene dan 1 tabung gas oksigen. Untuk menyalakan las dilakukan dengan urutan membuka katub gas *acetylene* pada brander las, membuka katub oksigen pada brander las, lalu diberi percikan api dengan pemantik, setelah api menyala, atur nyala las api tersebut. Setelah itu melakukan pemotongan pada material yang sebelumnya sudah diberikan pola 10cmX10cm dengan jumlah sampel adalah 3 pcs.

2.4 Kesimpulan dan Rekomendasi

Siapkan kesimpulan dan penelitian, termasuk rekomendasi untuk memilih metode pemotongan yang sesuai berdasarkan kebutuhan spesifik.

3 Analisa Data dan Pembahasan

Data yang diperoleh dari hasil pemotongan *CNC laser cutting* dan OAC ditampilkan dalam tabel dibawah ini. Tabel yang ditunjukkan berdasarkan 3 kali pemotongan dengan pola 10cmX10cm, penilaian efektivitas waktu dilakukan dengan melakukan perhitungan waktu menggunakan stopwatch saat melakukan pemotongan pada *carbon steel ASTM A36*, sedangkan untuk hasil pemotongan dilakukan dengan alat *dial indicator* dan *profile projector* terhadap hasil pemotongan tersebut.

Tabel 3 Tabel Hasil Penelitian *CNC Laser Cutting* dan OAC

No.	Material	Percobaan	Waktu	<i>Dial Indicator</i>		
				(mm)	x	y
1	<i>Carbon Steel ASTM A36</i>	<i>Oxy-Acetylene 1</i>	04:12,31	1,43 1,51 1,47	5,881 4,258 1,503	-2,697 -1,052 -1,078
		<i>Oxy-Acetylene 2</i>	04:18,97	2,24 2,19	9,249 8,540	-1,402 -1,353

				2,21	5,725	-0,478
		<i>Oxy-Acetylene 3</i>	04:33,57	1,24	2,046	-0,303
				1,30	2,044	-1,533
				1,29	5.610	-0,661
2	<i>Carbon Steel ASTM A36</i>	<i>CNC Laser Cutting 1</i>	00:45,65	0,11	0,545	-0,205
				0,15	0,464	-0,204
				0,14	0,306	-0,154
		<i>CNC Laser Cutting 2</i>	00:45,78	0,21	2,003	-0,386
				0,25	0,913	-0,255
				0,26	1,282	-0,263
		<i>CNC Laser Cutting 3</i>	00:46,35	0,38	0,297	-0,105
				0,38	0,699	-0,127
				0,39	0,185	-0,054

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa alat potong *CNC laser cutting* lebih baik dibanding dengan alat potong OAC, baik dalam kualitas potong dan produktivitas waktu. Total waktu yang diperlukan untuk memotong 3 plat dengan pola 10cmX10cm dengan alat *oxy-acetylene* selama 13 menit dan 6 detik dengan rata-rata waktu pemotongan 4 menit 22 detik, sedangkan alat potong *CNC laser cutting* hanya memakan waktu 2 menit 18 detik dengan rata-rata waktu pemotongan 46 detik. Kualitas pemotongan mesin *CNC laser cutting* juga lebih baik dibanding alat potong *oxy-acetylene*, hal ini dibuktikan dari hasil *dial indicator* dan *profile projector* milik *CNC* yang relatif minim. Pada pengukuran menggunakan alat *Dial Indicator* didapatkan hasil rata-rata pengukuran perubahan dimensi pada ketiga material yang sudah dipotong menggunakan *CNC Laser Cutting* sebesar 0,252 mm. Lalu pada pengukuran menggunakan alat *Profile Projector* didapatkan hasil rata-rata perubahan dimensi sebesar 0,743 mm pada sumbu X dan -0,194 mm pada sumbu Y. Lalu pengukuran menggunakan *Dial Indicator* pada hasil pemotongan material menggunakan *Oxy-Acetylene* didapatkan hasil rata-rata perubahan dimensi sebesar -1,653 mm dan untuk pengukuran menggunakan *Profile Projector* didapatkan hasil rata-rata pada sumbu X sebesar 4,984 mm dan rata-rata tertinggi sebesar -1,173 mm pada sumbu Y.

4 Kesimpulan

Dari hasil analisis mengenai perbandingan kecepatan dan hasil pemotongan *carbon steel ASTM A36* dengan alat pemotongan *CNC laser cutting* dan OAC sebagai berikut:

1. Alat pemotongan *CNC laser cutting* lebih cepat dan lebih efisien dibanding OAC dengan perbandingan rata-rata waktu sebesar 3 menit 35 detik.
2. Alat pemotongan *CNC laser cutting* menghasilkan pemotongan yang lebih bagus dan lebih halus dibanding dengan OAC yang hasil pemotongannya lebih kasar dan bergelombang, hal ini juga dibuktikan dengan alat *dial indicator* dan *profile projector* yang menunjukkan hasil pemotongan mesin *CNC laser cutting* yang relatif minim dibanding dengan alat pemotongan *oxy-acetylene*.

5 Daftar Pustaka

- [1] Steen, W.M. and Mazumder, J, “*Laser Material Processing*”, Springer, London, 2010.
- [2] Mazumder, J, and Steen, W.M., “*Laser Material Processing (4th ed.)*”, Springer, London, 2002.
- [3] Eko Prianto & Herlambang Sigit Pramono, “Proses Permesinan *CNC* Dalam Pembelajaran Simulasi *CNC*” Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, 2017.
- [4] Andika Wisnujati dan Ahmad Nurhuda, “Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Sambungan Las *Oxy-Acetylene* Pada Pelat Baja Karbon Rendah Dengan Variabel Nyala *Torch* Karburasi” Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta, 2017.
- [5] Syaripuddin, “Karakteristik Hasil Pengelasan *Oxy Asetilin Welding (OAW)*” Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, 2017.
- [6] Muhammad Choirul Anam, Imam Muda Nauri dan Paryono, “Pengembangan Modul Pembelajaran Penggunaan *Dial* Indikator dan *Cylinder Gauge* Untuk Siswa Kelas X Program Keahlian Teknik Kendaraan Ringan di SMK Negeri 11 Malang” Universitas Negeri Malang, Malang, 2017.
- [7] Ulikaryani, Hamid Abdillah dan Hety Dwi Hastuti, “Analisis Ketidakpastian Pengukuran Dimensi Roda Gigi Lurus dengan Alat Ukur *Profile Projector*” Politeknik Negeri Cilacap, Cilacap, 2022.
- [8] Yi, T. C. “Uncertainty Evaluation of Profile Projector Calibration. WS Proceedings, 37.” <https://doi.org/https://doi.org/10.51843/wsproceedings.2016.37> , 2016.

