

PENERAPAN VALUE ENGINEERING PADA PROSES DRILLING CNC PADA KOMPONEN UPPER FRAME 6020 UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI BIAYA DAN WAKTU

Suharjo¹, Kurniawati²

Teknik Mesin, Teknik, Universitas Batam, Jl. Uniba No. 5 Batam Center, Batam, Kepulauan Riau, 29432, Indonesia

Abstrak

Dalam industri alat berat, efisiensi proses produksi merupakan faktor krusial untuk menjaga daya saing dan keberlangsungan bisnis. Komponen Upper Frame 6020 pada alat berat seperti excavator memerlukan proses drilling yang presisi, namun seringkali menghadapi tantangan berupa tingginya biaya operasional dan waktu pengerjaan yang lama. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode Value Engineering (VE) dalam proses drilling CNC pada komponen tersebut guna meningkatkan efisiensi biaya dan waktu tanpa mengurangi kualitas produk. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif deskriptif dengan tahapan Value Engineering (VE) meliputi informasi, analisis fungsi, kreativitas, evaluasi, dan implementasi. Data primer diperoleh melalui wawancara dan pengujian langsung, sedangkan data sekunder berasal dari dokumen teknis dan literatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan VE berhasil mengurangi cycle time dari 0,973 jam menjadi 0,367 jam (efisiensi waktu 62,3%), serta menurunkan biaya listrik dan tenaga kerja masing-masing sebesar 62,3%. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa metode Value Engineering efektif dalam meningkatkan efisiensi proses drilling CNC pada komponen Upper Frame 6020, serta memberikan kontribusi nyata terhadap penghematan biaya dan waktu produksi. Penelitian ini juga merekomendasikan penerapan VE pada proses machining lainnya serta integrasi dengan prinsip Lean Manufacturing untuk efisiensi yang lebih luas.

Kata kunci : *Value Engineering, CNC Drilling, Upper Frame 6020, Efisiensi Biaya, Cycle Time, Lean Manufacturing*

Abstract

In the heavy equipment industry, production efficiency is a key factor in maintaining competitiveness and business sustainability. The Upper Frame 6020 component of excavators requires precise drilling processes, which often face challenges such as high operational costs and long processing times. This study aims to apply the Value Engineering (VE) method to the CNC drilling process of this component to improve cost and time efficiency without compromising product quality. The research uses a descriptive quantitative approach, following VE stages including information gathering, function analysis, creativity, evaluation, and implementation. Primary data were obtained through interviews and direct testing, while secondary data came from technical documents and literature. The results show that VE implementation successfully reduced the cycle time from 0.973 hours to 0.367 hours (62.3%-time efficiency), and decreased electricity and labor costs by 62.3%. This study concludes that Value Engineering is effective in enhancing the efficiency of the CNC drilling process for the Upper Frame 6020 component, providing tangible benefits in cost and time savings. It also recommends applying VE to other machining processes and integrating it with Lean Manufacturing principles for broader efficiency improvement.

Keywords : *Value Engineering, CNC Drilling, Upper Frame 6020, Cost Efisiensi, Cycle Time, Lean Manufacturing*

1. Pendahuluan

Dalam industri alat berat, efisiensi proses produksi menjadi faktor penentu dalam menjaga daya saing dan keberlangsungan bisnis. Salah satu komponen penting dalam alat berat seperti excavator adalah Upper Frame, yang berfungsi sebagai struktur utama untuk menopang berbagai sistem mekanik dan hidrolik. Proses produksi komponen ini harus dilakukan secara presisi, khususnya dalam tahap drilling (pengeboran) lubang berdiameter 18mm dan chamfer dengan kedalaman 2 mm serta 45° yang bertujuan untuk dilakukan proses tapping M20x2 pada cover bracket yang sangat menentukan ketepatan sambungan dan kekuatan struktur secara keseluruhan.

Namun, proses drilling area cover bracket pada Upper Frame model 6020 seringkali menghadapi tantangan berupa tingginya biaya operasional dan waktu pengerjaan yang relatif lama. Faktor-faktor seperti pemilihan metode pengeboran yang belum optimal, penggunaan alat potong yang kurang efisien, serta pengaturan urutan kerja yang belum efektif dapat menyebabkan pemborosan sumber daya. Untuk itu, dibutuhkan pendekatan sistematis yang dapat meningkatkan efisiensi tanpa mengorbankan kualitas produk.

Dalam industri manufaktur modern, efisiensi biaya dan waktu menjadi faktor krusial untuk meningkatkan daya saing perusahaan. Salah satu proses penting dalam kegiatan produksi adalah drilling (pengeboran), yang banyak dilakukan menggunakan mesin CNC (Computer Numerical Control). Meskipun teknologi CNC menawarkan tingkat presisi dan konsistensi yang tinggi, tidak jarang ditemukan adanya pemborosan waktu, penggunaan sumber daya yang tidak optimal, serta biaya operasional yang tinggi dalam pelaksanaannya.

Permasalahan tersebut mendorong perlunya pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. Salah satu metode yang efektif untuk mencapai tujuan ini adalah Value Engineering (VE). Value Engineering merupakan suatu pendekatan analitis yang bertujuan untuk meningkatkan “nilai” suatu produk atau proses dengan cara mengoptimalkan fungsi dan menekan biaya.

Penerapan VE dalam proses drilling CNC diharapkan dapat mengungkap berbagai peluang perbaikan, seperti pemilihan alat potong yang lebih efisien, pengaturan parameter pemotongan

yang optimal, hingga penataan ulang urutan proses kerja. Dengan demikian, proses drilling tidak hanya menjadi lebih cepat, tetapi juga lebih hemat biaya tanpa mengorbankan kualitas hasil produksi.

Melalui studi ini, akan dianalisis bagaimana penerapan Value Engineering dapat meningkatkan efisiensi biaya dan waktu pada proses drilling CNC, serta memberikan rekomendasi yang aplikatif bagi peningkatan produktivitas di lingkungan industri manufaktur.

2. Metode

Penelitian ini termasuk applied research dengan pendekatan kuantitatif deskriptif. Tujuannya adalah menerapkan metode Value Engineering (VE) untuk mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah dalam proses drilling CNC dan merancang solusi teknis yang lebih efisien dari segi waktu dan biaya. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penerapan VE menggunakan data aktual. Tahapan VE meliputi: (1) Informasi: pengumpulan data mesin CNC PAMA speed

RAM 2000 (93 kW), material baja karbon, parameter awal 1770 rpm dan feed 0,25 mm/rev

(2) Analisis fungsi: memastikan presisi dimensi lubang dan toleransi; (3) Kreativitas: penggantian konfigurasi tool dari 2 tool (bor + chamfer) menjadi 1 tool teroptimasi, (4) Evaluasi: uji banding cycle time sebelum- sesudah pada 30 lubang, (5) Implementasi dan dokumentasi. Pengukuran waktu menggunakan stopwatch, biaya listrik dihitung dari daya mesin

× waktu × tarif; biaya manpower dari tarif per jam, biaya tool dari harga dan umur pakai.

3. Hasil Dan Pembahasan

Pada perbandingan hasil dari tool yang sebelum di optimalisasi dan setelah di optimalisasi yaitu drill 18 mm pada bracket, menggunakan data cycle time sebagai acuan untuk biaya yang akan di analisis, pada proses drilling diameter 18 mm pada bracket. Analisa akan di lakukan secara deskriptif yang bertujuan untuk meningkatkan nilai suatu produk atau proses dengan cara mempertahankan atau meningkatkan fungsi serta menurunkan biaya yang tidak memberikan kontribusi terhadap nilai tersebut. Hasil simulasi berupa angka dan biaya yang dianalisis meliputi

biaya langsung seperti biaya tenaga kerja, biaya Listrik, biaya tooling & biaya investment tool. Berikut Total Cycle time pada proses drilling lobang 18 mm pada bracket dengan jumlah 30 lubang menggunakan mesin CNC milling memiliki hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Total Cycle Time pada proses drilling 18 mm pada Bracket Sebelum Optimalisasi (Menit)

Total Cycle sebelum Optimalisasi	
Lubang yang di uji	Cycle Time (menit)
30	58.35

Tabel 2. Total Cycle Time pada proses drilling 18 mm pada Bracket Sebelum Optimalisasi (Menit)

Total Cycle setelah Optimalisasi	
Lubang yang di uji	Cycle Time (menit)
30	22.00

Tabel 3. Total Cycle Time pada proses drilling 18 mm pada bracket sebelum Optimalisasi (Jam)

Total Cycle sebelum Optimalisasi	
Lubang yang di uji	Cycle Time (Jam)
30	0.673

Tabel 4. Total Cycle Time pada proses drilling 18 mm pada bracket Setelah Optimalisasi (Jam)

Total Cycle setelah Optimalisasi	
Lubang yang di uji	Cycle Time (Jam)
30	0.367

Efisiensi Waktu (%) = $(0.973-0.367)/0.973 \times 100\% = 0,606/0.973 \times 100\% = 62,3\%$

Biaya listrik pada proses drilling lubang diameter 18 mm. Dengan diketahui daya mesin: 93 kW (data di dapatkan dari manual book mesin), cycle time: 0.973 jam, tarif Listrik: IDR 1,600.00 (data di dapatkan dari finance). Jadi, biaya Listrik per jam adalah: IDR 148,800.00. Berikut biaya listrik untuk proses drilling lubang 18 mm pada bracket dengan jumlah 30 lubang menggunakan mesin CNC milling memiliki hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Biaya Listrik pada proses drilling 18 mm pada Bracket

Biaya Listrik untuk 30 lubang		
Item	Sebelum	Sesudah
Cycle Time	0.67 jam	0.37 Jam
Quantity	30 Lubang	30 Lubang
Machine CNC PAMA 1	G3 Kw	G3 Kw
Harga listrik	IDR 1,600	IDR 1,600
Tarif Listrik (1600) x Kw (G3)	IDR 148,800 Price Kwh	IDR 148,800 Price Kwh
Biaya listrik	IDR 144,708	IDR 54,560
Save Cost		IDR 90,148.00

Efisiensi biaya listrik (%) = $(\text{IDR } 144,708.00 - \text{IDR } 54,560.00)/(\text{IDR } 144,708.00) \times 100\% = (\text{IDR } 90,148.00)/(\text{IDR } 144,708.00) \times 100\% = 62,3\%$

Biaya Manpower pada proses drilling diameter 18 mm. Dengan diketahui UMR Batam: IDR 4,989,600.00 (berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 36 Tahun 2021 tentang pengupahan), upah karyawan per jam: IDR 28,841.62. Berikut biaya Manpower untuk proses drilling lubang 18 mm pada bracket dengan jumlah 30 lubang menggunakan mesin CNC milling memiliki hasil sebagai berikut:

Tabel 6. Biaya Manpower pada proses drilling 18 mm pada Bracket

Biaya ManPower untuk 30 lubang		
Item	Sebelum	Sesudah
Cycle Time	0.67 jam	0.37 Jam
Quantity	30 Lubang	30 Lubang
Umr Batam	IDR 4,989,600	IDR 4,989,600
Jam kerja/bulan	173 Jam	173 Jam
Rate man power/jam	IDR 28,842	IDR 28,842
Biaya manpower 30 lubang	IDR 28,048	IDR 10,575
Save Cost		IDR 17,473.21

Efisiensi biaya manpower (%) = (IDR 28,048 - IDR 10,575)/(IDR 28,048) × 100% = (IDR 17,473)/(IDR 28,048) × 100% = 62,3%

Harga Tool pada proses drilling diameter 18 mm Setelah mencari beberapa supplier yang cocok untuk kebutuhan yang di inginkan oleh user, untuk mencapai hasil dari pembuatan lubang berdiameter 18 mm untuk meningkatkan fungsi serta menurunkan biaya yang tidak memberikan kontribusi terhadap nilai tersebut. User telah menemukan supplier yang sesuai untuk harga tools berdasarkan quotation dari supplier X, berikut harga dari tool yang lama dan harga tool yang baru untuk 30 lubang.

Tabel 7. Biaya Listrik pada proses drilling 18 mm pada Bracke Harga Tool pada proses drilling lubang 18 mm pada Bracket

Biaya Tools		
Item	Sebelum	Sesudah
Harga 1 pcs tools	IDR 1,223,814	IDR 1,665,664
1 tools	570 lubang	600 lubang
Biaya 1 lubang	IDR 2,147	IDR 2,777
Biaya tool 30 lubang	IDR 64,411	IDR 83,298

Total Cost Operational untuk 30 Lubang, Diketahui biaya umtuk 30 lubang sebelum optimisasi: IDR 237,168, dan biaya umtuk 30 lubang setelah optimisasi: IDR 148,433.

Tabel 8. Total Cost Operational untuk 30 Lubang

Total Biaya untuk 30 lubang			
No	Detail biaya	Sebelum	Sesudah
1	Biaya Listrik	IDR 144,708	IDR 54,560
2	Biaya ManPower	IDR 28,048	IDR 10,575
3	Biaya Tools	IDR 64,411	IDR 83,298
4	Total	IDR 237,168	IDR 148,433
Save Cost			IDR 88,734

Dapat di simpulkan bahwa dari data tabel diatas untuk saving cost operational sebesar IDR 88,734.

Biaya listrik pada proses drilling untuk 570 & 630 lubang. Dengan diketahui daya mesin: 93 kW, cycle time: 0.973 jam, tarif Listrik: IDR 1,600. Jadi, biaya Listrik per jam adalah: IDR 148,800.00.

Berikut biaya listrik untuk proses drilling lubang 18 mm pada bracket dengan jumlah 570 & 630 lubang (data berdasarkan dari data produksi) menggunakan mesin CNC milling memiliki hasil sebagai berikut:

Tabel 9. Biaya Listrik untuk 570 & 630 lubang

Biaya Listrik untuk 570 G 630 lubang		
Item	Sebelum	Sesudah
Cycle Time	0,67 jam	0,37 jam
Quantity	570 Lubang	630 Lubang
Machine CNC PAMA 1	G3 Kw	G3 Kw
Harga listrik	IDR 1,600	IDR 1,600
Tarif Listrik (1600) x Kw (G3)	IDR 148,800 Price Kwh/Mc	IDR 148,800 Price Kwh/Mc
Biaya listrik 30 lubang	IDR 144,708	IDR 54,560
Biaya Listrik 1 lubang	IDR 4,824	IDR 1,81G
Biaya listrik 570 G 630 lubang	IDR 2,74G,452	IDR 1,145,760
Save Cost		IDR 1,603,6G2

Biaya Manpower pada proses drilling untuk 570 & 630 lubang. Dengan diketahui UMR Batam: IDR 4,989,600 (berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 36 Tahun 2021 tentang pengupahan) upah karyawan per jam: IDR 28,842. Berikut biaya Manpower untuk proses drilling lubang 18 mm

pada bracket dengan jumlah 570 & 630 lubang menggunakan mesin CNC milling memiliki hasil sebagai berikut:

Tabel 10. Biaya Manpower untuk 570 & 630 lubang

Biaya ManPower untuk 570 G 630 lubang		
Item	Sebelum	Sesudah
Cycle Time	0,67 jam	0,37 Jam
Quantity	570 Lubang	630 Lubang
Umr Batam	IDR 4,98G,600	IDR 4,98G,600
Jam kerja/ bulan	173 Jam	173 Jam
Rate man power/jam	IDR 28,842	IDR 28,842
Biaya manpower 30 lubang	IDR 28,048	IDR 10,575
Biaya manpower 1 lubang	IDR G34.G5	IDR 352,51
Biaya manpower 570 G 630 lubang	IDR 532,G21	IDR 222,080
Save Cost		IDR 310,840,54

Biaya tool pada proses drilling untuk 570 & 630 lubang. Setelah mencari beberapa supplier yang cocok untuk kebutuhan yang di inginkan oleh user, untuk mencapai hasil dari pembuatan lubang berdiameter 18 mm untuk meningkatkan fungsi serta menurunkan biaya yang tidak memberikan kontribusi terhadap nilai tersebut. User telah menemukan supplier yang sesuai untuk harga tools, berikut harga dari tool yang lama dan harga tool yang baru.

Tabel 11. Biaya Tool untuk 570 & 630 lubang

Biaya Tool untuk 570 G 630 lubang		
Item	Sebelum	Sesudah
Harga 1 pcs tools	IDR 1,223,814	IDR 1,665,664
1 tools	570 lubang	630 lubang
Biaya 1 lubang	IDR 2,147	IDR 2,644
Biaya tool	IDR 1,223,814	IDR 1,665,664

Total Cost Operational untuk 570 & 630 lubang. Diketahui biaya untuk 570 lubang IDR 4,506,187. Dan biaya untuk 630 lubang IDR 3,033,804

Tabel 12. Total Cost Operational untuk 570 & 630 lubang

Total Biaya untuk 570 G 630 lubang			
No	Detail biaya	570 lubang	630 lubang
1	Biaya Listrik	IDR 2,74G,452	IDR 1,145,760
2	Biaya ManPower	IDR 532,G21	IDR 222,080
3	Biaya Tools	IDR 1,223,814	IDR 1,665,664
4	Total	IDR 4,506,187	IDR 3,033,804
	Save Cost		IDR 1,472,383

Dapat di simpulkan bahwa dari data tabel diatas untuk saving cost operational sebesar IDR 1,472,383.

Biaya Investasi,berdasarkan data produksi untuk ketahanan tool pada perusahaan X. Yang dimana tool yang belum di optimisasi dapat menghasilkan 570 lubang. Dan tool yang sudah di optimisasi dapat menghasilkan 630 lubang. Berikut data ROI (Return of Investment):

Tabel 13. Total Biaya Sebelum Optimisasi

Simulasi Total Biaya Sebelum Optimasi					
No	Beban operasional	tahun 1	tahun 2	tahun 3	tahun 4

4. Kesimpulan

Biaya Investasi,berdasarkan data produksi untuk ketahanan tool pada perusahaan X. Yang dimana tool yang belum di optimisasi dapat menghasilkan 570 lubang. Dan tool yang sudah di optimisasi dapat menghasilkan 630 lubang. Berikut data ROI (Return of Investment):

1. Penerapan metode Value Engineering dapat mengidentifikasi dan mengeliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses drilling Upper Frame 6020 pada area

1	Listrik	Rp 2,749,452	Rp 2,749,452	Rp 2,749,452	Rp 2,749,452	Rp 2,749,452
2	Tools	Rp 1,223,814	Rp 1,223,814	Rp 1,223,814	Rp 1,223,814	Rp 1,223,814
3	Tenaga Kerja	Rp 532,921	Rp 532,921	Rp 532,921	Rp 532,921	Rp 532,921
4	Total	Rp 4,506,187	Rp 4,506,187	Rp 4,506,187	Rp 4,506,187	Rp 4,506,187
5	Akumulasi	Rp 4,506,187	Rp 9,012,374	Rp 13,518,561	Rp 18,024,748	Rp 22,530,935

Tabel 14. Total Biaya Setelah Optimalisasi

Simulasi Total Biaya Setelah Optimasi					
No	Beban operasional	tahun 1	tahun 2	tahun 3	tahun 4
1	Listrik	Rp 1,145,760	Rp 1,145,760	Rp 1,145,760	Rp 1,145,760
2	Tools	Rp 1,665,964	Rp 1,665,964	Rp 1,665,964	Rp 1,665,964
3	Tenaga Kerja	Rp 222,080	Rp 222,080	Rp 222,080	Rp 222,080
4	Total	Rp 3,033,804	Rp 3,033,804	Rp 3,033,804	Rp 3,033,804
5	Akumulasi	Rp 3,033,804	Rp 6,067,609	Rp 9,101,413	Rp 12,135,218
6	Penghematan	Rp 1,472,383	Rp 2,944,765	Rp 4,417,148	Rp 5,889,530
					Rp 7,361,913

Berdasarkan data pada tabel di atas dapat di simpulkan bahwa, Listrik: Turun drastis dari Rp 2,75 juta menjadi Rp 1,15 juta (hemat Rp 1,6 juta per tahun). Tools: Naik dari Rp 1,22 juta menjadi Rp 1,66 juta (tambahan Rp 442 ribu per tahun). Tenaga Kerja: Turun dari Rp 533 ribu menjadi Rp 222 ribu (hemat Rp 311 ribu per tahun). Totalnya, setelah optimasi, biaya tahunan menjadi Rp 3,03 juta dibanding sebelumnya Rp 4,51 juta. Selisih penghematan per tahun = Rp 1,47 juta. Dalam 5 tahun, akumulasi penghematan mencapai Rp 7,36 juta. Jadi bisa di simpulkan bahwa Optimasi berhasil menekan biaya listrik dan tenaga kerja secara signifikan. Walaupun biaya tools meningkat, namun penghematan dari listrik & tenaga kerja jauh lebih besar. otal efisiensi yang didapat: biaya operasional 5 tahun turun dari Rp 22,53 juta → Rp 15,17 juta, sehingga terjadi penghematan 32,6%. Dengan optimasi, perusahaan lebih efisien dalam jangka panjang

cover bracket dengan diameter 18 mm pada kedalaman 52 mm.

2. Dengan mendesain dan mengganti model tools dari 2 tools menjadi 1 tool.
3. Penerapan Value Engineering pada proses drilling CNC lubang diameter 18 mm di cover bracket Upper Frame 6020 berhasil mengurangi total cycle time dari 0,973 jam menjadi 0,367 jam, dengan peningkatan efisiensi waktu sebesar 62,3%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Astakhov, V. P. 2010. *CNC Machining Technology*. Boca Raton: CRC Press
- [2] Dell'Isola, A. (1997). *Value Engineering: Practical Applications for Design, Construction, Maintenance & Operations*. RSMeans.
- [3] Indrianto, T. I. 2025. Optimalisasi Proses drilling lubang diameter 18 mm melalui pergantian desain tool. Skripsi. Batam: Universitas Batam.
- [4] Miles, L. D. (1961). *Techniques of Value Analysis and Engineering*. McGraw-Hill.
- [5] Sari, M. A. dan Nugroho, D. 2020. Analisis Penerapan Value Engineering dalam Meningkatkan Efisiensi Proses Produksi. *Jurnal Teknik Industri*, 15(2): 87–95.
- [6] Susanto, R. dan Pratama, H. 2021. Optimalisasi Proses Machining Menggunakan Metode Lean Manufacturing. *Jurnal Manufaktur Indonesia*, 9(1): 45–5