

Perancangan *Fixture* Pada Proses *Finishing* Gerinda Tangan Sebagai Peningkatan Produktivitas Produk *Spindle Knuckle D40 L* di PT Manggala Perkasa Engineering

Ridwan Ferdian¹, Budi Basuki^{1*}, Lilik Dwi S¹, dan Aris Hendaryanto¹

¹Teknologi Rekayasa Mesin, Departemen Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Jl. Yacarana, Sekip Unit VI, Catur Tunggal, Kec. Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55281

*Corresponding author: budi.basuki@ugm.ac.id

Artikel info: Diterima: 5 Oktober 2023 | Disetujui 29 Maret 2024 | Tersedia online: 30 April 2024
DOI: 10.32722/jmt.v5i1.6302

Abstrak

Proses finishing produk *Spindle Knuckle D40 L* merupakan proses repairing yang terdiri dari proses gerinda tangan dan bor tuner listrik. Sistem kerja proses finishing dilakukan dalam satu proses pengerjaan. Hasil analisis yang dilakukan, pencapaian output dari proses finishing tidak sesuai dengan target sebesar 50 pcs per jam dengan pencapaian output aktual rata-rata 43 pcs per jam. Pekerjaan secara manual dan metode kerja yang kurang efektif menjadi faktor dominan yang mempengaruhi hambatan tersebut. Solusi untuk menyelesaikan masalah tersebut yaitu dengan memperbaiki metode kerja melalui perancangan fixture pada proses gerinda tangan. Perbaikan yang telah dilakukan dapat menurunkan cycle time pada proses finishing, yang sebelumnya 83,5 detik menjadi 68,3 detik. Penurunan cycle time tersebut sebesar 17,7 % sehingga menjadikan target output finishing per jam produk *Spindle Knuckle D40 L* meningkat sebesar 20,9 % dari jumlah sebelumnya yaitu dari 43 pcs per jam menjadi 52 pcs per jam. Selain itu, perbaikan juga dapat menghemat biaya perusahaan sebesar Rp 234.420,- per bulan dan meningkatkan keselamatan kerja dalam meminimalisir potensi terjadinya cacat over pada produk *Spindle Knuckle D40 L*.

Kata-kata kunci: Spindle Knuckle D40 L, Fixture, Cycle Time

Abstract

The finishing process for the *D40 L Spindle Knuckle* involves a repairing process that consists of hand grinding and electric tuner drilling. The finishing process is performed in a single operation. An analysis has shown that the output achieved in the finishing process does not meet the target of 50 pieces per hour; the actual average output achieved is 43 pieces per hour. The dominant factors affecting this shortfall are manual labor and ineffective work methods. The solution to address this issue is to improve the work method through the design of fixtures for the hand grinding process. The improvements made have reduced the cycle time in the finishing process from the previous 83.5 seconds to 68.3 seconds, which represents a 17.7% reduction. As a result, the target hourly output for the *D40 L Spindle Knuckle* product has increased by 20.9% from the previous 43 pieces per hour to 52 pieces per hour. Additionally, these improvements have also led to cost savings for the company, amounting to Rp 234,420 per month, and have enhanced workplace safety by minimizing the potential for defects in the *D40 L Spindle Knuckle* product.

Keywords: Spindle Knuckle D40 L, Fixture, Cycle Time



Konten dari karya ini dapat digunakan di bawah ketentuan lisensi [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/). Distribusi lebih lanjut dari karya ini harus mempertahankan atribusi kepada penulis dan judul karya, kutipan jurnal dan DOI

1. PENDAHULUAN

Persaingan industri beberapa tahun terakhir, semakin ketat dan meningkat. Selain kemampuan dalam pembuatan produk dengan harga jual yang bersaing dan hasil kualitas produk yang tinggi, ketepatan waktu saat ini juga salah satu syarat persaingan yang diperlukan untuk pengiriman produk pada pelanggan [1]. Suatu perusahaan dapat meningkatkan teknologi informasi yang dapat dilihat dari sistem administrasi, bisnis yang dikelola serta pelayanan dalam memberikan informasi terkait produk perusahaan yang dinamakan *Information System Process Innovation (ISPI)*.

Perusahaan dapat memanfaatkan peluang yang tercipta sehingga mampu bersaing secara efektif dan kompetitif. Selain itu, perusahaan dapat belajar mengenai bagaimana cara menciptakan keunggulan produk dengan peluang yang baru. Dengan cara tersebut, perusahaan dapat memenuhi kebutuhan produk para pelanggan atau *customernya*, sehingga perusahaan tersebut dapat berusaha untuk mendapatkan peluang di atas para pesaingnya di bidang manufaktur [2].

PT Manggala Perkasa Engineering merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang memproduksi produk otomotif dengan mesin utama adalah *CNC* dan *Plastic Injection Machine*, serta bergerak juga pada bidang *repairing* dengan produk berupa *Common Rail 4 N 15*, *End Housing D40 STD*, *Yoke Tube D40*, *End Housing G40 LH*, *Yoke Flange 479*, *Crang Shaft Kiz Rh*, *Spindle Knuckle D40 L*, *Spline Shaft 479*, *Hook Front 913*, dan *Lower Ball Joint 578 Rh*. Salah satu permasalahan yang dihadapi perusahaan ini adalah tuntutan perusahaan akan pemenuhan order customer yang terus meningkat setiap bulannya, salah satunya adalah proses *finishing* pada gerinda tangan. Namun, dalam proses tersebut tidak diimbangi dengan produktivitas yang tinggi, sehingga perlu dilakukan evaluasi yang lebih mendalam untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Penelitian ini akan mengarah pada produk dengan target *output finishing* per jam paling rendah di PT Manggala Perkasa Engineering yaitu produk *Spindle Knuckle D40 L*.

Proses *finishing* produk *Spindle Knuckle D40 L* dilakukan hanya dengan satu proses pengerjaan yaitu proses gerinda tangan dan bor tuner. Berdasarkan data yang diperoleh target *output* per jam *finishing* pada produk *Spindle Knuckle D40 L* adalah 50 pcs per jam dengan pencapaian *output* aktual rata-rata 43 pcs per jam. Pencapaian *output* yang dihasilkan di proses *finishing* produk tersebut belum optimal, tinggi rendahnya *output* dalam produksi yang dipengaruhi salah satu proses *finishing* tersebut.

Hasil pengamatan yang dilakukan, hal yang menjadi masalah pada target *output* yang rendah proses *finishing* produk *Spindle Knuckle D40 L* pada proses gerinda tangan. Faktor yang mempengaruhi hambatan tersebut adalah kesulitannya proses pada pengerjaan produk, selain itu pekerjaan secara manual dan metode kerja yang kurang efektif juga menjadi masalah dominan yang mempengaruhi pembengkakan waktu pada proses gerinda tangan, sehingga menyebabkan pencapaian *output* di proses *finishing* tidak optimal. Dengan adanya masalah tersebut, diperlukan evaluasi dan pembuktian dalam penelitian ini. Hasil dari penelitian ini adalah memberikan perbaikan metode kerja yang efektif dan efisien, guna menghasilkan *output* produksi yang sesuai serta tetap mengutamakan keselamatan kerja dan kualitas produk.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini dilakukan pada proses *finishing* dengan mengumpulkan data dalam bentuk angka dan berfokus pada penggunaan alat dan analisis perbandingan statistik yang nyata untuk menggambarkan, menginterpretasikan, dan mengambil kesimpulan tentang perbandingan hasil variabel yang diteliti. Tahap yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu yang pertama adalah melakukan design *fixture* dengan spesifikasi menggunakan buku Hoffman G Erdward. Kemudian melakukan analisis design dengan *software Ansys student 2023*. Analisis dilakukan dengan variasi beban dan gaya geser. Beban tumpuan yang digunakan sebesar 170 N dan gaya geser sebesar 80 N. Pengambilan data *cycle time* juga dilakukan sebelum dan sesudah pembuatan *fixture*. Data diambil sebanyak minimal 7 kali spesimen untuk menentukan hasil akhir penetapan target *output*.

Toleransi Design

Untuk menentukan toleransi *design* harus memperhatikan toleransi yang akan digunakan. Aturan umum toleransi alat bantu harus antara 20 dan 50 persen dari toleransi *part* [3]. Misalnya, jika lubang pada *part* berada dalam jarak ± 0.10 inch. Misalnya, jika lubang pada *part* berada dalam jarak ± 0.10 inch, toleransi lubang pada *fixture* yang digunakan harus di antara ± 0.02 inch dan ± 0.05 inch. Hal ini diperlukan untuk mempertahankan akurasi yang diperlukan. Menentukan toleransi alat lebih dekat dari 20 persen hanya berfungsi untuk meningkatkan biaya alat dan menambah sedikit kualitas *part*.

Material

Material yang akan digunakan dalam pembuatan *fixture* adalah *Sheet Plate Hot-Rolled Coil (SPHC)*. Baja SPHC merupakan baja canai panas dengan kualitas yang komersial yang dapat digunakan untuk berbagai pembentukan bersama lembaran logam. Berikut merupakan komposisi kimia baja SPHC sebagai berikut:

- Presentase maksimum Karbon (C) adalah 0,15%
- Presentase maksimum Mangan (Mn) adalah 0,60%
- Presentase maksimum Fosfor (P) adalah 0,050%
- Presentase maksimum Sulfur (S) adalah 0,050%

Ergonomi

Ergonomi merupakan penerapan informasi dalam kemampuan yang menurut karakter manusia, kapasitas dan batasan dalam desain melakukan pekerjaan, sistem dan pemesinannya, ruang kerja serta sehingga manusia atau pekerja dapat bekerja secara sehat, aman, nyaman dan efisien [4]. Mencari rumus rata – rata tinggi siku masing – masing pekerja untuk menentukan tinggi landasan kerja yang memenuhi kriteria tersebut yaitu antara 15 – 40 cm di bawah tinggi siku berdiri dengan pekerjaan yang memerlukan penekanan dengan kuat.

Safety of factor

Perancangan desain *fixture* diperlukan analisis perhitungan menggunakan *safety factor*. *Safety factor* merupakan faktor yang menjadi indikator untuk mengevaluasi sebuah desain apakah material atau konstruksi yang digunakan sudah aman atau belum untuk menahan beban sehingga desain terjamin keamanannya dengan dimensi yang minimum [5]. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi *dalam safety factor*, dan pada analisis tersebut terdapat nilai yang menunjukkan angka sehingga dapat memperlihatkan faktor material untuk mengetahui ketahanan desain yang telah dirancang [6]. Nilai tegangan pada setiap komponen memiliki *safety factor* yang berbeda, sehingga nilai *yield strength* (tegangan luluh) material akan dibagi (dibandingkan) dengan *working stress* (tegangan yang bekerja) [7]. Besarnya nilai *safety factor* dapat dilihat pada persamaan (1):

$$Sf = \frac{S_Y}{\sigma_e} \quad (1)$$

Dimana:

Sf adalah *safety factor*
 S_Y adalah *yield strenght*
 σ_e adalah *von misses*

Menghitung Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi merupakan kemampuan parameter produksi yang dapat menghasilkan dan mencapai hasil kerja tertentu yang dipengaruhi oleh penggunaan mesin, ruang, jumlah jam kerja, jumlah tenaga kerja dan jadwal kerja dalam periode waktu tertentu [8].

Hasil dari pengukuran parameter produksi tersebut menghasilkan output hasil produksi yang maksimal dalam waktu tertentu. Dalam kapasitas produksi besar jumlah output produk dinyatakan dalam per satuan waktu. Adapun rumus untuk menghitung kapasitas produksi [9]. Besarnya nilai kapasitas produksi dan *cycle time* dapat dilihat pada persamaan (2), (3) dan (4):

:

$$\text{Kapasitas produksi} = \frac{\text{Total jam efektif}}{\text{Cycle time proses}} \quad (2)$$

$$\text{Cycle time} = \frac{\text{Total waktu}}{\text{Jumlah waktu}} \quad (3)$$

$$\text{Cycle time} = \frac{\text{Lead time sebelum} - \text{Lead time sesudah}}{\text{Lead time sebelum}} \times 100\% \quad (4)$$

Sistem Perhitungan Biaya Berdasarkan Proses (*Proces Costing*)

Perhitungan biaya, khususnya dalam perusahaan manufaktur proses akumulasi biaya produksi dapat terjadi dalam proses produksi pada departemen. Setiap departemen dapat menyelesaikan produk sesuai dengan operasi yang dilakukan. Metode ini di gunakan dalam membedakan suatu departemen dengan departemen lain atau area kerja lainnya itu bersifat homogen [10]. Perhitungan biaya berdasarkan proses mengakumulasikan semua biaya operasi merupakan biaya yang hasilnya per unit dimana proses yang dilakukan dengan waktu periode dan pembagian unit produk yang telah melalui proses produksi. Ada beberapa perhitungan peralatan dan *finishing* dengan rumus sebagai berikut [11].

Perhitungan Biaya Peralatan

Besarnya biaya peralatan dapat dilihat pada persamaan (5) sampai dengan (9):

a. Penyusutan

$$\frac{\text{Harga Mesin+Instalasi}}{\text{Umur}} \times \frac{1}{\text{jumlah jam kerja per tahun}} \quad (5)$$

b. Bunga

$$\frac{\text{Harga Mesin+Instalasi}}{2} \times \frac{1}{\text{Jumlah jam kerja per tahun}} \times \frac{\text{Bunga}}{100} \quad (6)$$

c. Lantai

$$\text{Luas Lantai} \times \text{Biaya Lantai} \times \frac{1}{\text{Jumlah jam kerja per tahun}} \quad (7)$$

d. Energi

$$\text{Energi Mesin} \times \text{Harga Energi} \quad (8)$$

e. Perawatan

$$(\text{Harga mesin} + \text{Instalasi}) \times \frac{\text{Perawatan}}{100} \times \frac{1}{\text{jumlah jam kerja per tahun}} \quad (9)$$

Perhitungan Biaya *Finishing*

Besarnya biaya *finishing* dapat dilihat pada persamaan (10) dan (11):

a. Biaya Peralatan

$$\frac{\text{Total proses (menit)}}{60} \times \text{biaya peralatan} \quad (10)$$

b. Biaya *Finishing*

$$\frac{\text{Total proses (menit)}}{60} \times \text{biaya upah operator} \quad (11)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Proses *Finishing* Sebelum Perbaikan



Gambar 1. Proses 1 *finishing* bagian permukaan bawah sebelum perbaikan diberikan pada gambar (a). Gambar (b) menunjukkan proses 4 *finishing* bagian lubang tengah sisi atas setelah perbaikan

Data proses *finishing* sebelum perbaikan operator harus selalu memegang produk pada saat proses penggerindaan karena benda atau produk sering bergeser dan bergerak pada proses penggerindaan sehingga bisa menyebabkan cacat *over* atau pada produk *Spindle Knuckle D40 L*. Selain itu, efisiensi dan kecepatan waktu yang cukup lama mengakibatkan target output perusahaan yang telah ditetapkan sebesar 50 *pcs* per jam tidak tercapai serta resiko keselamatan kerja atau *safety* pada proses *finishing* tersebut kurang yang dapat menyebabkan resiko kecelakaan kerja.

Data *Cycle Time* dan Target Output *Finishing* Sebelum Perbaikan

Tabel 1.1 Data *cycle time* dan target output proses *finishing* sebelum perbaikan

Proses Kerja	Waktu yang dibutuhkan (detik)							Rata – rata
	Spesimen							
	1	2	3	4	5	6	7	
Gerinda tangan 1	11,9	12,1	11,4	11,0	11,7	12,4	11,8	11,7
Gerinda tangan 2	15,7	14,9	14,5	15,9	15,6	14,8	14,3	15,1
Gerinda tangan 3	13,2	12,5	13,1	12,3	12,8	12,4	13,0	12,7
Bor tuner 1	20,4	21,2	20,8	19,7	19,5	20,1	18,9	20,1
Bor tuner 2	17,1	16,9	16,4	15,8	15,5	16,3	16,7	16,3
Total cycle time								75,9 detik

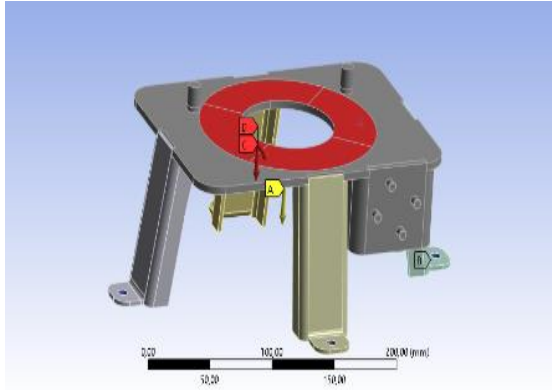
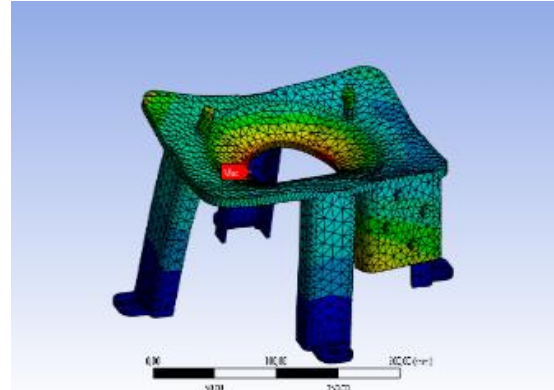
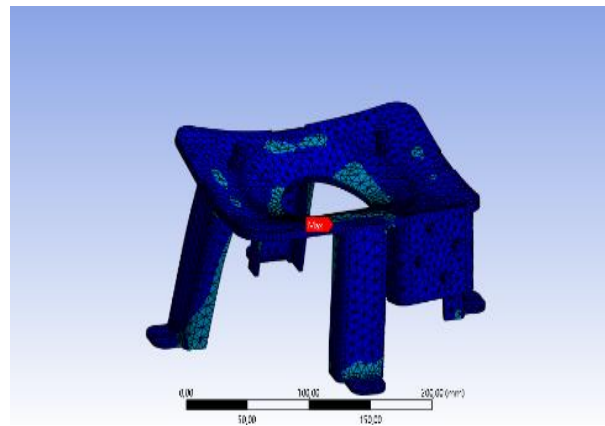
Dari perhitungan target *output finishing* per jam dengan menggunakan data *cycle time* proses didapatkan hasil sebesar 43 *pcs* per jam. Oleh karena itu, target *output finishing* per jam yang ditentukan perusahaan belum tercapai sehingga perlu adanya perbaikan melalui metode kerja proses *finishing* tersebut.

Data *Design Fixture*

Data *design fixture* dilakukan untuk mengetahui tingkat kekuatan dan keamanan alat sebelum proses pembuatan dilakukan. Pengujian ini berfokus pada bagian *fixture* dengan beban produk di atasnya.

Perhitungan *Safety Factor*

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan *ansys*, didapatkan hasil perhitungan *safety factor* dari salah satu gaya geser sebagai berikut:

Gambar 2. *Static structural* gaya geserGambar 3. Total *deformation* gaya geserGambar 4. *Static structural* gaya geser

Jika *safety factor* < dari 1 maka komponen dinyatakan tidak aman, dan jika *safety factor* > dari 1 maka komponen dinyatakan aman. Dari hasil salah satu gaya geser tersebut, *safety factor* yang didapatkan sebesar 24,67 Mpa dan > dari 1 maka komponen tersebut dinyatakan aman.

Perhitungan Ergonomi

Perhitungan ergonomi dilakukan untuk memenuhi standar kerja yaitu pekerjaan yang memerlukan penekanan dengan kuat, tinggi landasan kerja adalah 15 – 40 cm di bawah tinggi siku berdiri.

Hasil akhir = rata tinggi siku pekerja – tinggi total landasan kerja
 = 108,4 cm – 89,8 cm
 = 18,6 cm

Dari hasil tersebut menyatakan bahwa proses kerja *finishing* untuk gerinda tangan dengan *fixture* masih memenuhi kriteria standar ergonomi karena tinggi landasan kerja sebesar 18,6 cm, sehingga masih dibawah tinggi siku berdiri dengan pekerjaan yang memerlukan penekanan dengan kuat.

Proses Pembuatan *Fixture*



(a)



(b)

Gambar 5. Proses pengelasan pembuatan *fixture* diberikan pada gambar (a). Gambar (b) menunjukkan hasil akhir *fixture* gerinda tangan

Trial Perbaikan Proses *Finishing*

Proses *trial* sendiri merupakan proses ujicoba secara langsung dengan perbaikan proses kerja yang dilakukan sesuai dengan rencana sebelumnya. Pada tahap ini, penulis ikut terjun secara langsung di lapangan dalam pengamatan proses *finishing* produk *Spindle Knuckle D40 L* untuk mengetahui langsung proses perubahan kerja yang dilakukan dengan *fixture* yang telah di buat dan mendapatkan data yang sesuai pada kondisi secara aktual dilapangan.

Data Hasil Evaluasi Proses *Finishing* Setelah Perbaikan

Berikut merupakan hasil data evaluasi proses *finishing* setelah perbaikan:



(a)



(b)

Gambar 6. Proses 1 *finishing* bagian permukaan bawah setelah perbaikan diberikan pada gambar (a). Gambar (b) Proses 4 *finishing* bagian lubang tengah sisi atas setelah perbaikan

Dari gambar diatas proses *finishing* ini lebih mudah dilakukan karena produk tidak akan mudah bergerak dan tergelincir dengan adanya perancangan *fixture* pada perbaikan metode kerja proses *finishing*.

Data Cycle Time dan Target Output Proses *Finishing* Setelah Perbaikan

Tabel 2 Data *cycle time* dan target *output* proses *finishing* setelah perbaikan

Proses Kerja	Waktu yang dibutuhkan (detik)							Rata – rata
	Spesimen							
	1	2	3	4	5	6	7	
Gerinda Tangan 1	9,4	8,9	8,4	9,0	8,3	8,7	8,2	8,7

Gerinda Tangan 2	13,4	12,6	12,3	13,2	11,9	11,9	12,2	12,5
Gerinda Tangan 3	9,6	10,2	9,4	9,8	10,0	9,3	9,5	9,7
Bor Tuner 1	17,9	18,2	17,9	18,4	17,8	18,3	16,9	17,9
Bor Tuner 2	13,8	12,9	14,4	13,5	13,9	13,7	14,0	13,7
Total cycle time								62,5 detik

Dari perhitungan target *output finishing* per jam dengan menggunakan data *cycle time* proses setelah dilakukannya perbaikan didapatkan hasil sebesar 52 pcs per jam. Oleh karena itu, target *output finishing* per jam yang ditentukan perusahaan sudah tercapai dengan optimal.

Analisis Hasil Perbaikan

Berikut merupakan hasil analisis perbaikan proses *finishing*:

Tabel 3. Analisis Hasil Perbaikan

No	Analisis Hasil Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Selisih
1.	Proses dan Metode Kerja	Operator harus selalu memegang produk pada saat proses penggerindaan sehingga resiko kecelakaan terkena gerinda tangan sangat besar, selain itu produk yang sering bergerak dan tergelincir juga berpotensi menyebabkan terjadinya cacat <i>over</i>	Operator tidak lagi memegang produk pada saat proses penggerindaan sehingga resiko kecelakaan terkena gerinda tangan sangat minim selain itu potensi terjadinya cacat <i>over</i> pada proses <i>finishing</i> pada gerinda tangan dapat diminimalisir	-
2.	Cycle Time dan Target <i>Output Finishing</i> Per Jam	83,5 detik	68,3 detik	15,2 detik
3.	Penetapan Target <i>Output Finishing</i> Per Jam	43 pcs per jam	52 pcs per jam	9 pcs per jam
4.	Biaya Peralatan Proses <i>Finishing</i>	Rp 2.408,78,-/jam	Rp 2.551,3,-/jam	Rp 142,52,-
5.	Biaya Proses <i>Finishing</i>	Rp 408,16,-/pcs	Rp 369,09,-/pcs	Rp 39,07,-/pcs

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbaikan yang telah dilakukan dapat menurunkan *cycle time* pada proses *finishing*, yang sebelumnya 83,5 detik menjadi 68,3 detik. Penurunan *cycle time* tersebut sebesar 17,7 %. Target *output* perusahaan yang awalnya 50 pcs menjadi 52 pcs, sehingga menjadikan target *output finishing* per jam produk *Spindle Knuckle* D40 L meningkat sebesar 20,9 % dari jumlah sebelumnya yaitu 43 pcs per jam menjadi 52 pcs per jam.
2. Investasi pembuatan *fixture* untuk proses gerinda tangan selain dapat memudahkan dan mempercepat pengerjaan proses *finishing*, juga dapat menghemat biaya proses *finishing* yang dikeluarkan perusahaan dari jumlah biaya proses sebelumnya. Biaya perusahaan dapat menghemat biaya setelah hasil perbaikan pada proses *finishing* produk *Spindle Knuckle* D40 L sebesar Rp 234.420,- per bulan.

REFERENSI

- [1] K. K. Aplikasi, “Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Produksi : Cahyono Budy Santoso,” *J. Ilm. Teknol. dan Inf.*, vol. 6, no. 2, pp. 73–83, 2016.
- [2] G. Oktaviani, “Sistem Informasi untuk Persaingan Keunggulan,” *Blog Univ. Mercubuana*, no. March, p. 27, 2019, [Online]. Available: <http://43217110334.blog.mercubuana.ac.id/2018/09/18/sistem-informasi-untuk-persaingan-keunggulan/>
- [3] E. G. Hoffman, *Jig and Fixture Design*, 5th ed. America: Delmar, Cengage Learning, 1996.
- [4] E. Grandjean, *Fitting the task to the man*, 4th ed. Taylor & Francis Inc. London, 1993.
- [5] L. A. N. Wibawa, “Kekuatan Rangka Main Landing Gear Untuk Pesawat Uav,” *Flywheel J. Tek. Mesin Untirta*, vol. V, no. 1, pp. 46–50, 2019.
- [6] H. B. E. Diniardi, A. Ramadhan, “ANALISIS KEKUATAN MEKANIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA MATERIAL POLIMER PENYUSUN KIPAS RADIATOR,” *J. Teknol.*, vol. 6, no. 1, pp. 55–67, 2014.
- [7] A. . Satriananta, M.G ; Hartono , Yudo; dan Berlian, “Studi Analisis Kekuatan Poros Propeller Kapal KMP. Pertiwi Nusantara Akibat Dikenai Torsi Dari Propeller,” *Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 1, pp. 421–430, 2019.
- [8] K. K. Prawiro and P. Adi, “Perancangan Sistem Penentuan Lead Time Produksi Berdasarkan Kapasitas dan Waktu Baku pada PT. X,” *J. Tira*, vol. 9, no. 2, pp. 261–268, 2021, [Online]. Available: <https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-industri/article/viewFile/12895/11194>
- [9] B. F. Van Dongen, R. A. Crooy, and W. M. P. Van Der Aalst, “Cycle time prediction: When will this case finally be finished?,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 5331 LNCS, no. PART 1, pp. 319–336, 2008, doi: 10.1007/978-3-540-88871-0_22.
- [10] W. Idawati, “Sistem Perhitungan Biaya Berdasarkan Job Order Costing, Process Costing, Activity Base Costing, Activity Base Management,” *J. Akunt. Bisnis*, vol. 5, no. 1, pp. 64–90, 2017.
- [11] S. D. Ramdhani, Merida, A. Hendrani, *AKUNTANSI BIAYA : (KONSEP DAN IMPLEMENTASI DI INDUSTRI MANUFAKTUR)*. CV MARKUMI, 2020.