

ANALISIS PENGARUH SURFACE ROUGHNESS, TEMPERATUR SUBSTRAT, DAN JENIS MATERIAL ABRASIVE TERHADAP BIAYA PROSES MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI

ANALYSIS OF THE IMPACT OF SURFACE ROUGHNESS, SUBSTRATE TEMPERATURE, AND ABRASIVE MATERIAL TYPE ON PROCESS COST USING TAGUCHI METHOD

Farizi Rachman^{1)*}, Arum Sukma Mutiara¹⁾, Rizal Indrawan¹⁾, Tri Andi Setiawan¹⁾, Fipka Bisono¹⁾, Dhika Aditya Purnomo¹⁾, Fais Hamzah¹⁾,

¹⁾Teknik Desain dan Manufaktur, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

*email corresponding: farizirachman@ppns.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Diperbaiki:
Revised
25/09/2023

Diterima:
Accepted
29/05/2024

Publikasi Online:
Online-Published
31/05/2024

ABSTRAK

Proses manufaktur finishing dan painting merupakan tahapan pengerjaan proyek di PT. Lintech Duta Pratama. Kesalahan dalam proses pengecatan dapat menyebabkan munculnya cacat pada produk. Produk yang cacat perlu diperbaiki sebelum dapat dikirim ke pelanggan. Perbaikan yang berulang-ulang menambah biaya proses dan menghambat pengiriman produk. Oleh karena itu, untuk mendapatkan kualitas produk yang bagus dan menekan biaya proses maka riset untuk mendapatkan setting parameter yang optimal dibutuhkan. Parameter proses yang dianalisis mencakup kekasaran permukaan, suhu substrat, dan jenis material abrasif. Metode Taguchi yang digunakan untuk perancangan eksperimen ini adalah matriks ortogonal $L_9(3^4)$. Berdasarkan hasil eksepriemen, didapatkan setting parameter proses yang optimal terhadap biaya proses yaitu Kekasaran permukaan pada level 1 dengan nilai $50 \mu\text{m}$, suhu pada level 2 dengan angka 34°C , dan jenis material abrasif pada level 2 menggunakan steel grit.

Kata Kunci : biaya proses, finishing, taguchi

ABSTRACT

The wrapping up and portray fabricating handle may be a organize of venture work at PT. Lintech Duta Pratama. Disgraceful portray forms result in absconds. Items that have absconds require repair so they can at that point be sent to clients. Rehashed repair forms cause expanded handle costs and obstruct item conveyance. In this manner, to get great item quality and diminish handle costs, inquire about to obtain ideal parameter settings is required. The method parameters considered are surface harshness, substrate temperature, and sort of abrasive fabric. The experimental design used is the taguchi method in the form of an orthogonal matrix $L_9(3^4)$. From the exploratory comes about, the ideal combination of handle parameters for prepare costs was gotten, to be specific surface harshness at level 1 with a esteem of $50 \mu\text{m}$, temperature at level 2 with a esteem of 34°C , and rough fabric sort at level 2 with steel coarseness.

Keywords : process cost, finishing, taguchi

©2024 The Authors. Published by AUSTENIT (Indexed in SINTA)

doi:

[10.53893/austenit.v16i1.7389](https://doi.org/10.53893/austenit.v16i1.7389)

1 PENDAHULUAN

Industri manufaktur saat ini sangat berkembang dan kompetitif. Perusahaan saat ini terus melakukan inovasi untuk meningkatkan

kualitas produk, agar proses bisnis bisa berjalan dengan baik. Proses fabrikasi pada perusahaan manufaktur terdiri terdiri dari *blasting* dan *coating*.

Blasting merupakan metode untuk membersihkan suatu permukaan baja sebelum dilakukan *coating*. Permukaan material harus bebas

dari kontaminan seperti minyak, karat, pendingin, serpihan, air, debu, dan lainnya. Proses kekasaran permukaan disebabkan karena adanya proses *blasting* dengan cara tembakan partikel kecil dengan laju yang tinggi (Putri et al., 2019). Setelah material dilakukan proses *surface preparation* yaitu *blasting* maka selanjutnya dilakukan *coating* berupa *painting*.

Painting merupakan salah satu dari prinsip untuk mengurangi korosi dan menambah estetika produk. Hasil *painting* yang baik perlu memperhatikan pemilihan jenis cat sehingga cat dapat melapisi logam dengan baik (Paluppa, 2015). *Painting* memerlukan penanganan yang tepat untuk menghindari terjadinya defect. *Painting defect* yang sering ditemukan yaitu *sagging*, *miss coat*, *over spray*, *peeling* dan *low dft*. Produk yang memiliki cacat memerlukan perbaikan yang bervariasi sesuai dengan jenis cacat yang ada. Adanya proses *repair* yang berulang menyebabkan waktu pengerjaan lebih lama dan anggaran biaya semakin banyak. Perlu diketahui bahwa *surface preparation* menyebabkan sukses atau gagalnya suatu proses *painting* (Prihantono, 2020).

Pratama, et al. (2016) melakukan penelitian mengenai dampak ketebalan cat dan kekasaran permukaan pada pelat baja karbon rendah pada kerekatan cat dan biaya proses di PT. Swadaya Graha. Penelitian tersebut menemukan bahwa biaya pengecatan terendah, sebesar Rp 8.307, terjadi pada kekasaran 30-50 μm dan ketebalan cat 200 μm . Sebaliknya, biaya pengecatan tertinggi, yaitu Rp 13.645, ditemukan pada kekasaran 70-85 μm dan ketebalan 320 μm . Penelitian lain menunjukkan bahwa faktor kebersihan, ketebalan, dan jenis cat berkontribusi terhadap biaya pengecatan masing-masing sebesar 67,5482%, 16,4417%, dan 13,5329% (Firdiandani, 2021).

Melihat permasalahan di atas, maka untuk menghasilkan produk dengan mutu bagus dengan biaya penanganan yang rendah, diperlukan penelitian untuk menemukan perpaduan batas siklus yang tepat dan ideal dalam interaksi komposisi. Teknik yang digunakan untuk memperbaiki batasan proses adalah Taguchi *method*. Metode Taguchi dapat menentukan level faktor yang mengoptimalkan variabel respons. Taguchi pada awalnya bisa dipakai untuk mengoptimalkan satu atribut (Fajardini et al., 2020).

Taguchi diperkenalkan pertama kali oleh Genichi Taguchi pada tahun 1940-an sebagai filosofi perancangan alternatif yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk di perusahaan, serta mengurangi biaya dan aset. Tujuan dari teknik Taguchi adalah untuk mengembangkan kualitas produk, lebih lanjut dengan mencari faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas, kemudian mengisolasinya menjadi faktor kontrol dan faktor tidak terkendali. Setiap elemen dipartisi berdasarkan level, kemudian matriks ortogonal

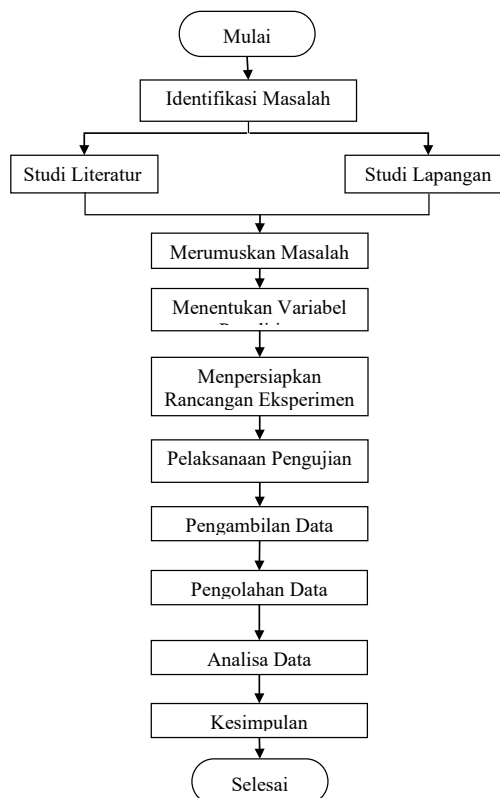
dipilih sebagai alat untuk melakukan pengujian berdasarkan kuantitas variabel dan level elemen yang dipilih (Soejanto,2009).

Ada banyak penelitian yang menggunakan metode taguchi untuk peningkatan kualitas. Penelitian Rachman,dkk (2020) melakukan penelitian Penerapan Metode Taguchi untuk Optimasi *Setting* Parameter CNC *Milling* Terhadap Kekasaran Permukaan Material. Penelitian yang kedua dilakukan oleh N.H. Kamarudin, M.H.I. Ibrahim, R. Asmawi, R.L. Muhamud, and M.H. Ibrahim, (2020) mengenai pengaruh parameter *injection molding* terhadap *hardness* dan *ultimate tensile strength*. Variabel bebas yang digunakan yaitu *molding temperature* (170°C, 180°C, 190°C), *molding pressure* (30%, 35%, 40%), *molding speed* (30%, 35%, 40%), dan *cooling time* (5s, 6s 7s) . Penelitian lainnya dilakukan oleh Karuniawan, BW, dkk(2019) mengenai Penerapan taguchi dalam mengoptimalkan *setting* parameter mesin FDM untuk kekasaran permukaan

Riset ini memiliki tujuan menentukan pengaturan parameter proses kekasaran permukaan, suhu substrat, dan jenis material abrasif terhadap biaya proses pada baja SS400 dengan menggunakan metode Taguchi.

2. BAHAN DAN METODA

Berikut ini merupakan Gambar 1 tahapan penelitian, dari awal sampai kesimpulan.



Gambar 1. Diagram Penelitian

Metodologi penelitian merupakan tahapan penelitian yang akan dilakukan agar mendapatkan gambaran yang jelas terhadap jalannya suatu penelitian, yang akhirnya menghasilkan kesimpulan (Indra, 2011). Tahapan awal adalah melakukan studi literatur yang bertujuan untuk mengumpulkan berbagai sumber pustaka. Setelah itu membuat rumusan masalah dan menentukan variabel. Pada penelitian ini dibutuhkan variabel respons dan variabel bebas untuk melihat adanya kombinasi faktor dan juga pengaruh dari faktor-faktor. Setelah itu, melakukan perancangan eksperimen dan menentukan level eksperimen. Setelah desain eksperimen selesai, dilanjutkan pelaksanaan eksperimen. Data yang didapatkan dari hasil eksperimen, diolah dan dianalisis dengan menggunakan metode taguchi. Setelah dilakukan analisis data dilakukan penarikan kesimpulan.

2.1 Penentuan Variabel

Berdasarkan identifikasi masalah yang dilakukan, diperoleh variabel dalam proses pengecatan baja karbon rendah SS400 sebagai berikut :

1. Variabel Respons
Biaya proses adalah variabel respons yang diamati pada penelitian ini. Biaya proses memiliki karakteristik *smaller is better* karena semakin kecil biaya yang dikeluarkan maka semakin baik.
2. Variabel Bebas
Variabel independen yang digunakan ialah *surface roughness*, temperatur substrat, dan jenis material *abrasive*.
3. Variabel Kontrol
Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah ketebalan cat 120 μm - 240 μm , *dust level* 1, dan *shot blasting* 2,5.

2.2 Mempersiapkan Rancangan Eksperimen

Design of experiment memiliki tujuan untuk menghasilkan informasi maksimal yang diperlukan dan berguna dalam melaksanakan riset yang akan dibahas (Soejanto, 2008). Eksperimen ini masing-masing parameter menggunakan tiga level. Penentuan nilai setiap variabel bebas ditunjukkan pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Parameter Penelitian

No.	Parameter	Satuan	Level		
			1	2	3
1	<i>Surface Roughness</i>	μm	50	70	90
2	Temperatur Substrat	$^{\circ}\text{C}$	30	34	37
3	Jenis Material <i>Abrasive</i>	-	Garnet	Steel Grit	Pasir Silica

2.3 Alat

Dalam perancangan eksperimen ini, peralatan yang dipakai adalah:

1. Komponen peralatan *blasting* terdiri dari *compressor*, *sand pot*, *nozzle blasting*, *hose* dan selang angin.
2. Peralatan *painting* menggunakan *airless spray*.
3. *Thermogun*
4. *Testex tape*
5. *Dial micrometer*

2.4 Bahan

Dalam perancangan eksperimen ini, bahan yang dipakai adalah:

1. Material baja SS400 dengan ukuran 100 mm x 150 mm x 8 mm.

Tabel 2. Chemical Composition SS400 (researchget)

Komponen	Persentase (%)
<i>Carbon (C)</i>	0,17 %
<i>Magnese (Mn)</i>	1,40 %
<i>Phosphorus (P)</i>	0,045 %
<i>Sulfur (S)</i>	0,045 %

2. Cat Intergard 251 HS
3. Material *abrasive* yang digunakan ialah *steel grit*, garnet dan pasir silica.

2.5 Tahap Pelaksanaan Eksperimen

Variasi eksperimen pada penelitian yaitu dengan mengubah parameter kekasaran permukaan, suhu substrat, dan jenis material abrasif dalam proses pengecatan. Eksperimen ini dilakukan secara bertahap dengan total 27 percobaan menggunakan pelat SS400 berukuran 100 x 150 x 8 mm. Proses pengecatan dilakukan secara acak untuk menyebarkan faktor-faktor sehingga setiap perlakuan memiliki pengaruh yang homogen. Pengambilan data eksperimen riset dilaksanakan dengan tahap berikut ini:

1. Persiapan spesimen dengan dimensi yang telah diukur, material yang digunakan berukuran 100 x 150 x 8 satuan mm.
2. Spesimen uji dilakukan proses *blasting* menggunakan material *abrasive* yang telah ditentukan sesuai dengan parameter percobaan.
3. Setelah dilakukan *blasting*, spesimen diambil untuk proses pengukuran *surface roughness* menyesuaikan dengan parameter yang direncanakan menggunakan *testex tape* dan *dial micrometer* seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Mengukur *Surface Roughness*

4. Spesimen uji dilakukan proses pengukuran temperatur substrat dengan menyesuaikan parameter yang direncanakan seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Mengukur Temperatur Substrat

5. Setelah proses pengukuran temperatur selanjutnya spesimen langsung dilakukan pengecatan seperti pada gambar 4.



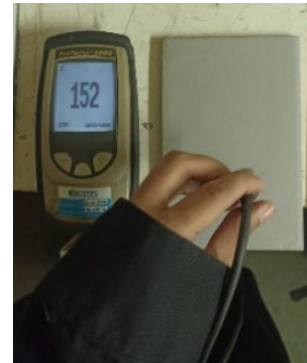
Gambar 4. Pengecatan Spesimen

6. Spesimen uji yang telah dicat dilakukan pengecekan ketebalan cat dalam kondisi basah untuk memprediksi nilai ketebalan cat dalam kondisi kering agar nilainya tidak menyimpang jauh dari rancangan. Berdasarkan TDS Intergard 251 Hs yang harus dicapai untuk *wet film thickness* adalah 200 μm . Gambar 5 menunjukkan proses pengukuran wft.



Gambar 5. Proses Pengukuran WFT

7. Spesimen uji yang telah dicat ditunggu hingga *full cure*. Proses *full cured* memerlukan waktu 24 jam. Setelah *full cured* spesimen dapat diukur ketebalannya untuk memastikan sesuai dengan standar perusahaan seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Pengukuran Ketebalan

8. Proses pengujian variabel respon menggunakan alat bernama *pull of tester* dengan *dolly* berukuran diameter 20 mm. Pengujian *pull of* dilakukan satu kali untuk setiap spesimen uji seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil Pengujian Daya Rekat Cat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa yang didapatkan pada penelitian menggunakan Taguchi untuk mengetahui besar pengaruh parameter dan mendapatkan *setting* variabel yang optimum dengan karakteristik *smaller is better*.

3.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian biaya proses meliputi biaya proses *blasting*, *painting*, dan pengujian spesimen *pull of adhesion test* dalam satuan rupiah. Biaya proses sudah termasuk dengan biaya pengerjaan dan biaya material. Detail biaya proses tidak dapat dijabarkan guna menjaga privasi perusahaan. Biaya proses dari pengujian replikasi 1, replikasi 2 dan replikasi 3 adalah sama. Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan biaya proses spesimen uji sampai selesai.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Biaya Proses

No.	Parameter			Biaya Proses (Rupiah)
	Surface Roughness	Temperatur Substrat	Jenis Material Abrasive	
1	50	30	Garnet	13890
2	50	34	Steel Grit	13290
3	50	37	Silica	13590
4	70	30	Steel Grit	13930
5	70	34	Silica	14030
6	70	37	Garnet	14530
7	90	30	Silica	14670
8	90	34	Garnet	14890
9	90	37	Steel Grit	14170

3.2 Pengolahan Data dan Analisis Data

Selanjutnya dilakukan pengumpulan hasil eksperimen dan *data processing* serta analisis data. *Data processing* dilakukan dengan metode optimasi taguchi

3.2.1 Perhitungan S/N ratio

Perhitungan rasio S/N biaya proses menggunakan data dari Tabel 2 yang berisi nilai biaya proses. Metode Taguchi digunakan untuk meneliti pengaruh faktor *noise* terhadap variasi yang terjadi (Sylajakumari dkk, 2018). Karakteristik perhitungan rasio S/N memakai metode semakin kecil semakin baik atau *smaller is better* dengan rumus dibawah ini:

$$S/N_1 = -10 \log \left[\frac{\sum_{i=1}^n y_1^2}{n} \right] \quad (1)$$

Hasil perhitungan dari biaya proses adalah sebagai berikut :

a. Kombinasi 1

$$S/N_1 = -10 \log \left[\frac{\sum_{i=1}^n y_1^2}{n} \right]$$

$$S/N_1 = -10 \log \left[\frac{13890^2 + 13890^2 + 13890^2}{3} \right]$$

$$S/N_1 = -82,8540$$

b. Kombinasi 2

$$S/N_2 = -10 \log \left[\frac{\sum_{i=1}^n y_1^2}{n} \right]$$

$$S/N_2 = -10 \log \left[\frac{13290^2 + 13290^2 + 13290^2}{3} \right]$$

$$S/N_2 = -82,4705$$

c. Kombinasi 3

$$S/N_3 = -10 \log \left[\frac{\sum_{i=1}^n y_1^2}{n} \right]$$

$$S/N_3 = -10 \log \left[\frac{13590^2 + 13590^2 + 13590^2}{3} \right]$$

$$S/N_3 = -82,6644$$

Nilai rasio S/N untuk setiap kombinasi level ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan S/N Rasio

No.	S/N rasio
1	-82,8540
2	-82,4705
3	-82,6644
4	-82,8790
5	-82,9412
6	-83,2453
7	-83,3286
8	-83,4579
9	-83,0274

3.2.2 Perhitungan *analysis of variance* (anova)

Berdasarkan hasil analisis data didapatkan hasil Analisis varians sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil analisis varians

Faktor	dF	SS	MS	F _{hitung}	P-value
Surface Roughness	2	0,5610	0,2805	60,84	0,016
Temperatur Substrat	2	0,0063	0,0031	0,69	0,593
Jenis Material Abrasive	2	0,2324	0,1162	25,20	0,038
Error	2	0,0092	0,0046	-	-
Total	8	0,8089	-	-	-

Dari data yang tercantum dalam Tabel 5, secara statistik dapat dilihat bahwa *surface roughness* dan jenis material *abrasive* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap biaya proses, hal ini dapat diketahui dari nilai *p-value* masing-masing faktor sebesar 0,016 dan 0,038 kurang dari $\alpha = 0,05$. Sedangkan temperatur substrat kurang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap biaya proses karena nilai *p-value* sebesar 0,593 lebih dari $\alpha = 0,05$.

3.2.3 Perhitungan parameter optimum

Tujuan dari perhitungan parameter optimal adalah untuk menemukan titik optimal pada suatu parameter terhadap variabel bebas dalam sebuah eksperimen. Selanjutnya, nilai tersebut diberi bobot untuk mengidentifikasi titik dan parameter optimum yang mempengaruhi biaya proses.

a. Faktor A (*Surface Roughness*)

Perhitungan rata-rata rasio S/N untuk respon kekasaran permukaan level 1 terdapat pada percobaan satu hingga tiga.

$$SR_1 = \frac{-82,8540 + (-82,4705) + (-82,6644)}{3}$$

$$SR_1 = -82,6630$$

Perhitungan rata-rata rasio S/N untuk respons kekasaran permukaan level 2 terdapat pada percobaan empat hingga enam.

$$SR_2 = \frac{-82,8790 + (-82,9412) + (-83,2453)}{3}$$

$$SR_2 = -83,0218$$

b. Faktor B (Temperatur Substrat)

Perhitungan rata-rata rasio S/N untuk parameter suhu substrat level 1 dilakukan pada percobaan satu hingga tiga.

$$TS_1 = \frac{-82,8540 + (-82,8790) + (-83,3286)}{3}$$

$$TS_1 = -83,0206$$

Perhitungan rata-rata rasio S/N untuk parameter suhu substrat level 2 terdapat pada percobaan empat sampai enam.

$$TS_2 = \frac{-82,4705 + (-82,9412) + (-83,4579)}{3}$$

$$TS_2 = -82,9565$$

c. Faktor C (Jenis Material Abrasive)

Perhitungan rata-rata rasio S/N untuk parameter jenis material abrasif level 1 dilakukan pada percobaan satu hingga tiga.

$$JMA_1 = \frac{-82,8540 + (-83,2453) + (-83,4579)}{3}$$

$$JMA_1 = -83,1858$$

Perhitungan rata-rata rasio S/N untuk parameter jenis material abrasif 2 terdapat pada percobaan empat sampai enam.

$$JMA_2 = \frac{-82,4705 + (-82,8790) + (-83,0274)}{3}$$

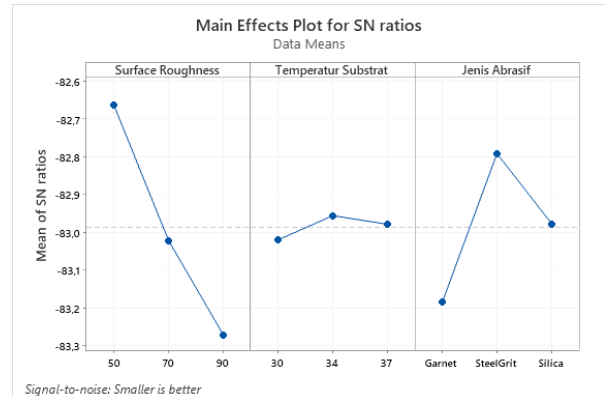
$$JMA_2 = -82,7923$$

Perhitungan diatas adalah dua contoh perhitungan rasio S/N pada parameter yang akan dilakukan optimasi untuk menekan biaya biaya proses. Dari analisis tersebut, *value* pada masing-masing variabel pada tingkatannya dapat diidentifikasi sebagai berikut.

Tabel 6. Parameter Optimum Biaya Proses

Tingkat	Surface Roughness	Temperatur Subtrat	Jenis Material Abrasive
1	-82,6630	-83,0206	-83,1858
2	-83,0218	-82,9565	-82,7923
3	-83,2713	-82,9790	-82,9780
Delta	0,61	0,06	0,39
Rank	1	3	2

Dari Tabel 6, kondisi optimum biaya proses adalah dengan kekasaran permukaan pada level 1 sebesar 50, suhu pada level 2 sebesar 34°C, dan menggunakan material abrasive jenis *steel grit* pada level 2. Gambar 8 menunjukkan Grafik level faktor respons biaya :



Gambar 8. Grafik Parameter Optimum Biaya Proses

Gambar 8 merupakan grafik optimasi biaya proses pada parameter dengan level berbeda. Dari Gambar 8 terlihat bahwa biaya proses akan mencapai titik optimum ketika menggunakan kekasaran permukaan pada level 1 dengan nilai 50, untuk suhu optimal untuk biaya proses berada pada level dua dengan angka temperatur 34°C. Dan menggunakan jenis material abrasif, biaya proses optimum tercapai pada level 2 dengan penggunaan *steel grit*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengaruh parameter terhadap biaya proses dengan metode taguchi dengan menggunakan karakteristik S/N Rasio *smaller is better* bisa disimpulkan hasil parameter paling optimum yaitu ketika menggunakan kekasaran permukaan pada level 1 dengan nilai 50, untuk suhu optimal untuk biaya proses berada pada level dua dengan angka temperatur 34°C. Dan menggunakan jenis material *abrasif*, Sehingga biaya proses akan bisa ditekan jika level pada masing-masing parameter menggunakan hasil tersebut. Hasil Eksperimen menunjukkan dengan menggunakan kombinasi tersebut menghasilkan biaya proses 13.290, paling rendah dibandingkan kombinasi eksperimen yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

Beyond Steel. (n.d). Spesifikasi JIS 3101 SS-400. <https://metal.beyond-steel.com/tag/spesifikasi-jis-3101-ss-400/> (diakses pada 20 Januari 2023)

Fajardini, R.A., Purnomo, D.A., dan Rachman, F. (2020). Optimasi Multirespon Proses Permesinan EDM Sinking pada Material AISI P20 Menggunakan Metode Taguchi-Grey Relational Analysis. Proceedings Conference on Design and Manufacture and Its Application, 200-

205. <https://journal.ppns.ac.id/index.php/CDMA/article/view/1898>
- F. Rachman, B. Wiro K., T. A. Setiawan, and P. Nurkholies. "Penerapan metode Taguchi untuk optimasi setting parameter CNC milling terhadap kekasaran permukaan material." *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur*, vol. 2, no. 2, pp. 49–60, 2020. <https://doi.org/10.48182/jtrm.v2i2.70>
- Firdiandani, A.M. (2021). Analisis Pengaruh Cleanliness, Ketebalan, dan Jenis Cat pada Material Baja A572 Terhadap Daya Rekat Cat dan Biaya Proses Menggunakan Metode Taguchi-Grey Relational Analysis. Tugas Akhir Jurusan Teknik Desain dan Manufaktur. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Indra, H.B. (2011). Perbaikan Kualitas Coran Propeler pada Industri Kecil dengan Metode Taguchi. *Austenite*, 46-51. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4544225>
- Karuniawan, B. W., Rachman, F., & Setiawan, A. A. (2019). Optimasi Parameter Mesin Fused Deposition Modelling (FDM) terhadap Kekasaran Permukaan Prouk Menggunakan Metode Taguchi. *Jurnal Techno Bahari*, Volume 6, Nomor 2.
- Kamarudin, M. H., Ibrahim, M. H. I., Asmawi, R., Muhamud, R. I., Ibrahim, M. H., (2021). Parameter Optimazation of Injection Molding Using High Density Polyethylene-Pineapple. *Journal of Advanced Manufacturing Technology (JAMT)*, Volume ISSN: 1985-3157 Vol. 15 No. 1
- Paluppa, T.P. (2015). Pengaruh Jenis Material Abrasive pada Proses Sandblasting Terhadap Kerekatan Cat pada Stainless Steel 316L. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/145211/>
- Pratama, R.A., dan Kromodiharjo, S. (2016). Studi Eksperimen Pengaruh Tebal Cat dan Kekasaran pada Pelat Baja Karbon Rendah terhadap Kerekatan Cat dan Biaya Proses di PT. Swadaya Graha. <http://dx.doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.20609>
- Prihantono, Y.B. (2020). Analisa Daya Rekat Cat Pada Proses Painting dengan Variasi parameter Dust Level, Temperatur, Dan Kekasaran Permukaan Menggunakan Metode Taguchi. *Proceedings Conference on Desingn and Manufacture and Its Appllication Vol 4 No 1*, 160-163. <https://journal.ppns.ac.id/index.php/CDMA/article/view/1891>
- Putri, F., Indra, H.B., dan Pratama, E. (2019). Analisa Pengaruh Tekanan Kompresor dan Sudut Penyemprotan Pada Proses Sandblasting Terhadap Uji Kekasaran Pada Baja ST 50. *Austenite* 21-24. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4547793>
- Researchgate. (n.d). Chemical Composition SS400. <https://www.researchgate.net/figure/Chemical-composition-of-SS400> (diakses pada 20 Januari 2023).
- Soejanto, I. (2008). *Rekayasa Kualitas Eksperimen dengan Teknik Taguchi*. Penerbit Yayasan Humanoria, Klaten, Indonesia.
- Soejanto, I. (2009). *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Graha Ilmu, Yogyakarta, Indonesia.
- Sylajakumari, P.A., Ramakrishnasany, R. And Palaniappan, G. (2018). Taguchi Grey Relational Analysis for Multi-Response Optimization of wear in Continuous Composite, 11(9), pp. 1-17. <https://doi.org/10.3390/ma11091743>