
ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK BAJA TULANGAN SIRIP S36 DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI PADA QUALITY CONTROL

Fransisco Toebagoes Dias Permana¹, Sri Mukti Wirawati², Anita Dyah Juniarti³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Banten Jaya
Jl. Ciwaru Raya II No 73, Kel. Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten

fransiscotubagus24@gmail.com¹, sri.mukti@yahoo.co.id², anita_dyahjuniarti@yahoo.co.id³

ABSTRACT

PT. Krakatau Osaka Steel is a company engaged in the manufacturing industry which produces Reinforcement Bar, for the product under study, namely S36, which experienced an increase in product defects with dimensions that did not meet standards. The aim of this research is to determine optimal parameters to reduce product defects in S36 products. This research was conducted using the Taguchi method. The Taguchi method can be used in companies to evaluate a process or product that is not yet efficient so that a process or the results of the product produced can be maximized. The setting parameters used are rolling speed (s) and raw material heating time (s), the standards of which have not yet been determined. Data was collected by conducting parameter experiments and analyzed using Minitab 20 software. Based on the research results, it can be concluded that the most influential parameter is rolling speed and the optimal parameter for defective product results with the largest S/N Ratio value is at level 2 for rolling speed, namely -1.915 with a speed of 50 seconds and level 3 for heating time, namely -2.401 with a heating time of 3000 seconds. So, the optimal improvement proposal is to set parameters of 50 seconds for rolling speed and 3000 seconds for heating time.

Keywords: Methode Taguchi, Optimal, Partameter

ABSTRAK

PT. Krakatau Osaka Steel adalah perusahaan yang bergerak dibidang industri manufaktur yang memproduksi Baja Tulang Sirip, untuk produk yang di teliti yaitu S36 yang mengalami kenaikan cacat produk dimensi tidak sesuai standar. Pelaksanaan penelitian ini bertujuan untuk menentukan parameter yang optimal untuk mengurangi produk cacat pada produk S36. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode Taguchi. Metode Taguchi dapat dipakai di perusahaan untuk mengevaluasi suatu proses atau produk yang belum efisien sehingga dapat dimaksimalkan suatu proses atau hasil dari produk yang dihasilkan. Parameter *setting* yang digunakan adalah Speed rolling (s) dan lama pemanasan bahan baku (s) yang belum ditentukan standarnya. Data dikumpulkan dengan melakukan eksperimen percobaan parameter dan dianalisa dengan menggunakan software Minitab 20. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa parameter yang paling berpengaruh adalah *speed rolling* dan parameter yang optimal terhadap hasil produk cacat dengan nilai S/N Ratio terbesar terdapat pada level 2 untuk *speed rolling* yaitu -1,915 dengan *speed 50 second* dan level 3 untuk lama pemanasan yaitu -2,401 dengan lama pemanasan 3000 *second*. Jadi, usulan perbaikan yang optimal untuk pengaturan parameter sebesar 50 *second* pada speed rolling dan 3000 *second* pada lama pemanasan.

Kata Kunci: Metode Taguchi, Optimal, Parameter

1. PENDAHULUAN

PT. Krakatau Osaka Steel (PT. KOS) merupakan perusahaan patungan antara *Osaka Steel Co. Ltd* dan PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk yang memproduksi *steel bar* (baja tulangan) dan *steel section* (baja profil). Salah satu produk yang dihasilkan pada PT. Krakatau Osaka Steel ini adalah produk Baja Tulangan Sirip (BjTS) S36. Dalam prosesnya, S36 tercatat sebagai baja tulangan yang paling banyak di *off grade* (*reject*). Tahun 2020 pada divisi *Quality Control* produk Baja Tulangan Sirip (BjTS) S36 ini menghasilkan cacat produk cacat dimensi tidak sesuai sebesar 30 ton dari total produksi 4000 ton atau 0,75%, tahun 2021 sebesar 36 ton dari total produksi 3889 ton atau 0,92%, tahun 2022 sebesar 44 ton dari total produksi 4120 ton atau 1,067% dan pada tahun 2023 yaitu sebesar 60 ton dari total produksi 3993 ton atau 1,50%.

PT. Krakatau Osaka Steel telah berusaha melakukan kegiatan pengendalian kualitas. Kualitas dikendalikan sejak bahan baku diterima dari pemasok, selama proses produksi, pada produk akhir, serta sebelum dikirim ke pelanggan. Suatu sistem yang terdiri dari pengukuran, pemeriksaan, pengujian, analisis, dan tindakan yang dilakukan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang ditetapkan tersebut disebut sebagai pengendalian kualitas.

Tujuan utama dari pengendalian kualitas adalah pencegahan terjadinya ketidaksesuaian bukannya perbaikan. Setiap proses berusaha mencegah terjadinya kegagalan produk (*defect*), produk yang mengalami proses ulang, maupun produk yang mengalami penurunan harga jual, bahkan menjadi produk gagal (*reject*). Pencegahan yang dilakukan diharapkan menghindari meningkatnya biaya produksi tinggi atau kerugian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Kualitas

Menurut Ali Hardana (2022), kualitas didefinisikan sebagai keseluruhan ciri serta sifat barang dan jasa yang berpengaruh pada kemampuan memenuhi kebutuhan yang dinyatakan maupun yang tersirat. Kualitas itu tergantung persepsi seseorang dan selalu berbeda disetiap pemikiran orang. Mereka mempunyai pola acuan tentang kualitas yang berbeda-beda mungkin di setiap waktu tergantung dari pengalaman yang telah membekas pada pikiran mereka bahwa produk itulah yang berkualitas.

Kualitas ditentukan oleh pelanggan. Standar kualitas dicapai melalui proses perbaikan sampai akhirnya dinyatakan berkualitas karena dapat memenuhi keinginan dan harapan pelanggan. Baik ukuran ordinal maupun massal harus digunakan untuk mengukur kualitas tersebut (Alfarabi, 2022).

2.2 Karakteristik Kualitas

David Garvin (1987) dalam buku Vincent Gaspersz (2001) mendefinisikan delapan dimensi yang dapat digunakan untuk menganalisa karakteristik kualitas produk, sebagai berikut:

- 1 Performansi (*performance*) berkaitan dengan aspek fungsional dari produk itu dan merupakan karakteristik utama yang dipertimbangkan pelanggan ketika ingin membeli suatu produk.
- 2 *Features* merupakan aspek kedua dari performansi yang menambah fungsi dasar, berkaitan dengan pilihan-pilihan dan pengembangannya.
- 3 Keandalan (*reliability*) berkaitan dengan probabilitas atau kemungkinan suatu produk melaksanakan fungsinya secara berhasil dalam periode waktu tertentu di bawah kondisi tertentu.

- 4 Konformansi (*conformance*) berkaitan dengan tingkat kesesuaian produk terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan.
- 5 Durability merupakan ukuran masa pakai suatu produk. Karakteristik ini berkaitan dengan daya tahan dari produk itu.
- 6 Kemampuan pelayanan (*serviceability*) merupakan karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan, keramahan/kesopanan, kompetensi, kemudahan serta akurasi dalam perbaikan.
- 7 Estetika (*aesthetics*) merupakan karakteristik yang bersifat subyektif sehingga berkaitan dengan pertimbangan pribadi dan refleksi dari preferensi atau pilihan individual.
- 8 Kualitas yang dirasakan (*perceived quality*) bersifat subjektif, berkaitan dengan perasaan pelanggan dalam mengkonsumsi produk itu seperti: meningkatkan harga diri, dan lain-lain.

2.3 Pengertian Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas dan pengawasan adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan dapat tercapai (Ira Revita, 2021).

Tujuan pengendalian kualitas, menurut Sofyan Assauri (2008), adalah sebagai berikut:

1. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang ditetapkan.
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
3. Mengusahakan agar biaya disains produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

2.4 Faktor-faktor Pengendalian Kualitas

Menurut Douglas C. Montgomery (2001), faktor-faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas yang dilakukan perusahaan adalah:

- 1 Kemampuan untuk proses. Batasan yang ingin dicapai tidak boleh melebihi kemampuan proses saat ini.
- 2 Spesifikasi yang berlaku. Hasil produksi yang diinginkan harus sesuai dengan kemampuan proses dan keinginan atau kebutuhan pelanggan. Untuk memastikan apakah spesifikasi tersebut berlaku, pengendalian kualitas proses harus dimulai.
- 3 Tingkat ketidaksesuaian yang diterima Tingkat pengendalian yang diberlakukan tergantung pada banyaknya produk yang di bawah standar. Tujuan pengendalian proses adalah untuk mengurangi jumlah produk yang di bawah standar seminimal mungkin.
- 4 Biaya kualitas, yang sangat mempengaruhi tingkat pengendalian dalam pembuatan produk, dimana ada korelasi positif antara biaya dan kualitas produk.

2.5 Produk Baja Tulang Sirip S36

Baja tulangan beton sirip/ulir adalah baja tulangan beton yang permukaannya memiliki sirip/ulir melintang dan memanjang yang dimaksudkan untuk meningkatkan daya lekat dan guna menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton (SNI 2052:2017). PT. Krakatau Osaka Steel memproduksi baja tulang sirip yang

berukuran 36 mm, dengan *grade* BjTS 420A, BjTS 420B, dan BjTS 520 yang berstandar SNI.



Gambar 1. *Re-Bars S36*
(sumber PT. Krakatau Osaka Steel)

2.6 Pengertian Taguchi

Metode Taguchi, menurut Soejanto (2009), adalah metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses secara bersamaan sambil mengurangi biaya dan sumber daya. Metode Taguchi bertujuan untuk mencapai tujuan tersebut dengan membuat produk atau proses "tidak sensitif" terhadap sejumlah faktor. Faktor-faktor ini termasuk material, perlengkapan manufaktur, tenaga kerja manusia, dan kondisi yang kuat terhadap faktor gangguan. Oleh karena itu, metode ini juga dikenal sebagai perancangan kokoh. Taguchi memiliki perspektif yang berbeda tentang kualitas; ia membahas biaya dan kerugian produk selama proses pembuatan serta hubungannya dengan pelanggan dan masyarakat. Taguchi membuat desain eksperimen menjadi disiplin dan struktur. Hasilnya menunjukkan bahwa investigator dapat standarisasi metodologi desain yang mudah digunakan.

2.7 Minitab

Software Minitab memiliki beberapa modul untuk mengolah data statistik, diantaranya adalah modul statistik deskriptif, modul alat uji statistik, dan modul analisis data perkiraan. Modul statistik deskriptif dapat digunakan untuk menyajikan dan merapikan data dalam bentuk gambar dan tabel. Dalam bidang pendidikan, modul ini dapat digunakan sebagai alat bantu yang mempermudah analisis data hasil penelitian tindakan kelas yang dilakukan oleh guru. Selain mempermudah, penggunaan software ini dapat memberikan validitas hasil perhitungan yang lebih baik dibandingkan hasil perhitungan manual, serta dapat memberikan tampilan hasil pengolahan data yang lebih menarik (Eka Susanti, 2020).

Bagchi (2013) menyatakan bahwa tujuan metode Taguchi adalah untuk meningkatkan kemampuan proses dan mengurangi faktor-faktor yang menyebabkan variabilitas produksi. Hasil eksperimen digabungkan dengan faktor dan level faktor optimal untuk menghemat waktu dan biaya (Muharom dan Siswadi, 2015). Metode ini menghasilkan kombinasi faktor dan tingkatnya yang kokoh terhadap faktor pengganggu



Gambar 2. Aplikasi Minitab

(sumber dari <https://www.google.com/imgres?q=gambarminitab-microsoft.com>)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut urutan penelitian yang dilakukan mulai dari pengambilan data, analisis, perhitungan dan metode Taguchi terhadap permasalahan yang ada:

- a Identifikasi masalah
- b Studi lapangan
- c Studi literatur
- d Perumusan masalah dan tujuan penelitian
- e Pengumpulan data: Penelitian pustaka, wawan cara, observasi, dan dokumentasi
- f Pengolahan data: Perumusan masalah, tujuan eksperimen, penentuan jumlah parameter dan level, dan penentuan matriks orthogonal dengan menggunakan Software Minitab 20
- g Analisis data
- h Kesimpulan dan aran

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2023 sampai dengan November 2023 di PT. Krakatau Osaka Steel. Pengumpulan data yang dilakukan berupa data produk cacat selama satu tahun. Biasanya produksi S36 diproduksi dibulan-bulan tertentu sesuai dengan pesanan konsumen, untuk tahun 2023 ini S36 diproduksi hanya pada bulan Januari, Februari, Juli, September, dan November. Adapun berikut jumlah produk cacat yang dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut ini :

Tabel 1. Data Cacat Baja Tulang Sirip S36

No	Bulan	Dimensi Tidak Sesuai	Jumlah Produksi (Ton)	Presentase (%)
1	Januari	12	603	1,99%
2	Februari	13	920	1,41%
3	Juli	14	850	1,64%

Tabel 1. Data Cacat Baja Tulang Sirip S36 (lanjutan)

No	Bulan	Dimensi Tidak Sesuai	Jumlah Produksi (Ton)	Presentase (%)
4	September	5	900	0,5%
5	November	16	720	2,22%
	Total	60	3993	7,76%

(Sumber PT. Krakatau Osaka Steel)

4.2 Penetapan Parameter dan Level

Dalam penelitian ini penentuan parameter dan level pada produk cacat S36 diperoleh dua parameter yaitu *speed rolling (second)* dan lama pemanasan (*minute*). Penentuan level parameter didapat dari data produksi yang menunjukkan *speed rolling 45 second* sampai dengan *55 second* dan lama pemanasan *30 minute* sampai dengan *45 minute*. Maka dalam penelitian ini didapat level pengujian pada **Tabel 2** dibawah ini :

Tabel 2. Parameter dan level

Parameter Setting	Level		
	1	2	3
<i>Speed Rolling (s)</i>	45	50	55
<i>Lama Pemanasan (m)</i>	30	40	45

(sumber di PT. Krakatau Osaka Steel)

4.3 Data dan Hasil Experiment

Tabel 3 merupakan data hasil ekperiman dari perusahaan dalam penelitian ini dilakukan sebanyak 27 kali dengan setiap level parameter dilakukan sebanyak 3 kali.

Tabel 3. Hasil Produk Cacat

Run	Speed Rolling (s)	Lama Pemanasan (s)	Hasil Produk Cacat (ton)		
			1	2	3
1	45	2400	1,55	1,56	1,59
2	45	2700	1,53	1,54	1,58
3	45	3000	1,43	1,48	1,49
4	50	2400	1,28	1,22	1,24
5	50	2700	1,25	1,26	1,26

Tabel 3. Hasil Produk Cacat (lanjutan)

<i>Run</i>	<i>Speed Rolling (s)</i>	<i>Lama Pemanasan (s)</i>	Hasil Produk Cacat (ton)		
			1	2	3
6	50	3000	1,24	1,24	1,23
7	55	2400	1,36	1,33	1,39
8	55	2700	1,3	1,28	1,34
9	55	3000	1,25	1,27	1,27

(sumber ekperimen di PT. Krakatau Osaka Steel)

4.4 Pengolaan Data

Setelah malakukan ekperimen dan memperoleh hasil produk cacat, selanjutnya menentukan *Signal to Noise Ratio* (SN Ratio) dan Analysis of Variance (ANOVA) dari respon yang telah didapat. Data hasil percobaan yang menghasilkan perhitungan ditampilkan pada **Tabel 4** dibawah ini :

Tabel 4. Perhitungan SNR dan *Mean*

<i>Run</i>	<i>Speed Rolling (s)</i>	<i>Lama Pemanasan (s)</i>	Hasil Produk Cacat (ton)			SNR	<i>Mean</i>
			1	2	3		
1	45	2400	1,55	1,56	1,59	-3,9	1,56667
2	45	2700	1,53	1,54	1,58	-3,8075	1,55
3	45	3000	1,43	1,48	1,49	-3,328	1,46667
4	50	2400	1,28	1,22	1,24	-1,9167	1,24667
5	50	2700	1,25	1,26	1,26	-1,9845	1,25667
6	50	3000	1,24	1,24	1,23	-1,8451	1,23667
7	55	2400	1,36	1,33	1,39	-2,6722	1,36
8	55	2700	1,3	1,28	1,34	-2,3249	1,30667
9	55	3000	1,25	1,27	1,27	-2,0306	1,26333

(sumber data pribadi)

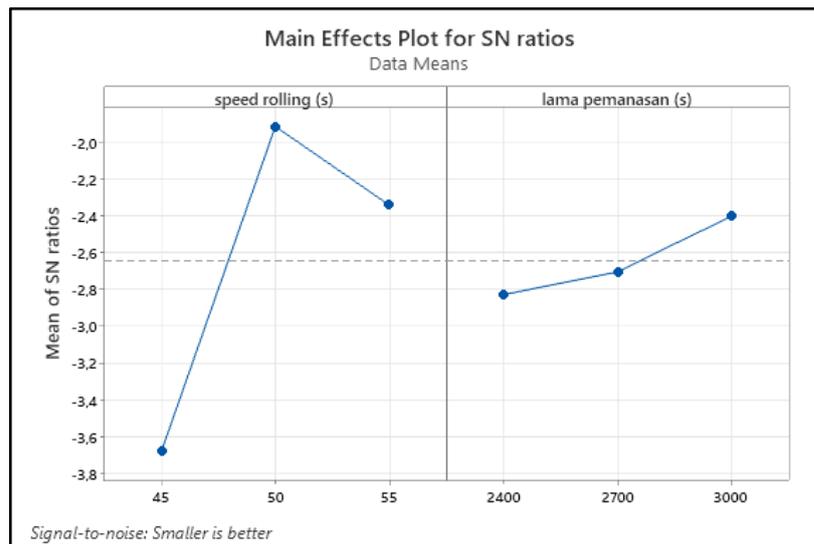
Selanjutnya dilakukan perhitungan efek respon untuk SN Rasio untuk parameter hasil produk cacat menggunakan *software* Minitab 20. Hasil perhitungan respon SN Rasio terdapat pada **Gambar 3** dibawah ini :

Response Table for Signal to Noise Ratios		
Smaller is better		
	speed rolling (s)	lama pemanasan (s)
Level	(s)	(s)
1	-3,679	-2,830
2	-1,915	-2,706
3	-2,343	-2,401
Delta	1,763	0,428
Rank	1	2

Gambar 3. Respon *SN Ratio* Produk Cacat

(Sumber *Software Minitab 20*)

Level yang optimum untuk setiap parameter terdapat pada nilai respon *SN Rasio* terbesar. Berdasarkan **Gambar 4**, nilai terbesar terdapat pada level 2 (50 s) untuk *speed rolling* yaitu -1,915 dan level 3 (3000 s) untuk lama pemanasan yaitu -2,401. Kemudian terdapat plot grafik *main effects* untuk *SN Rasio*.



Gambar 4. Grafik main Effects Plot *SN Ratio* Produk Cacat

(Sumber *Software Minitab 20*)

Dapat dilihat pada **Gambar 4** pada grafik diatas dipilih titik yang tertinggi yang artinya parameter yang optimal berada dititik paling tinggi, semakin tinggi nilai *signal*

maka semakin kecil *noise*. Namun dalam penelitian ini titik tertinggi terdapat pada level 2 untuk *speed rolling* 50 s dan level 3 untuk lama pemanasan 3000 s .

Langkah selanjutnya adalah menguji pengaruh *speed rolling* dan lama pemanasan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan bantuan *software* Minitab 20.

Analysis of Variance							
Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
speed rolling (s)	2	5,0756	92,62%	5,0756	2,53782	89,84	0,000
lama pemanasan (s)	2	0,2916	5,32%	0,2916	0,14578	5,16	0,078
Error	4	0,1130	2,06%	0,1130	0,02825		
Total	8	5,4802	100,00%				

Gambar 5. Anova Produk Cacat
(Sumber *Software* Minitab 20)

Pada **Gambar 5** diatas dapat disimpulkan bahwa kontribusi dari *speed rolling* sebesar 92,62% dan nilai kontribusi lama pemanasan sebesar 5,32% yang artinya parameter yang paling berkontribusi adalah *speed rolling*. Dan proses analisis nilai P pada penelitian ini digunakan tingkat signifikansi $P < 0.05$ yang artinya jika nilai $P < 0.05$ maka parameter tersebut berpengaruh yang signifikan. Sedangkan nilai $P > 0.05$ maka parameter tersebut tidak memberikan pengaruh secara signifikan. Pada **Gambar 5** diatas dapat disimpulkan bahwa nilai P dari parameter *speed rolling* memberikan nilai 0.000 pada parameter yang berarti bahwa *speed rolling* memberikan pengaruh yang signifikan dan pada parameter lama pemanasan memberikan nilai 0,078 yang berarti tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap cacat produk.

4.5 Validasi Respon Hasil Produk Cacat

Dari hasil yang sudah didapat pada tahap sebelumnya dan sudah mengetahui parameter yang optimal untuk produk cacat S36, diperlukan kembali validasi sebanyak tiga kali untuk memastikan hasil produk sudah optimal.

Tabel 5. Validasi Hasil Produk Cacat

Run	Speed Rolling (s)	Lama Pemanasan (s)	Hasil Produk Cacat (ton)			Mean
			1	2	3	
6	50	3000	1,24	1,24	1,23	1,23667

(Sumber data PT. Krakatau Osaka Steel)

Terlihat pada **Tabel 5**, hasil validasi produk cacat dengan parameter *speed rolling* pada level 2 dengan *speed* 50 s dan lama pemanasan level 3 dengan kecepatan 3000 s. Hasil produk cacat menunjukkan bahwa rata-rata produk cacat yang didapat memiliki nilai 1.23667 ton, yang berarti hasil produk cacat sudah optimal dengan parameter tersebut. Pemilihan ini didasarkan pada teori *smaller is better* bahwa semakin kecil nilai yang dihasilkan, maka semakin bagus hasil yang diperoleh. Dari pengolahan

menggunakan Software Minitab diperoleh nilai Mean terkecil yaitu 1.23667 ton.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pada eksperimen dan perhitungan dari data-data yang telah diperoleh dari hasil optimasi produk cacat dengan menggunakan metode Taguchi. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

- 1 Penyebab produk tidak sesuai standar adalah dua parameter yaitu *speed rolling* (s) dan lama pemanasan (s) terhadap hasil produk cacat, dan parameter yang paling berpengaruh adalah *speed rolling* dengan nilai $P < 0,000$ yang didapat dari pengolaan data Minitab.
- 2 Untuk mengatasi masalah dari hasil eksperimen dengan metode Taguchi untuk produk S36 yang optimal dapat diketahui bahwa usulan perbaikan yang didapat yaitu level parameter yang optimal terhadap hasil produk cacat adalah dengan nilai S/N Ratio terbesar terdapat pada level 2 untuk *speed rolling* yaitu -1,915 dengan *speed* 50 *second* dan level 3 untuk lama pemanasan yaitu -2,401 dengan lama pemanasan 3000 *second*. Jadi, usulan perbaikan yang optimal untuk pengaturan parameter sebesar 50 *second* pada *speed rolling* dan 3000 *second* pada lama pemanasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarabi, K. M. (2022). *Pengaruh Mass Customization, Kualitas Produk dan Harga terhadap Kepuasan Konsumen (Studi Usaha Sofa KMJ Jl. Pattimura Kota Jambi)* (Doctoral dissertation, Universitas Jambi).
- Bagchi. (2013). *Taguchi Methods Explained Practical Steps to Robust Design*. New Delhi: Published by Prentice – Hall of India Private Limited, M-97, Connaught Circus, and Printed by Bhuvnesh Seth at Rajkamal Electric Press, B-35/9, G.T. Karnal Road Industrial Area, Delhi 11003.
- BSN (2017). *Baja tulangan beton SNI 2052:2017*. Jakarta, Indonesia.
- Gaspersz, Vincet. (2001). *Total Quality Manajement*. Jakarta PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardana, A., Nasution, J., & Damisa, A. (2022). *Analisis Pengaruh Kualitas Produk dan Kualitas Pelayanan terhadap Minat Nasabah Menabung pada PT. BSI Cabang Padangsidempuan*. Jurnal Masharif Al-Syariah: Jurnal Ekonomi dan Perbankan Syariah, 7(2), 828-838.
- Montgomery, Douglas C., (2001). *Introduction to Statistical Quality Control, 4 th Edition*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Muharom dan Siswadi. (2015). *Desain Eksperimen Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Batu Bata Berbahan Baku Tanah Liat*. Jemis Vol. 3 No. 1 Tahun 2015.
- Revita, I., Suharto, A., & Izzudin, A. (2021). *Studi Empiris Pengendalian Kualitas Produk pada Vиейuri Konveksi*. Bisnis-Net Jurnal Ekonomi Dan Bisnis, 4(2), 39-49.
- Soejanto, Irwan. (2009). *Desain Experimen Metode Taguci*. Surabaya : Graha Ilmu
- Sofjan Assauri (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: LPFE UI, 299.
- Susanti, E., Indrawati, I., Dwipurwani, O., Sitepu, R., & Cahyawati, D. (2020). *Pengenalan Software Minitab Kepada Guru-Guru di Wilayah Gugus II Indralaya Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan*. Jurnal Pemberdayaan: Publikasi Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat, 4(3), 267-274.