



Optimasi Parameter Terhadap Pengujian *Material Removal Rate* Menggunakan Baja ST 41 Pada Mesin CNC Bubut Dengan Metode Taguchi

Devfrans Pasa¹, Yudi Oktriadi², Zulfetriyanto³

^{1,2,3} Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Email : yudioktriadi@gmail.com

Received: 9 Desember 2025; Received in revised form: 19 Desember 2025; Accepted: 23 Desember 2025

Abstract

In the manufacturing industry, the efficiency of the machining process is a crucial factor that directly impacts productivity and production costs. Material Removal Rate (MRR) is a primary indicator for measuring this productivity, where a high MRR value is highly desirable to reduce machining time. This study aims to determine the optimal values and the most influential variables affecting MRR in the turning process of ST 41 steel using a CNC machine. The Taguchi method with an L9 (3³) orthogonal array was applied to investigate the influence of three machining parameters: cutting speed, feed rate, and depth of cut. The results, analyzed using Analysis of Variance (ANOVA), indicate that the depth of cut is the most significant factor in influencing MRR, with a contribution of 61.165%. The optimal parameter combination to achieve the maximum MRR of 689.274 mm³/s is a cutting speed of 130 m/min, a feed rate of 0.4 mm/rev, and a depth of cut of 1.5 mm.

Keywords: CNC; MRR; optimization; ST 41; taguchi

Abstrak

Industri manufaktur saat ini menghadapi tantangan untuk menghasilkan komponen presisi, seperti Dalam industri manufaktur, efisiensi proses pemesinan menjadi faktor krusial yang berpengaruh langsung terhadap produktivitas dan biaya produksi. Material Removal Rate (MRR) merupakan salah satu indikator utama untuk mengukur produktivitas tersebut, di mana nilai MRR yang tinggi sangat diinginkan untuk mempersingkat waktu pengerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai optimum dan variabel-variabel yang paling berpengaruh terhadap MRR pada proses pembubutan baja ST 41 menggunakan mesin CNC. Metode Taguchi dengan orthogonal array L9 (3³) diterapkan untuk menyelidiki pengaruh dari tiga parameter pemesinan, yaitu kecepatan potong (cutting speed), gerak makan (feedrate), dan kedalaman pemakanan (depth of cut). Hasil penelitian yang dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) menunjukkan bahwa kedalaman pemakanan adalah faktor yang paling signifikan dalam mempengaruhi MRR, dengan persentase kontribusi sebesar 61,165%. Kombinasi parameter optimal untuk mencapai MRR maksimum, yaitu sebesar 689,274 mm³/s, adalah kecepatan potong 130 m/min, gerak makan 0,4 mm/rev, dan kedalaman pemakanan 1,5 mm.

Kata kunci: CNC; MRR; optimasi; ST 41; taguchi

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat dalam industri manufaktur mendorong kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi proses produksi secara terus-menerus. Mesin *Computer Numerical Control* (CNC) memegang peranan penting dalam memenuhi tuntutan ini dengan kemampuannya untuk memproduksi komponen dengan tingkat presisi, kualitas, dan kuantitas yang tinggi [1].

Mesin bubut CNC digunakan untuk membuat benda kerja logam yang berbentuk silindris. Benda kerja yang biasa dibuat pada mesin bubut CNC adalah poros bertingkat biasa maupun yang memiliki alur atau ulir, misalnya *bushing inner free cutting* pada mesin CNC DMC DL-8T [2].

Mesin bubut CNC TU-2 Axis mempunyai prinsip gerakan dasar ke arah melintang dan memanjang sama halnya dengan mesin bubut konvensional. Mesin bubut CNC TU-2 Axis memiliki dua sumbu utama, yaitu sumbu X digunakan untuk pemakanan melintang yang tegak lurus terhadap sumbu putar dan sumbu Z pemakanan sejajar terhadap sumbu putar, untuk melakukan proses pemesinan secara presisi [3].

Salah satu indikator produktivitas yang paling penting yaitu *Material Removal Rate* (MRR) atau Laju Pembuangan, karena berkaitan langsung dengan waktu pemesinan dan biaya manufaktur. Mencapai MRR yang tinggi menjadi tujuan utama dalam banyak operasi pemesinan untuk mempersingkat siklus produksi dan menekan biaya, sehingga diperlukan identifikasi parameter proses yang paling berpengaruh untuk mencapai nilai MRR yang maksimal [4].

Penelitian sebelumnya pada material baja ST-60 menunjukkan bahwa kedalaman pemakanan (*depth of cut*) memberikan kontribusi paling signifikan terhadap MRR, diikuti oleh gerak makan (*feeding*). Studi lain juga mengonfirmasi bahwa kedalaman pemakanan berpengaruh secara signifikan terhadap MRR [5].

Studi lainnya menunjukkan nilai optimum terhadap variabel proses untuk MRR terhadap variabel proses sebesar 286,238 m/min, dengan nilai prediksi MRR adalah sebesar 253,0007 mm³/s dan berdasarkan data analisis varian untuk variabel kecepatan potong dan gerak makan tidak signifikan atau tidak berpengaruh terhadap MRR, sedangkan kedalaman pemakanan signifikan atau berpengaruh terhadap MRR. [6]

Setting kombinasi yang dapat mengoptimalkan respon MRR pada proses yang tepat pada Mesin Bubut MORI SEIKI CNC NLX 2500 Y, adalah Kecepatan Spindel diatur sebesar 1500 rpm, Gerak Makan 0,5 mm/put, Kedalaman Pemakanan 1 mm [7].

Pada penelitian ini berfokus pada optimasi MRR untuk baja ST 41. Baja ST 41 merupakan material baja karbon rendah yang sangat umum digunakan untuk berbagai komponen pemesinan karena harganya yang terjangkau dan sifatnya yang mudah diproses. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai optimum dan variabel proses yang paling berpengaruh terhadap *Material Removal Rate* (MRR) pada proses bubut CNC untuk material baja ST 41. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, material yang digunakan adalah material baja karbon rendah ST 41, material ini sering digunakan untuk komponen pemesinan, mudah diperoleh di pasaran dan mampu dikerjakan [8].

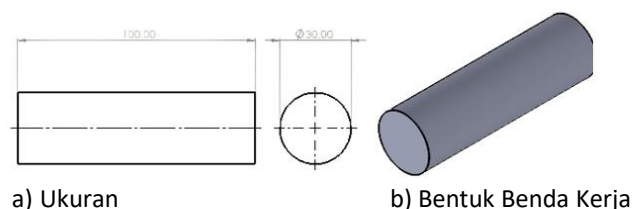
Karena sifatnya yang mudah dikerjakan dan harganya yang relatif terjangkau, baja ST 41 sering digunakan untuk aplikasi struktural umum seperti konstruksi bangunan, rangka mesin, dan berbagai komponen teknik lainnya [9].

Penelitian ini menggunakan metode Taguchi untuk merancang eksperimen secara efisien dan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk menganalisis pengaruh dari tiga parameter utamanya yaitu, kecepatan potong (*cutting speed*), gerak makan (*feedrate*), dan kedalaman pemakanan (*depth of cut*).

2. METODE PENELITIAN

a) Material Penelitian

Benda kerja yang digunakan pada penelitian yaitu baja st 41 dengan diameter 30 mm dan Panjang 100 mm. Gambar 1. berikut menunjukkan ukuran dan gambar dari benda kerja pada penelitian ini.



Gambar 1. Ukuran dan Bentuk Benda Kerja

b) Peralatan Penelitian

Mesin bubut CNC yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi yaitu,

- *Merk* mesin MORI SEIKI
- Tipe SL-25
- Dibuat pada tahun 1995
- Diproduksi di Jepang.

Adapun timbangan digital untuk mengukur massa benda kerja awal serta massa benda kerja akhir dan *stopwatch* untuk menentukan waktu pada proses penelitian ini.

c) Alat Potong

Pahat karbida diklasifikasikan berdasarkan kode ISO yang ditentukan oleh jenis material benda kerja dan kondisi pemotongan, yang terbagi dalam tiga kelompok utama [10]:

1. Kelompok P (Warna Biru) – Baja (*Steel*)
Digunakan untuk memotong baja karbon, baja paduan dan baja struktural.
Contoh: P10, P20, P30 (semakin tinggi angkanya, semakin cocok untuk pemotongan kasar dan kondisi berat).
2. Kelompok M (Warna Hijau) – Baja tahan karat (*Stainless Steel*)
Dirancang untuk memotong material yang lengket dan sulit dipotong seperti *stainless steel*.
Contoh: M10, M20, M30
3. Kelompok K (Warna Merah) – Besi tuang (*Cast Iron*)
Cocok untuk memotong besi tuang kelabu dan nodular.
Contoh: K10, K20, K30

d) Parameter Pemesinan

Dalam proses pembubutan menggunakan mesin bubut, terdapat tiga parameter utama yang sangat mempengaruhi hasil akhir pemesinan, yaitu.

- Kecepatan Potong (*Cutting Speed*) adalah kecepatan relatif antara pahat potong dan permukaan benda kerja yang sedang diputar saat proses pembubutan berlangsung. Kecepatan ini menggambarkan seberapa cepat permukaan benda kerja bergerak melewati pahat, dan biasanya dinyatakan dalam satuan meter per menit (m/min) [11].
- Laju Pemakanan (*Feed Rate*) adalah jarak yang ditempuh oleh pahat potong dalam satu kali putaran benda kerja selama proses pembubutan yang dinyatakan dalam satuan mm/rev. Laju pemakanan menunjukkan seberapa cepat pahat bergerak sejajar dengan sumbu panjang benda kerja (sumbu Z) [12].
- Kedalaman Potong (*Depth of Cut*) adalah jarak antara permukaan asli benda kerja dan permukaan setelah dilakukan pemotongan dalam satu lintasan oleh pahat. Kedalaman potong menunjukkan seberapa banyak material yang dihilangkan dalam sekali proses pemotongan, dan biasanya dinyatakan dalam satuan milimeter (mm) [13].

e) Benda kerja hasil proses penelitian

Berikut benda kerja hasil proses penelitian pada mesin cnc bubut Mori Seiki Tipe SL-25 dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. .Spesimen Uji

f) Pengambilan Data *Material Removal Rate*

Pengukuran waktu dimulai sejak pahat pertama kali menyentuh atau mulai menyayat spesimen uji, yang ditandai dengan terbuangnya bagian dari benda kerja, dan berakhir saat proses penyayatan selesai atau ketika pahat terangkat kembali ke posisi awal. Selisih massa spesimen uji sebelum dan sesudah proses pemotongan pada mesin bubut CNC merupakan massa material yang hilang akibat proses pemotongan. Untuk mengetahui volume material yang terbuang, massa yang hilang dibagi dengan massa jenis material spesimen. Nilai MRR kemudian diperoleh dengan membagi volume material yang terbuang dengan waktu pemotongan yang telah diukur sebelumnya. Langkah-langkah pengujian MRR dimulai dengan menimbang massa awal spesimen uji. Selama proses pembubutan berlangsung, waktu pemotongan dicatat sejak awal hingga akhir penyayatan. Setelah proses selesai, dilakukan penimbangan ulang terhadap spesimen uji untuk mengetahui massa akhirnya. Proses ini dilakukan secara berulang untuk setiap spesimen uji yang digunakan dalam penelitian.

$$MRR = \frac{\text{VOLUME MATERIAL YANG TERBUANG (mm}^3\text{)}}{\text{WAKTU PROSES MESIN (s)}} \quad (1)$$

g) Rancangan Percobaan

Dalam penelitian ini dipilih tiga variabel proses. Satu variabel proses memiliki tiga level. Rancangan percobaan yang ditetapkan menggunakan metode Taguchi (*orthogonal array* L9(3³)). Percobaan dilakukan secara acak dengan replikasi sebanyak dua kali untuk mengatasi variabel gangguan yang terjadi selama proses pemesinan.

Sebelum melakukan penelitian dilakukan tahap perencanaan yaitu menentukan Matriks Ortogonal. Matriks ortogonal memiliki kemampuan dalam mengevaluasi berbagai parameter hanya dengan jumlah yang minimal. Matriks ortogonal dilambangkan sebagai berikut [14].

La (bc) dengan:

L = Rancangan bujur sangkar latin

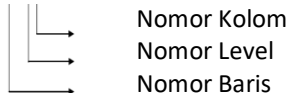
a = Banyaknya percobaan

b = Banyaknya level parameter

c = Banyaknya parameter

Berikut penomoran Matriks ortogonal.

L₉ (3³)



Keterangan:

1. Notasi L ialah informasi mengenai *Orthogonal Array*
2. Nomor baris ialah jumlah percobaan yang dibutuhkan Ketika menggunakan *Orthogonal Array*
3. Nomor kolom adalah jumlah faktor yang diamati dalam *Orthogonal Array*
4. Nomor level adalah jumlah level faktor.

Untuk eksperimen dengan dua level, *Orthogonal Array* yang umum digunakan meliputi L4, L8, L12, L16, dan L32. Sementara itu, untuk eksperimen dengan tiga level, pilihan tabel OA biasanya mencakup L9, L18, dan L27. Pemilihan jenis *Orthogonal Array* yang tepat dalam suatu percobaan ditentukan berdasarkan jumlah derajat bebas total yang dibutuhkan. Perhitungan derajat bebas ini didasarkan pada jumlah faktor yang terlibat dan level dari masing-masing faktor, sehingga desain eksperimen dapat disesuaikan secara optimal.

h) Menghitung Rasio S/N Variabel Respon

Karakteristik kualitas dari respon yang digunakan dalam percobaan ini adalah semakin besar semakin baik atau *Larger is better* untuk respon MRR. Perhitungan nilai rasio S/N untuk respon MRR dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab. Rasio S/N untuk karakteristik ini dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut:

$$S/N \text{ ratio} = -10 \times \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y^2} \right] \quad (2)$$

i) Menentukan kondisi variabel untuk respon optimal

Langkah pertama untuk menentukan kondisi variabel terbaik adalah membuat tabel variabel respon, yang akan mempermudah pemilihan level variabel dengan respon paling optimal.

j) Analisis Varian Taguchi

Dalam penelitian ini, metode Analisis Variansi ANOVA digunakan untuk mengetahui variabel proses yang berkontribusi terhadap respon *Material Removal Rate*. Dengan menggunakan pendekatan ANOVA, analisis dilakukan untuk mengidentifikasi faktor-faktor proses yang memengaruhi variansi pada respon tersebut.

Metode Taguchi memiliki beberapa manfaat dalam konteks penelitian dan pengembangan. Berikut adalah beberapa manfaat umum dari metode Taguchi menurut [15].

1. Metode ini lebih efisien karena mampu menangani berbagai jenis variabel dan jumlah data yang cukup besar.
2. Data yang dihasilkan umumnya bersifat andal dan tetap konsisten selama masih berada dalam rentang pengujian yang telah ditentukan.
3. Metode ini memungkinkan diperolehnya hasil yang mencerminkan respons optimal terhadap parameter yang digunakan dalam eksperimen.

k) Melakukan uji normalitas

Selanjutnya, dilakukan uji normalitas terhadap data respon MRR. Uji ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Minitab (*Minitab License*).

l) Penentuan Kombinasi Variabel Untuk Respon Optimal

Kombinasi variabel respon yang optimal memerlukan perhitungan rata-rata dari masing-masing faktor, yaitu putaran spindel, gerak makan, dan kedalaman pemakanan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penentuan pengaturan level variabel proses

Untuk uji coba dilakukan dengan memasukan parameter ke software minitab 22 seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi Level-Level Variabel				
Variabel Proses	Satuan	Level	Level	Level
		1	2	3
Kecepatan Potong	mm/min	110	120	130
Gerak makan	mm/rev	0,2	0,3	0,4
Dalam pemakanan	mm	0,5	1	1,5

Hasil percobaan berupa nilai kekasaran permukaan seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Percobaan								
Eksperimen	Faktor			Data	Replikasi 1	Replikasi 2	Jumlah	Mean
	A	B	C	Awal				
1	1	1	1	151,436	157,337	160,041	468,814	156,271
2	1	2	2	398,764	395,306	404,955	1199,025	399,675
3	1	3	3	645,994	689,274	635,608	1970,876	656,958
4	2	1	2	286,258	306,629	289,112	881,999	293,999
5	2	2	3	559,576	625,729	594,410	1779,715	593,238
6	2	3	1	437,222	312,695	311,609	1061,526	353,842
7	3	1	3	420,804	442,935	407	1270,739	423,579
8	3	2	1	261,877	270,895	249,879	782,651	260,883
9	3	3	2	580,697	607,729	573,864	1762,29	587,430

3.2 Nilai rasio S/N untuk variabel respon

Dari perhitungan Rasio S/N di atas maka untuk hasil respon MRR benda kerja yang memiliki karakteristik kualitas semakin besar semakin baik (*larger the better*) dapat dilihat pada Tabel 3.

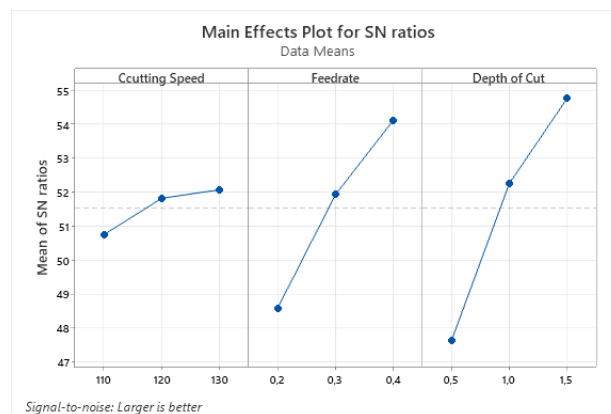
Tabel 3. Rasio S/N Untuk Respon

Eksperimen	Faktor			Data	Replikasi 1	Replikasi 2	S/N
	A	B	C	Awal			
1	1	1	1	151,436	157,337	160,041	21,936
2	1	2	2	398,764	395,306	404,955	26,016
3	1	3	3	645,994	689,274	635,608	28,170
4	2	1	2	286,258	306,629	289,112	24,679
5	2	2	3	559,576	625,729	594,410	27,723
6	2	3	1	437,222	312,695	311,609	25,378
7	3	1	3	420,804	442,935	407	26,264
8	3	2	1	261,877	270,895	249,879	24,159
9	3	3	2	580,697	607,729	573,864	27,686

Tabel 4. Nilai Rasio S/N (Larger Is Better)

Level	Cutting Speed	Feeding	Kedalaman Pemakanan
1	50,75	48,58	47,62
2	51,82	51,93	52,25
3	52,07	54,12	54,77
Delta	1,32	5,54	7,15
Rank	3	2	1

Grafik plot untuk menunjukkan nilai MRR terbaik pada setiap masing-masing level variabel proses terhadap nilai rata-rata. Grafik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Plot for S/N Ratio

3.3 Penentuan kondisi variabel untuk respon optimal

Penelitian ini menghasilkan kondisi variabel proses untuk respon optimal ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Parameter Prediksi

Faktor	Tingkat Level	Nilai Level
Cutting Speed	3	130
Feeding	3	0,4
Kedalaman Pemakanan	3	1,5

3.4 Hasil analisis variansi (ANOVA)

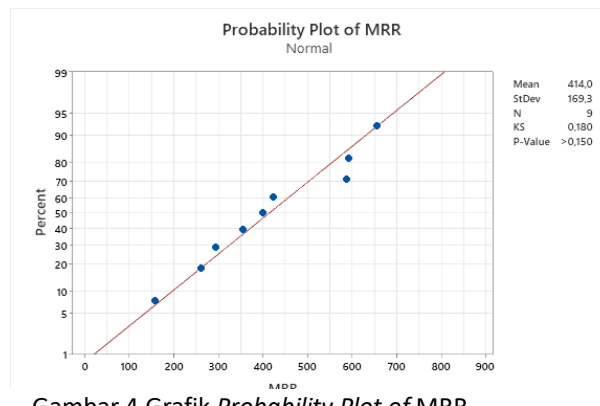
Tabel 6. Persen Kontribusi Mean

Sumber	V	SS	MS	SS'	$\rho\%$
A	2	580	290,2	-1775,6	0%
B	2	87524	43762,2	85168,4	37,123%
C	2	136601	68300,7	134245,4	58,515%
Error	2	4712	2355,9	11779,8	5,134%
Total	8	229418	-	-	100%

Dibandingkan dengan variabel lainnya, variabel kedalaman pemakanan memberikan kontribusi terbesar terhadap nilai kebulatan yaitu sebesar 58,515% seperti yang ditunjukkan dalam tabel 6.

3.5 Uji Normalitas

Selanjutnya, dilakukan uji normalitas terhadap data respon MRR. Uji ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Minitab (Minitab License). Hasil dari pengujian normalitas ditampilkan pada Gambar 4.. Berdasarkan gambar tersebut, data menunjukkan pola distribusi yang mendekati normal secara signifikan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa data respon MRR mengikuti distribusi normal.

Gambar 4. Grafik *Probability Plot of MRR*

3.6 Penentuan Kombinasi Variabel Untuk Respon Optimal

Tabel 7. menampilkan kombinasi variabel respon yang optimal memerlukan perhitungan rata-rata dari masing-masing faktor, yaitu putaran spindel, gerak makan, dan kedalaman pemakanan.

Tabel 7. Kombinasi Parameter

Simbol Variabel	Variabel Proses	level 1	level 2	level 3
A	Kecepatan Potong	404,301	413,693	423,964
B	Gerak Makan	291,283	417,932	532,743
C	Kedalaman Pemakanan	256,998	427,034	557,925
	Total nilai rata-rata	317,527	419,553	504,877

Berdasarkan analisis nilai rata-rata di Tabel 8. untuk tiap level variabel proses, kombinasi variabel proses dapat ditentukan. Uji konfirmasi kemudian dilakukan untuk memastikan hasil MRR yang optimal. Informasi prediksi dan pengaturan proses disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Prediksi dan Setting Uji Konfirmasi

<i>S/N Ratio</i>	<i>Mean</i>	<i>StDev</i>	<i>Ln (StDev)</i>
116,78 dB	689,676	781,02	6,66
<i>Cutting Speed</i>	<i>Feeding</i>	Dalam Pemakanan	
130	0,4	1,5	

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, telah didapatkan nilai optimum untuk variable *Material Removal Rate* (MRR). Sementara itu, untuk MRR, variabel yang paling signifikan adalah depth of cut (kedalaman pemakanan) dengan kontribusi 61,165%. Pengaturan optimal untuk mencapai MRR tertinggi sebesar 689,274 mm³/s adalah cutting speed 130 m/min (Level 3), feedrate 0,4 mm/rev (Level 3), dan depth of cut 1,5 mm (Level 3).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Kurniawan, S. Syaifurrahman and B. Jekky, "Rancang Bangun Mesin CNC Lathe Mini 2 Axis," *Jurnal Engine Energi Manufaktur Dan Material*, 2020.
- [2] M. N. A. Masalik and D. Susandi, "Proses Pembuatan Bhusing Inner Free Cutting Dengan Menggunakan Mesin Bubut CNC DMC dan Mesin Bubut Milling," *ISSN*, Vols. 2085-4218, pp. 391-398, 2022.
- [3] D. Julianto, Optimasi Parameter Proses Pemesinan Terhadap Kekasaran Permukaan Material S45c Metode Taguchi, Bangka Belitung: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2003.
- [4] J. Dodi Parlindungan Sihombing, Analisa *Material Removal Rate* (Mrr) Bajaskd11pada Proses Cnc Turning Dengan Menggunakanmetode Taguchi, Bangka Belitung: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2021/2022.
- [5] A. Gibran, Analisis Pengaruh Parameter Terhadap Mrr Dan Kekasaran Permukaan Pada Benda Kerja Di Mesin Cnc *Turning* Dengan Metode Taguchi, Bangka Belitung: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2023/2024.
- [6] A. Saputra, Variasi Parameter Proses Terhadap Mrr Dan Pengujian Kebulatan Benda Kerja Dengan Mesin Cnc Bubut Pada Proses Finishing Baja Skd-11 Menggunakan Rsm, Bangka Belitung: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2024.
- [7] Arfendi, Optimasi *Material Removal Rate* (Mrr) Baja St 42 Pada Proses Cnc *Turning* Dengan Menggunakan Metode Taguchi, Politeknik Manufaktur Negeri : Bangka Belitung, 2021.
- [8] A. Mahendra Sakti And L. Fitriyah, "Pengaruh Jenis Benda Kerja, Kedalaman Pemakanan Dan Kecepatan Spindel," *Jtm. Volume 02 Nomor 02*, Pp. 208-216, 2.
- [9] P. Manurung, Pengaruh Sudut Dan Variasi Notch Pada Sampel Baja Karbon Rendah St 41 Terhadap Uji Impak, Medan: Universitas Islam Sumatera Utara Medan, 2024.
- [10] M. Fachrul, Analisis Kondisi Pahat Dan Hasil Pembubutan Ratadengan Sinyal Getaran Terhadap Material St60 Padamesin Cnc Bubut, Gowa: Universitas Hasanuddin Gowa, 2023.
- [11] A. Febriyansa, Analisis Pengaruh Kecepatan Potong Dan Kedalamanpemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Bajaskd 11 Pada Proses Finishing Di Mesin Cnc Bubut Dengan Metode Rsm, Bangka Belitung: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2023/2024.
- [12] A. Zubaidi And Darmanto, "Analisis Pengaruh Kecepatanputar Dan Kecepatan Pemakananterhadap Kekasaran Permukaanmaterial Fcd 40 Pada Mesin Bubut Cnc," *Momentum*, Vols. Vol. 8, No. 1, Pp. 40- 47, 2012.
- [13] D. Oktavia, Analisis Optimasi Parameter Pemesinan Terhadap Kebulatan Benda Kerja Pada Mesin Cnc Turning SI-25 Mori Seiki Dengan Metode Taguchi, Bangka Belitung: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2024.
- [14] H. D. J. Sukma, Optimasi Laju Pembuangan Material Aisi 1045 Pada Bubut Cnc Dengan Metode Taguchi, Jember: Universitas Jember, 2016.
- [15] A. Farehan, Optimasi Variasi Media Pendingin Dari Minyak Nabati Terhadap Kekasaran Permukaan Baja Aisi 1045 Pada Proses Bubut Cnc Menggunakan Metode Taguchi, Bangka Belitung: Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2024.