

NASKAH PUBLIKASI (*MANUSCRIPT*)

**PENGARUH SUDUT POTONG UTAMA *ENDMILL*, KECEPATAN DAN
ARAH PEMAKANAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN
MATERIAL ST 37 PADA PROSES FRAIS KONVENSIONAL**

***EFFECT OF ENDMILL'S MAIN CUT ANGLE, FEEDING SPEED AND
FEEDING DIRECTION ON SURFACE ROUGHNESS OF ST-37
MATERIAL IN CONVENTIONAL MILLING PROCESS***

Mahbub Muttahid¹, Anis Siti Nurrohkayati², Andi Nugroho³



**MAHBUB MUTTAHID
NIM. 2011102442101**

**DOSEN PEMBIMBING:
Ir. ANIS SITI NURROHKAYATI, S.T., M.T.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR
SAMARINDA
2023**

Naskah Publikasi (*Manuscript*)

Pengaruh Sudut Potong Utama *Endmill*, Kecepatan dan Arah Pemakanan terhadap Kekasaran Permukaan Material ST 37 pada Proses Frais Konvensional

Effect of Endmill's Main Cut Angle, Feeding Speed and Feeding Direction on Surface Roughness of ST-37 Material in Conventional Milling Process

Mahbub Muttahid¹, Anis Siti Nurrohkayati², Andi Nugroho³



**Mahbub Muttahid
NIM. 2011102442101**

**Dosen Pembimbing:
Ir. Anis Siti Nurrohkayati, S.T., M.T.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH KALIMANTAN TIMUR
SAMARINDA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH SUDUT POTONG UTAMA *ENDMILL*, KECEPATAN DAN
ARAH PEMAKANAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN
MATERIAL ST 37 PADA PROSES FRAIS KONVENSIONAL**

NASKAH PUBLIKASI

Disusun Oleh :

Mahbub Muttahid

NIM. 2011102442101

Disetujui :

Pada Tanggal 06 Januari 2023

Penguji I



Khanif Setiyawan, S.T., M.T.
NIDN. 1123057301

Mengetahui

Ketua Prodi S1 Teknik Mesin



Ir. Anis Siti Nurrohkavati, S. T., M. T
NIDN. 1114019202

Pengaruh Sudut Potong Utama *Endmill*, Kecepatan dan Arah Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Material St 37 Pada Proses Frais Konvensional

Mahbub Muttahid^a, Anis Siti Nurrohkeyati^b, Andi Nugroho^c

^{a,b,c}Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur
Samarinda

e-mail: ^a2011102442101@umkt.ac.id, ^basn826@umkt.ac.id

Abstrak

Dalam permesinan, mesin frais merupakan salah satu mesin perkakas yang sering digunakan. Kekasaran permukaan produk akhir dapat bervariasi tergantung pada metode pemesian yang digunakan, dan mesin penggilingan sering digunakan dalam operasi tersebut. Kekasaran permukaan suatu produk merupakan indikator kualitas keseluruhannya. Semakin besar kualitas suatu produk, maka nilai kekasaran permukaannya akan semakin rendah. Hasilnya, peneliti melihat bagaimana penyesuaian arah infeed, kecepatan infeed, dan sudut pemotongan endmill primer memengaruhi kekasaran milling tradisional. Di sini, kami menggunakan teknik Taguchi pada baja ST 37. Penelitian ini dilakukan empat kali dengan empat ulangan, dan rancangan percobaan menggunakan orthogonal array L4 (2³). Ada tiga variabel pengatur dalam penelitian ini, dan dua gradasi dari masing-masing variabel pengatur. Saat menggunakan mesin milling standar dan penguji kekasaran untuk menentukan kualitas milling. Studi ini menunjukkan bahwa arah makan didorong secara signifikan mempengaruhi kekasaran permukaan. Menurut penelitian ini, pengaturan paling maksimal adalah sudut potong utama endmill 10°, kecepatan pemakanan 60 mm/min, dan arah pemakanan Y.

Kata Kunci: Frais; Kekasaran Permukaan; Taguchi; Orthogonal Array

Abstract

One of the machines that are often used in the machining process is a milling machine. Milling machines are widely used in machining processes to make a product, where the product will produce different surface roughness values. Surface roughness is one of the factors that determine the quality of a product. The smaller the value of the surface roughness of the product, the better the quality, and the higher the value of the surface roughness of the product, the worse the quality. Therefore, a study was conducted to determine the effect of the main endmill cutting angle, feed direction and feed speed on the roughness of the conventional milling process. In this study, ST 37 steel was used with the Taguchi research method. For the design of the experiment using the orthogonal array L4 (2³), where this research was carried out 4 times with 4 repetitions. This study has 3 control factors with each control factor having 2 levels. In the milling process using a conventional milling machine and for roughness testing using a surface roughness tester. From the results of this test it was found that the direction of feeding has the highest contribution to surface roughness. In this study the most optimal parameters were the main endmill cutting angle of 10°, feeding speed of 60 mm/min, and feeding direction Y.

Keywords: Milling; Surface Roughness; Taguchi; Orthogonal Array

1. Pendahuluan

Pemesinan adalah proses membentuk benda kerja menjadi produk akhir yang diinginkan dengan menghilangkan material darinya dengan menggunakan alat mesin. Mesin frais merupakan salah satu mesin perkakas yang sering digunakan dalam proses pemesinan.

Dalam proses pemesinan, mesin penggilingan sering digunakan, dan produk yang dihasilkan mungkin memiliki kisaran kekasaran permukaan yang luas. Satu jenis halus sementara yang lain memiliki bagian luar yang kasar. Salah satu ciri yang menunjukkan kualitas suatu produk adalah kekasaran permukaannya. Semakin besar kualitas produk maka nilai kekasaran permukaan seharusnya semakin rendah, begitu pula sebaliknya (Cahyono, Mufarida, & Finali, 2017).

Umur panjang yang digunakan, terutama untuk permukaan yang bersentuhan dan bergesekan, berkorelasi langsung dengan kualitas permukaan yang halus, yang pada gilirannya terkait dengan toleransi dan estetika suatu produk. Kekasaran permukaan suatu produk mungkin berpengaruh pada akurasi, distribusi pelumasan, dan properti lainnya. Kekasaran menjadi tolak ukur keakuratan produk dalam proses pembuatannya, karena semakin halus permukaannya semakin baik akurasi dan kemampuannya untuk mendistribusikan pelumas secara merata (Prayoga, Jufriadi, & Mawardi, 2020).

Pahat atau *cutter* berperan penting dalam proses *milling*, sehingga perlu dijaga ketajaman dan keawetannya. Wilayah aktif pahat, yang bersentuhan langsung dengan benda kerja, dipanaskan oleh gesekan yang diciptakan oleh kedua permukaan. Keausan pahat dan peningkatan gaya potong, yang keduanya menurunkan kualitas produk, dapat diakibatkan oleh hal ini (Ribowo & Sunyoto, 2018).

Mata potong pemotong end mill akan sangat tajam jika sudut potongnya cukup besar. Pemotong *endmill* awalnya tajam tetapi cepat tumpul dan menjadi tidak dapat digunakan. Memiliki sudut pemotongan yang pendek pada end mill cutter akan menghasilkan cutting edge yang tumpul. Kelemahan di ujung tombak. Karena gaya potong lebih tinggi, gesekan dengan benda kerja akan lebih banyak, dan karenanya, keausan akan meningkat secara linear dengan waktu menelan (Ribowo & Sunyoto, 2018).

Gesekan antara end mill dan benda kerja juga dapat dipengaruhi oleh arah feeding (Ribowo & Sunyoto, 2018). Namun, dalam praktiknya, arah pemakanan jarang ditentukan, yang dapat menyebabkan kinerja endmill di bawah standar saat memotong benda kerja tertentu.

Berdasarkan permasalahan tersebut, untuk menentukan tingkat kekasaran suatu produk sering kali hanya melakukan perubahan parameter pemesinan akan tetapi tidak merubah bentuk dari geometri alat potong dan arah penyayatannya. Melihat permasalahan itu maka penulis sangat tertarik untuk mengetahui lebih jauh lagi tentang seberapa besar pengaruh sudut potong utama atau geometri alat potong frais khususnya pada *endmill cutter* serta kecepatan dan arah pemakanan terhadap kekasaran permukaan baja ST 37 dengan menggunakan metode Taguchi.

Rumusan permasalahan yang dibahas pada penelitian ini berfokus pada kekasaran permukaan hasil pengfraisan sebagai berikut: Apakah variasi sudut potong utama *endmill cutter* mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan baja ST 37? Apakah variasi kecepatan pemakanan mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan baja ST 37? Apakah variasi arah pemakanan mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan baja ST 37? Berapakah besar sudut potong utama dan kecepatan makan serta bagaimana arah pemakanan yang ideal untuk menghasilkan kekasaran permukaan yang optimal pada proses pengefresan.

Tujuan yang ingin dicapai oleh penulis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Mengetahui pengaruh sudut potong utama *endmill cutter* terhadap kekasaran permukaan baja ST 37, mengetahui pengaruh kecepatan pemakanan terhadap kekasaran permukaan baja ST 37, mengetahui pengaruh arah pemakanan terhadap kekasaran permukaan baja ST 37., mengetahui besar sudut potong utama dan kecepatan makan serta arah pemakanan yang ideal untuk menghasilkan kekasaran permukaan yang optimal pada proses pengefresan.

Penelitian ini juga memiliki batasan masalah agar penelitian yang dilakukan dapat berfokus kepada tujuan yang ingin dicapai. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu: mesin frais yang digunakan adalah mesin frais vertikal, material yang digunakan adalah material ST 37, kedalaman potong sebesar 0.2 mm, dan kecepatan putaran spindle sebesar 440 rpm, menggunakan gerakan eretan otomatis.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Penelitian Terdahulu

Cahyono dkk. (2017) adalah salah satu kelompok penelitian yang karyanya dipertimbangkan oleh penulis; temuan mereka menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan spindle menurunkan kekasaran permukaan dan penurunan kecepatan spindle meningkatkan kekasaran permukaan. Meskipun nilai kekasaran permukaan sebanding dengan kedalaman penelanan, yaitu kedalaman penelanan yang lebih besar menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang lebih besar.

Studi kedua dilakukan oleh Prayoga et al. (2020) dan menggunakan desain eksperimen. Pada kecepatan pemotongan V_c tetap, hasilnya adalah nilai kekasaran permukaan yang lebih besar pada peningkatan kedalaman penyerapan.

Ribowo (2020) menyajikan yang ketiga, kali ini menggunakan desain eksperimen faktorial. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketika sudut pemotongan pemotong end mill sangat curam, maka akan dihasilkan tepian yang sangat tajam. Awalnya tajam, tapi cepat tumpul di bawah tekanan penggunaan berulang. Memiliki sudut pemotongan yang pendek pada end mill cutter akan menghasilkan cutting edge yang tumpul. Kelemahan di ujung tombak. Ketika gaya pemotongan ditingkatkan, gesekan dengan benda kerja juga meningkat, menyebabkan keausan yang meningkat secara linear seiring waktu. Untuk mendapatkan jumlah keausan endmill cutter yang paling sedikit saat milling ST 40 Steel menggunakan mesin milling standar, feed harus berlawanan arah.

2.2 Klasifikasi Proses Pemesinan

Operasi pemotongan dengan mesin pres, proses pemotongan konvensional dengan peralatan mesin, dan proses pemotongan non-konvensional adalah tiga kategori besar di mana teknik pemesinan berdasarkan prinsip pemotongan logam dapat dikategorikan. Baik pencukuran maupun pengepresan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari proses pemotongan mesin press (pengepresan). Metode pemotongan tradisional dengan peralatan mesin meliputi pembubutan, penggilingan, dan pembentukan. Pemotongan logam dalam proses pemesinan bekerja dengan membuang material yang tidak diinginkan menggunakan alat pemotong untuk membentuk bentuk yang diinginkan pada bagian luar benda kerja.

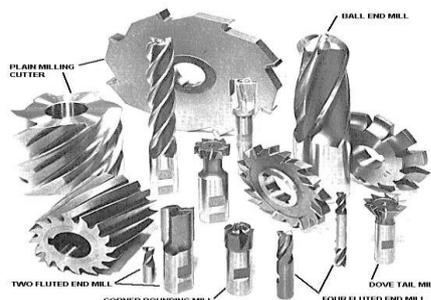
2.3 Proses Pemesinan Frais

Proses pemesinan dengan mesin frais merupakan proses pemotongan benda kerja yang sangat efektif karena proses penyayatannya menggunakan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar (Fitriana & Suryanto, 2021). Hasil proses penyayatannya bisa berbentuk datar, menyudut, melengkung atau bisa juga berbentuk kombinasi dari beberapa bentuk. Contoh produk yang dibuat dengan menggunakan mesin frais antara lain roda gigi dan alur yang ada di poros (Firdaus, Hartono, & Lesmanah, 2021). Mesin frais konvensional posisi spindelnya ada dua macam yaitu horizontal dan vertikal.

Penggilingan dapat dipecah menjadi tiga proses yang berbeda—penggilingan perifer, penggilingan muka, dan penggilingan jari—bergantung pada pahat yang digunakan, arah pemotongan, dan jarak dari benda kerja.

2.4 Pisau Frais

High speed steel (HSS), cemented carbide, atau cast alloy adalah bahan umum untuk mata pisau frais dan gigi pisau frais. Ada berbagai jenis pisau frais, seperti pemotong frais padat dan pemotong frais sisipan. (Rahdiyanta, 2010).



Gambar 2.1 Pisau Frais Tipe Solid
Sumber : (Rahdiyanta, 2010)



Gambar 2.2 Pisau Frais Tipe Insert
Sumber : (Rahdiyanta, 2010)

2.5 Material Baja ST 37

Salah satu aspek yang mempengaruhi kualitas milling adalah material benda kerja. Ini berkaitan dengan karakteristik material. Kekerasan, kelembutan, dan karakteristik lainnya termasuk dalam kategori ini. Sifat-sifat berbagai bahan berbeda-beda.

Baja ST 37 adalah logam yang paling umum digunakan. Baja ST 37, umumnya dikenal sebagai baja karbon rendah atau baja lunak, dicirikan oleh nilai kekerasannya yang rendah dan kandungan karbon yang rendah (biasanya antara 0,06% dan 0,08%). (Hartanto, Suprpto, & Widyastuti, 2020). Kekuatan tarik baja ST 37 berkisar antara 37 sampai 45 kg/mm². Kekuatan tarik ini mewakili titik putus material. Batang baja, tank, kapal, jembatan, menara, pesawat pengangkat, dan peralatan adalah tempat umum untuk menemukan bahan ini. (Sugiyanto & Prabowo, 2018).

2.6 Kekerasan Permukaan

Saat mempersiapkan bagian-bagian mesin, penting untuk mengetahui seberapa rata dan kasar permukaannya. Secara khusus, masalah gesekan, kurangnya pelumasan, dan keausan. Hal ini dilakukan untuk memastikan umur panjang dari suku cadang mesin yang digunakan. Komponen sirkuit mesin memiliki tingkat kekasaran permukaan yang tinggi, yang dapat menyebabkan kerusakan, termasuk keausan, yang memperlambat proses pengoperasian mesin. Oleh karena itu, sangat penting bahwa proses penggilingan menghasilkan produk dengan kerataan dan kekasaran yang minimal (Firdaus, Hartono, & Lesmanah, 2021).

Kekasaran permukaan dapat dijelaskan dalam beberapa cara. Deviasi rata-rata dan garis profil rata-rata adalah cara paling umum untuk menyatakan statistik ini (Ra). Ra, nilai kekasaran rata-rata hitung, memiliki nilai toleransi kekasaran yang mirip dengan toleransi ukuran (lubang dan poros). Setiap tingkat kekasaran memiliki harga kekasaran yang sesuai, dari N₁ sampai N₁₂ (Munadi, 1988).

Tabel ISO 1302 berikut menampilkan kekasaran permukaan rata-rata dan toleransinya:

Tabel 2.1 Nilai Kekasaran Permukaan Menurut Standar ISO 1302

<i>Roughness value (Ra)</i>		<i>Roughness grade numbers</i>
μm	μin	
50	2000	N 12
25	1000	N 11
12,5	500	N 10
6,3	250	N 9
3,2	125	N 8
1,6	63	N 7
0,8	32	N 6
0,4	16	N 5
0,2	8	N 4
0,1	4	N 3
0,05	2	N 2
0,025	1	N 1

Sumber : (ISO-1302, 2002)

Umumnya, nilai kekasaran rata-rata (R_a / kekasaran aritmatika) digunakan untuk mengkarakterisasi permukaan komponen mesin. (Sueb, Yogaswara, & Darso, 2004).

2.7 Metode Taguchi

Untuk meningkatkan kualitas, ahli statistik beralih ke pendekatan Taguchi. Dr Genichi Taguchi dikreditkan sebagai penemu teknik Taguchi. Waktu dan uang yang dibutuhkan untuk melakukan studi meningkat secara linier dengan jumlah tes yang diberikan. Teknik Taguchi untuk desain eksperimental dapat membantu mengurangi jumlah pengujian yang diperlukan. (Astanto, Burhanuddin, & Ibrahim, 2020).

Ekperimen Taguchi pada umumnya dikelompokan dalam beberapa tahapan, tahapan-tahapan tersebut antara lain sebagai berikut (Wahyudi, Suryapranatha, Nindiani, & Waluya, 2020): tahap perencanaan, tahap pelaksanaan, dan tahap analisa.

3. Metodologi

3.1 Lokasi dan Jadwal Penelitian

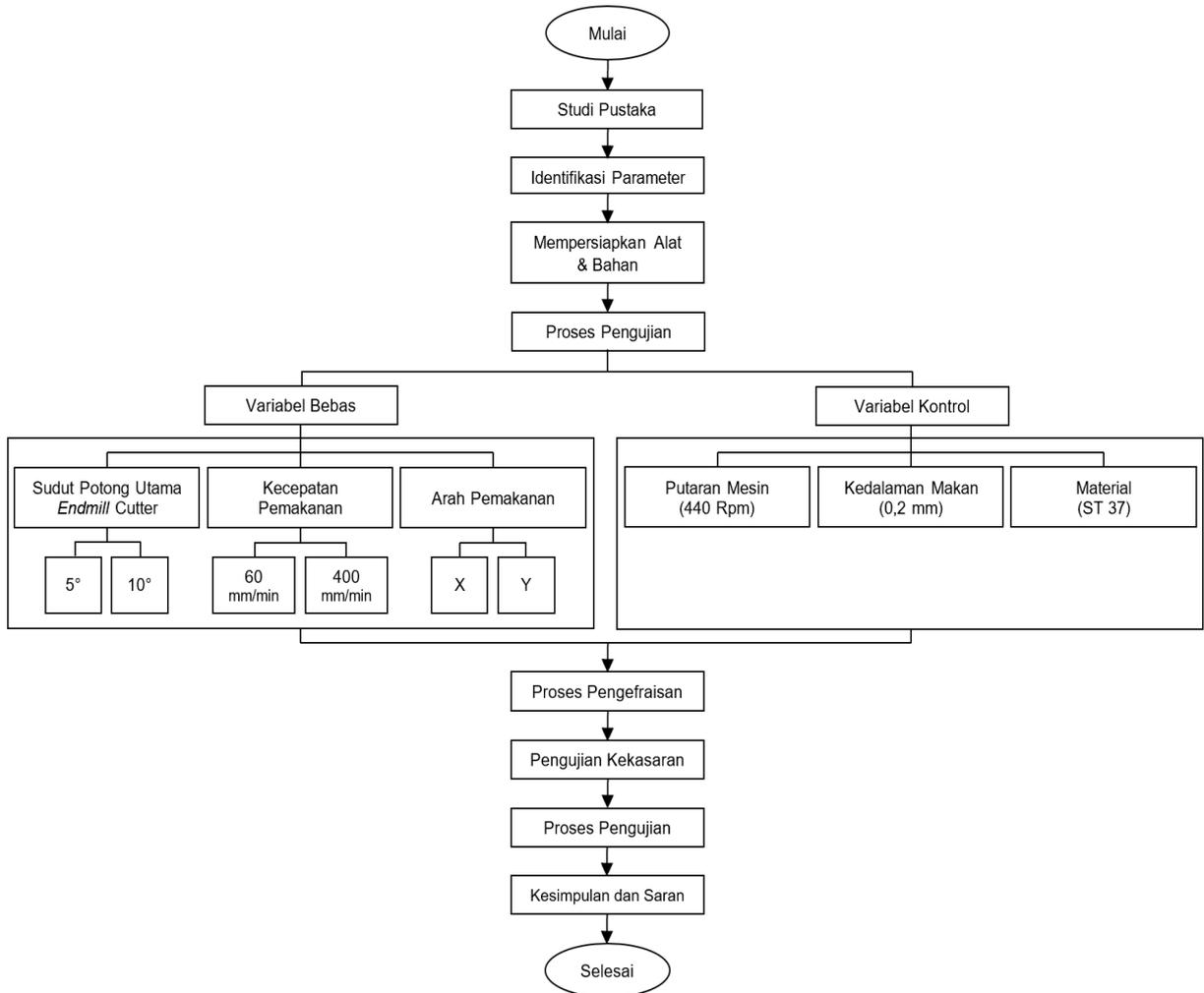
Proses riset diselenggarakan di tiga lokasi, diantaranya:

1. Proses penggerindaan *endmill cutter*
Tempat: Workshop Teknik Manufaktur Balai Besar Pelatihan Vokasi Dan Produktivitas Bandung
Jalan : Jl. Gatot Subroto No.170, Kec Batununggal, Bandung
2. Proses pengefraisan
Tempat: Workshop Teknik Manufaktur Balai Pelatihan Vokasi Dan Produktivitas Samarinda
Jalan : Untung Suropati, Sungai Kunjang, Samarinda, Kalimantan Timur.
3. Pengujian kekasaran
Tempat: Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur
Jalan : Ir. H. Juanda No.5, Samarinda, Kalimantan Timur.

Penelitian ini dilakukan mulai dari kegiatan pengajuan judul sampai dengan penyusunan tugas akhir membutuhkan waktu beberapa bulan, yaitu selama bulan Agustus 2021 – Desember 2022.

3.2 Alur Penelitian

Adapun alur penelitian pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.3 Alat dan Bahan

Peralatan beserta bahan yang dipergunakan saat riset ini ialah:

1. Mesin freis konvensional
2. Mesin gerinda Endmill
3. Endmill cutter
4. Jangka sorong (vernier caliper)
5. Dial indikator
6. Gergaji mesin
7. *Surface Roughness Tester*.
8. Baja ST 37

3.4 Rancangan Percobaan

Rancangan eksperimen (*design of experiment, DOE*) pada riset ini ialah menerapkan metode Taguchi menggunakan rancangan percobaan sebagai berikut :

Menentukan variabel terikat yaitu output dari proses pengefraisan yaitu nilai kekasaran permukaan hasil pengefraisa, bebas yang dapat dilihat dalam tabel 3.1, dan variabel kontrol yang dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 1 Variabel Bebas

Faktor Proses		Level	
		1	2
A	Sudut Potong	5°	10°
B	Kecepatan Pemakanan	60 mm/min	400 mm/min
C	Arah Pemakanan	X	Y

Tabel 3. 2 Variabel Kontrol

Variabel Kontrol		
1	Putaran mesin	440 Rpm
2	Kedalaman pemakanan	0,2 mm
3	Jenis <i>endmill cutter</i> yang digunakan	HSS, 4 Flute
4	Jenis material	ST 37
5	Jenis mesin frais	Vertikal, Konvensional

Menentukan matrik Ortogonal dengan memilih tiga parameter dalam penelitian ini. Masing masing parameter proses memiliki dua level. Rancangan percobaan ditentukan dengan menggunakan metode Taguchi (*orthogonal array L4*). Eksperimen dilakukan secara acak sesuai susunan *orthogonal array L4* dan setiap kombinasi eksperimen dilakukan sebanyak 4 kali percobaan untuk mengatasi parameter gangguan yang terjalin sepanjang tahapan pemesinan.

Adapun rancangan eksperimen bagi riset ini bisa terlihat dalam table 3.3

Tabel 3.3 Rancangan Orthogonal Array L4

Setting Kombinasi ke-	A	B	C	Data Kekasaran Permukaan				Total	Rata-rata
	Sudut Potong Utama Endmill	Kecepatan Pemakanan	Arah Pemakanan	y1	y2	y3	y4		
1	1	1	1						
2	1	2	2						
3	2	1	2						
4	2	2	1						

3.5 Prosedur Pengujian

Tahapan proses dalam penelitian ini di bagi menjadi tiga yaitu proses penggerindaan sudut utama *endmill cutter*, proses pengefraisan dan proses pengujian kekasaran permukaan.

1. Proses Penggerindaan Sudut Potong Utama *Endmill Cutter*

Pembentukan sudut potong utama *endmill cutter* dilakukan di mesin gerinda khusus pengasah alat potong. Sudut potong utama merupakan variabel bebas dalam penelitian ini, sedangkan ukuran yang lainnya sesuai dengan ketentuan yang ada. Dalam hal ini sudut potong utama yang di bentuk adalah 5° dan 10°.

2. Proses Pengefraisan

Sehubungan pengujian dilakukan untuk pengerjaan finishing, maka terlebih dahulu benda uji disiapkan sesuai dengan ukuran yang di inginkan. Dalam hal ini material ST 37 disiapkan dengan ukuran panjang 80 mm, lebar 16 mm dan tebal 16 mm. Adapun langkah-langkah proses pengefraisannya adalah sebagai berikut :

- Siapkan peralatan pendukung mesin frais seperti ragum yang akan digunakan dalam proses pengefraisan.
- Siapkan alat ukur yang akan digunakan.
- Periksa keadaan mesin frais, pastikan semuanya dalam keadaan baik.
- Atur putaran mesin dan kecepatan pemakanan sesuai dengan nilai yang telah ditentukan.

- e. Pasang benda kerja pada cekam/ragum mesin frais.
 - f. Pastikan bagian bawah benda kerja dalam keadaan bertumpu pada *parallel block* sehingga ketika proses pengefraisan berlangsung, benda kerja tidak bergeser.
 - g. Pasang *endmill cutter* pada spindle utama.
 - h. Pastikan penempatan posisi *endmill cutter* dilakukan dengan benar, meliputi tinggi rendahnya *endmill cutter* dan juga tegak lurus terhadap benda kerja.
 - i. Dekatkan *endmill cutter* pada benda kerja hingga menyentuh permukaan benda kerja sebagai tebal pemakanan nol, kemudian geser *endmill cutter* kesebelah kanan hingga ujung benda kerja.
 - j. Hidupkan mesin, kemudian naikkan meja frais dengan memutar handel yang tersedia sesuai dengan tebal pemakanan yang ditentukan.
 - k. Aktifkan meja penghantar dengan menggunakan gerakan otomatis untuk melakukan penyayatan.
 - l. Matikan gerakan otomatis jika proses pemakanan/pengefraisan telah selesai.
 - m. Mundurkan meja penghantar sehingga *endmill cutter* menjauh dari benda uji, kemudian geser meja dengan memutar handel manual hingga benda uji aman untuk di lepas.
 - n. Matikan mesin dan lepas benda uji dari ragum.
 - o. Lakukan tahap 5 - 14 pada setiap sampel benda kerja sesuai dengan setting kombinasi *orthogonal array* L4 yang telah ditentukan.
3. Proses Pengujian Kekasaran Permukaan
- Berikut adalah langkah langkah proses pengujian kekasaran benda kerja hasil pengefraisan :
- a. Siapkan spesimen yang telah selesai difrais.
 - b. Tekan tombol power pada *roughness tester*
 - c. Menyeting kerataan *roughness tester* sampai menunjukkan angka 0 di monitor.
 - d. Tempelkan sensor di atas spesimen yang telah difrais sesuai parameter yang ditentukan dan tunggu sampai proses selesai.
 - e. Akan keluar hasil nilai kekasaran pada monitor *roughness tester*.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengefraisan

Adapun hasil pengefraisan menggunakan faktor-faktor yang telah ditetapkan dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Pengefraisan

Kombinasi	Sudut Potong Utama Endmill	Kecepatan Pemakanan	Arah Pemakanan	Hasil
1	5°	60 mm/min	X	
2	5°	400 mm/min	Y	
3	10°	60 mm/min	Y	

4	10°	400 mm/min	X	
---	-----	------------	---	---

4.2 Hasil Uji Kekerasan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sudut potong utama endmill, kecepatan pemakanan, dan arah pemakanan mempengaruhi kekasaran permukaan pada proses pengefraisan, bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah baja ST 37 dan pengujian kekasaran menggunakan alat uji yaitu *rougnes tester*, untuk pengambilan data kekasaran dilakukan di Laboratorium Manufaktur dan Material Fakultas Sains dan Teknologi UMKT. Adapun hasil pengujian kekasaran dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Hasil Uji Kekasaran Permukaan

eksp	A	B	C	Data Kekasaran Permukaan				Total	Rata-rata
				y1	y2	y3	y4		
1	1	1	1	1,495	1,534	1,533	1,526	6,088	1,522
2	1	2	2	1,043	1,107	1,105	1,116	4,371	1,093
3	2	1	2	0,746	0,784	0,798	0,835	3,163	0,791
4	2	2	1	2,470	2,485	2,422	2,434	9,811	2,453

A: Sudut Potong Utama Endmill

B: Kecepatan Pemakanan

C: Arah Pemakanan

4.3 Perhitungan ANOVA

Adapun pergitungan ANOVA dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4.3 Replication Data

E ksp	R1	R2	R3	R4	Total	Mean
1	1,495	1,534	1,533	1,526	6,088	1,522
2	1,043	1,107	1,105	1,116	4,371	1,093
3	0,746	0,784	0,798	0,835	3,163	0,791
4	2,470	2,485	2,422	2,434	9,811	2,453
					AVG	1,465
					SSm	34,32

Tabel 4.4 Data Summarized Over Interaction for control factor

	B		
A	6,088	4,371	10,459
	3,163	9,811	12,974
	9,251	14,182	

Tabel 4.5 Sum of Square

SS				SSTotal
2,235	2,353	2,350	2,329	40,618
1,088	1,225	1,221	1,245	
0,557	0,615	0,637	0,697	
6,101	6,175	5,866	5,924	

Tabel 4.6 Analisis Variasi 2 Arah

Sumber	SS	dB	MS	Rasio-F	SS'	%
A	0,40	1	0,40	428,45	0,39	6%
B	1,52	1	1,52	1647,01	1,52	24%
C (AxB)	4,37	1	4,37	4739,77	4,37	69%
e	0,01	12	0,00	1	0,01	0%
SSt	6,30	15			6,30	100%
Mean	34,32	1				
SSTotal	40,62	16				

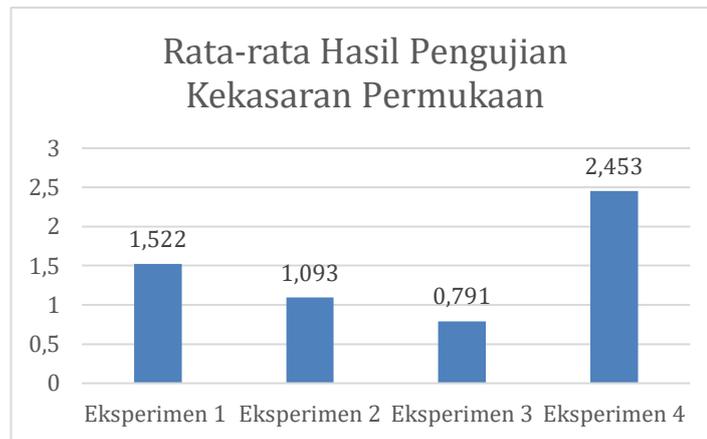
Tabel 4.7 ANOVA Result with MS-Excel

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	6,2883	3	2,0961	2698,8	1,3097	3,8625
Columns	0,0040	3	0,0013	1,7519	0,2259	3,8625
Error	0,0069	9	0,0007			
Total	6,2993	15				

4.4 Analisa Hasil Uji Kekerasan

Penelitian ini dilakukan empat kali percobaan dan empat kali pengulangan. Pengujian kekerasan pada penelitian ini menggunakan alat uji kekerasan DRT320 *Surface Roughnes Tester*. Hasil pengujian kekerasan dengan empat kali percobaan dan empat kali pengulangan di dapatkan rata-rata nilai kekerasan yaitu:

1. Pada Eksperimen 1 didapatkan nilai kekerasan rata-rata 1,522 μm .
2. Pada Eksperimen 2 didapatkan nilai kekerasan rata-rata 1,093 μm .
3. Pada Eksperimen 3 didapatkan nilai kekerasan rata-rata 0,791 μm .
4. Pada Eksperimen 4 didapatkan nilai kekerasan rata-rata 2,453 μm .



Gambar 4.1 Grafik Rata-rata Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan

Hasil pengujian kekasaran permukaan dapat dilihat pada gambar 4.1 dimana eksperimen ke tiga (3) memiliki rata-rata kekasaran permukaan yang paling rendah dan eksperimen ke empat (4) memiliki kekasaran permukaan yang paling tinggi. Pada tabel 4.2 dapat dilihat eksperimen ke tiga (3) pengulangan pertama yang menghasilkan kekasaran permukaan yang paling rendah sedangkan eksperimen ke empat (4) pada pengulangan ke dua (2) yang menghasilkan kekasaran permukaan yang paling tinggi.

4.5 Analisa Hasil ANOVA

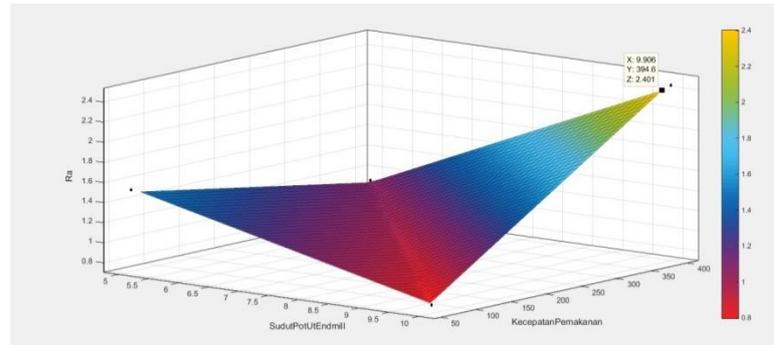
Hitungan ANOVA dipergunakan untuk melaksanakan analisis faktor yang membawa pengaruh kepada nilai kekasaran permukaan. Hitungan ANOVA ini mempergunakan *software* MS Excel dan persamaan *sum of square* (SS). Berdasarkan hasil perhitungan SS didapatkan nilai total adalah 6,30, berdasarkan nilai SS dapat mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan. Hasil dari ANOVA didapatkan faktor C memiliki nilai SS tertinggi yaitu 4,37 jadi faktor C sangat berpengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan sedangkan faktor yang kurang mempengaruhi kekasaran permukaan yaitu faktor A dengan nilai SS adalah 0,39. Adapun urutan faktor yang paling berpengaruh sampai yang kurang berpengaruh terhadap kekasaran permukaan dengan menggunakan nilai SS yaitu sebagai berikut:

1. Faktor C : 4,37
2. Faktor B : 1,52
3. Faktir A : 0,39

Pada ANOVA menggunakan analisis statistik uji F dimana F_{hitung} harus lebih besar dari F_{Tabel} untuk menetapkan beragam faktor itu membawa pengaruh kekasaran permukaan. pada arah pemakanan ada pengaruhnya begitu bermakna kepada kekasaran permukaan dapat dilihat dari F_{hitung} yaitu 4739,77 lebih besar dibandingkan dengan F_{Tabel} yaitu 5,79, pada Kecepatan pemakanan ada pengaruhnya begitu bermakna kepada kekasaran permukaan bisa terlihat melalui F_{hitung} yaitu 1647,01 lebih besar dibandingkan dengan F_{Tabel} yaitu 5,79, pada Sudut Potong Utama Endmill ada pengaruhnya begitu bermakna kepada kekasaran permukaan bisa terlihat melalui F_{hitung} yaitu 428,45 lebih besar dibandingkan dengan F_{Tabel} yaitu 5,79.

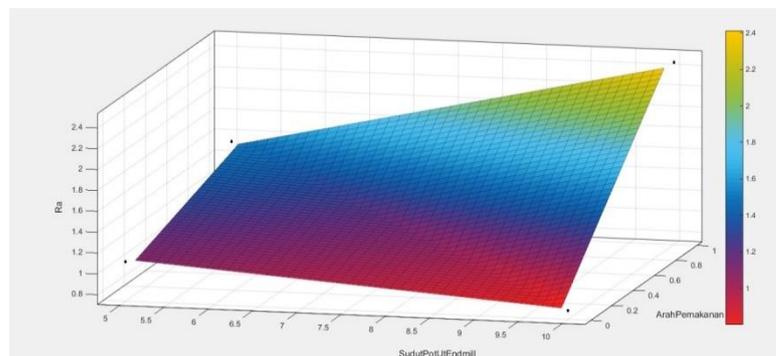
4.6 Analisa Interaksi Antar Faktor

Penelitian ini dimana interaksi antara Sudut potong utama endmill dan kecepatan pemakanan didapatkan dimana jika sudut potong makin besar dan kecepatan pemakanan semakin kecil sehingga menciptakan kekasaran permukaan yang rendah, sedangkan jika sudut potong semakin kecil dan kecepatan pemakanan semakin tinggi maka kekasaran permukaan semakin tinggi, dapat dilihat dari gambar 4.2



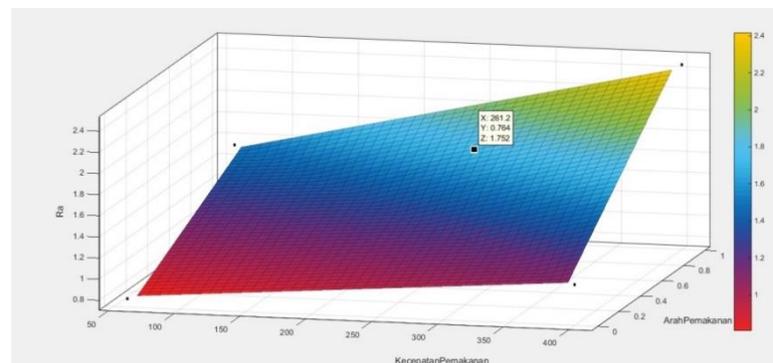
Gambar 4.2 Interaksi Antara Sudut Potong Utama Endmill dan Kecepatan Pemakanan

Pada interaksi antara Sudut potong utama endmill dan arah pemakanan didapatkan dimana jika sudut potong semakin besar dan arah pemakanan Y maka menghasilkan kekasaran permukaan yang rendah, sedangkan jika sudut potong semakin kecil dan arah pemakanan X maka kekasaran permukaan semakin tinggi, dapat dilihat dari gambar 4.3



Gambar 4.3 Interaksi Antara Sudut Potong Utama Endmill dan Arah Pemakanan

Pada interaksi antara kecepatan pemakanan dan arah pemakanan didapatkan dimana jika kecepatan pemakanan semakin kecil dan arah pemakanan Y maka menghasilkan kekasaran permukaan yang rendah, sedangkan jika kecepatan pemakanan semakin besar dan arah pemakanan X maka kekasaran permukaan semakin tinggi, dapat dilihat dari gambar 4.4



Gambar 4.4 Interaksi Antara Kecepatan Pemakanan dan Arah Pemakanan

5. Kesimpulan

Didasarkan atas hasil menganalisis serat mengolah data dalam riset bisa digariskan kesimpulannya yaitu:

1. Sudut potong utama *endmill cutter* pada penelitian ini memiliki pengaruh sebesar 6% terhadap kepada kekasaran permukaan pada proses pengefraisan.
2. Kecepatan pemakanan dalam riset ini memiliki pengaruh sebesar 24% terhadap kekasaran permukaan pada proses pengefraisan.

3. Pengaruh arah pemakanan pada penelitian ini memiliki pengaruh yang paling besar diperbandingkan terhadap indikator yang lainnya dimana pengaruh pada arah pemakanan ini memiliki pengaruh 69% terhadap kekasaran permukaan..
4. Parameter yang ideal untuk menghasilkan kekasaran permukaan yang optimal pada proses pengefresan pada riset ini diperoleh yang mana jika sudut endmill sebesar 10° dengan kecepatan pemakanan sebesar 60 mm/min dan arah pemakanan kearah Y maka di dapatkan kekasaran permukaan yang optimal.

Untuk penelitian selanjutnya, penulis memberikan beberapa saran agar penelitian dapat lebih dikembangkan. Saran tersebut diantaranya adalah peneliti selanjutnya dapat membedakan jenis material spesimen yang dipakai, dapat memvariasikan pendinginan pada proses pengefresan, dapat melanjutkan sampai eksperimen konfirmasi, dapat menggunakan metode lain untuk dibandingkan dengan metode Taguchi

Daftar Pustaka

A. Gunanto, & Pramono, J. (2017). Teknik Pemesinan Frais SMK/MAK Kelas XI Program Keahlian Teknik Mesin. Yogyakarta: ANDI.

Adzkari, A. (2017). Karakteristik Tingkat Kekasaran Permukaan Hasil Pembubutan Baja SS41 Akibat Perbedaan Nose Radius Dan Kecepatan Potong Pada Mesin Bubut CNC. Repository Universitas Negeri Jakarta.

Afriany, R., Ilmi, B., Asmadi, & Effendi, I. (2018). Pengaruh Gerak Makan Terhadap Kekasaran Permukaan Baja SS 316L Pada Proses Bubut. Jurnal Ilmiah Teknika.

Astanto, L. P., Burhanuddin, Y., & Ibrahim, G. A. (2020). Optimasi Nilai Keausan Pahat dan Kekasaran Permukaan Benda Kerja Terhadap Parameter Pemesinan Milling Dengan Benda Kerja Magnesium Menggunakan Kombinasi Metode Taguchi dan Grey Relation Analysis. Jurnal Program Studi Teknik Mesin TURBO.

Atedi, B., & Agustono, D. (2005). Standar Kekasaran Permukaan Bidang Pada Yoke Flange Menurut ISO 1302 dan DIN 4768 Dengan Memperhatikan Nilai Ketidakpastiannya. Media Mesin.

Cahyono, A. H., Mufarida, N. A., & Finali, A. (2017). Pengaruh Variasi Kecepatan Spindel Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Stanlees Steel AISI 304 Pada Proses Frais Konvensional Dengan Metode Taguchi. J-Proteksion.

Fajrin, J., Pathurahman, & Pratama, L. G. (2016). Aplikasi Metode Analysis Of Variance (ANOVA) Untuk Mengkaji Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Mortar . Jurnal Rekayasa Sipil.

Firdaus, F. N., & Susanti, N. A. (2021). Pengaruh Kecepatan Putaran dan Penyayatan Endmill Cutter Type HSS Terhadap Tingkat Kekasaran Alumunium Pada Mesin CNC. JPTM.

Firdaus, W. A., Hartono, P., & Lesmanah, U. (2021). Pengaruh Jenis Pahat Frais Dengan Variasi Kecepatan Mesin Terhadap Kekasaran Permukaan Baja ST 60. Jurnal Teknik Mesin Unisma.

Fitriana, S. N., & Suryanto, H. (2021). Pengaruh kecepatan Putaran Spindle Terhadap getaran Mesin Frais Pada Proses Pemakanan Dan Kekasaran Permukaan Benda Kerja. Jurnal Teknik Mesin STTR Cebu.

Hartanto, D. S., Suprpto, A., & Widyastuti, I. (2020). Analisa Variasi Waktu Penahanan Karburasi Dan Perlakuan Cryogenic Terhadap Sifat Mekanis Baja ST 37. Jurnal Transmisi.

ISO-1302. (2002). Geometrical Product Specifications - Indication of surface texture in technical product documentation. ISO 1302.

Kurniawan, Z., Yudo, E., & Rosmansyah, R. (2018). Optimasi Kekasaran Permukaan Pada Material Amutit Dengan Proses CNC Turning Menggunakan Desain Taguchi. Jurnal Manutech.

Kusumastuti, A., Khiron, A. M., & Achmadi, T. A. (2020). Metode Penelitian Kuantitatif. Yogyakarta: CV Budi Utama.

Munadi, S. (1988). Dasar Dasar Metrologi Industri. Jakarta: Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.

Nurrohkayati, A. S., Zulrahman, D., Syach, S., & Khairul, M. (2021). Rekayasa Kualitas Hasil Las dengan Menggunakan Metode Design of Experiment Taguchi Methode. Seminar Nasional Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Pamasaria, H. A., Saputra, T. H., Utama, A. S., & Budiantoro, C. (2020). Optimasi Keakuratan Dimensi Produk Cetak 3D Printing Berbahan Plastik PP Daur Ulang Dengan Menggunakan Metode Taguchi. *Jurnal Material dan Proses Manufaktur*.

Prayoga, Y., Jufriadi, & Mawardi. (2020). Analisa pengaruh Variasi Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Proses Frais. *Jurnal Mesin Sains Terapan*.

Rahdiyanta, D. (2010). *Proses Pemesinan*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.

Ribowo, A. F., & Sunyoto. (2018). Pengaruh sudut penyayatan endmill cutter dan arah pemakanan terhadap keausan endmill cutter pada pengefraisan baja st 40. *Jurnal Kompetensi Teknik*.

Salam, R., & Sunarto. (2020). Pengaruh kecepatan potong (Vc) terhadap kekasaran permukaan pada pembubutan kering baja ASTM A 29 menggunakan pahat karbida berlapis Titanium Aaluminium Nitrida (TiAlN). *Jurnal Polimesin*.

Setyanto, N. W., & Lukodono, R. P. (2017). *Teori dan Aplikasi Desain Eksperimen*. Malang: UB Press.

Sueb, W. M., Yogaswara, E., & Darso. (2004). *Menggambar Bagian Mesin Secara Terperinci*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan Departemen Pendidikan Nasional.

Sugiyanto, & Prabowo, Y. (2018). Pembuatan Kekasaran Permukaan Material ST 37 Terhadap Kecepatan Pemakanan Pada Milling Machine. *Jurnal Engine*.

Sunengsih, N., Winarni, S., & Amzainaa, T. G. (2017). Kajian Terhadap Metode Taguchi-Topsis Pada Optimasi Multirespon. *Seminar Statistika FMIPA UNPAD*.

Upara, N., & Destianto, D. A. (2019). Pengaruh Parameter Proses EDM DIE SINKING Terhadap Laju PElepasan Bahan Dan Laju Keausan Elektroda. *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Inovasi ASIIMETRIK*.

Wahyudi, Suryapranatha, D., Nindiani, A., & Waluya, A. I. (2020). Peningkatan Kualitas Di Lini Produksi Tube Printing Cold Stamping Mesin Linearis Dengan Metode Taguchi. *Conference on Innovation and Application of Science and Technology*.

Widarto. (2008). *Teknik Pemesinan Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Zaman, A. N., & Afiatna, F. A. (2017). Desain Eksperimen Kekuatan Tarik Benang Plastik Menggunakan Metode Taguchi Di Perusahaan Woven. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*.

Naspub: Pengaruh Sudut
Potong Utama Endmill,
Kecepatan dan Arah
Pemakanan Terhadap
Kekasaran Permukaan Material
St 37 Pada Proses Frais
Konvensional

by Mahbub Muttahid

Submission date: 02-Feb-2023 09:37AM (UTC+0800)

Submission ID: 2004447140

File name: 2011102442101-Mahbub_Muttahid-Cek_Perpus_Plagiasi_Jurnal.docx (1.61M)

Word count: 4401

Character count: 27058

Naspub: Pengaruh Sudut Potong Utama Endmill, Kecepatan dan Arah Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Material St 37 Pada Proses Frais Konvensional

ORIGINALITY REPORT

20% SIMILARITY INDEX	17% INTERNET SOURCES	9% PUBLICATIONS	4% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1	Dede Zulrahman, Anis Siti Nurrohkayati. "The Effect Of Welding Current And Electrodes On The Results Of AISI 1045 Steel Welding Strength By Impact Testing", Procedia of Engineering and Life Science, 2023 Publication	3%
2	Sabaruddin Syach, Anis Siti Nurrohkayati, Sigiet Haryo Pranoto. "Optimasi parameter untuk kekasaran permukaan pada proses pembubutan baja ST 37 dengan menggunakan metode taguchi", TEKNOSAINS : Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika, 2022 Publication	2%
3	Submitted to University of Hong Kong Student Paper	1%
4	123dok.com Internet Source	1%
5	journal.eng.unila.ac.id Internet Source	1%