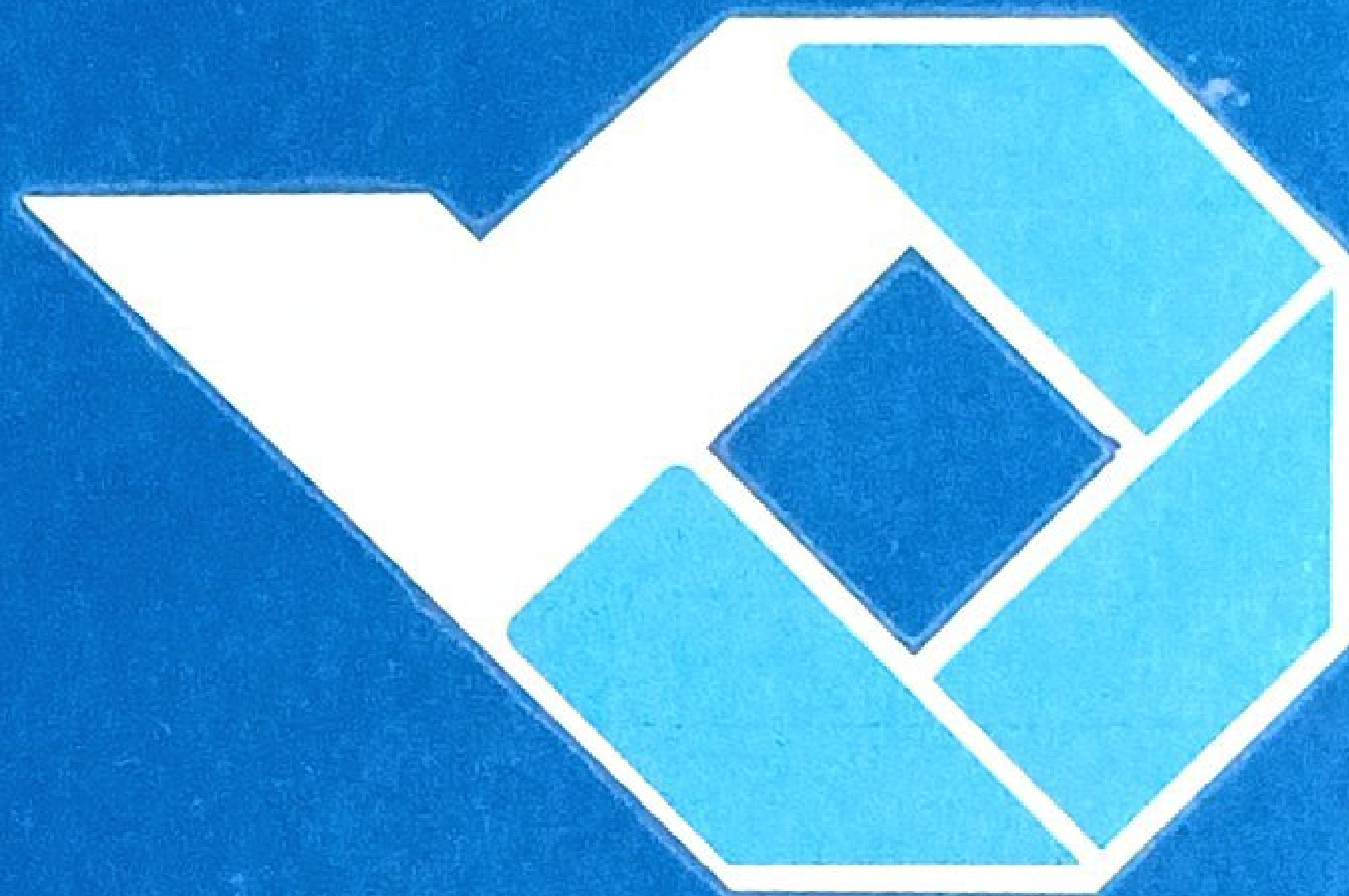


**PENGARUH JENIS PENDINGIN DAN VARIASI SUDUT POTONG
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BEBUT
BAJA SCM 440**

PROYEK AKHIR

Laporan ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana
Terapan/Diploma IV Politeknik *Manufaktur Negeri Bangka Belitung*



Disusun oleh :

Muhammad Angga Pratama NIM: 1041919

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2023**

**PENGARUH JENIS PENDINGIN DAN VARIASI SUDUT POTONG
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BUBUT
BAJASCM 440**

PROYEK AKHIR

Laporan ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Munafaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh :

Muhammad Angga Pratama NIM: 1041919

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH JENIS PENDINGIN DAN VARIASI SUDUT POTONG
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BUBUT
BAJASCM 440**

Oleh:

Muhammad Angga Pratama NIM:1041919

Laporan akhir ini telah dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program
Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2



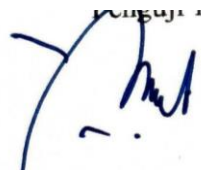
Zaldy Kurniawan, S.S.T., M.T.

Penguji 1



Eko Yudo, S.S.T., M.T.

Penguji 2



Yudi Oktriadi, S.Tr., M.Eng.



Nanda Pranandita, S.S.T., M.T.

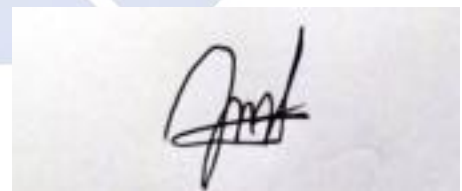
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Muhammad Angga Pratama NIM: 1041919
Dengan Judul : **PENGARUH JENIS PENDINGIN DAN VARIASI
SUDUT POTONG TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BUBUT
BAJA SCM 440**

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, saya bersedia menerima sangsi yang berlaku.

Sungailiat, 17 Januari 2023



Muhammad Angga Pratama

ABSTRAK

Kekasaran permukaan produk pada dunia industri manufaktur wajib berkembang dalam kegiatan yang bersangkutan demi memperoleh permukaan yang halus pada benda kerja dalam proses pemesinan. Tujuan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut: Mengetahui pengaruh jenis pendingin atas kekasaran permukaan material baja SCM 440. Mengetahui kombinasi level parameter yang tepat pada mesin bubut bemato sehingga dapat mengoptimalkan kekasaran permukaan material baja SCM 440. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode taguchi. Dengan faktor yaitu jenis pendingin, variasi sudut potong dan kecepatan pemakanan Parameter optimum untuk mendapatkan nilai kekasaran yang rendah yaitu sudut potong 13° , jenis pendingin cutting oil, dan kecepatan pemakanan 0,040 mm dengan nilai rasio S/N-10,396. nilai persen kontribusi jenis pendingin yaitu sebesar 80,56%, bahwa parameter yang paling berpengaruh atas kekasaran permukaan material baja SCM 440 adalah jenis pendingin. kombinasi level parameter proses yang tepat pada mesin bubut bemato. Sehingga mendapatkan nilai kekasaran optimal yaitu dengan sudut potong 13° , jenis pendingin cutting oil, dan kecepatan pemakanan 0,040, sehingga menghasilkan kekasaran permukaan yang baik yaitu sebesar 3,282.

Kata Kunci: *SCM 440, Metode taguchi, Jenis pendingin, Sudut Potong, Kekasaran.*

ABSTRACT

Product surface roughness in the world of the manufacturing industry must be developed in the activities concerned in order to obtain a smooth surface on the workpiece in the machining process. The objectives of this study are as follows: To determine the effect of the type of coolant on the surface roughness of the SCM 440 steel material. To determine the appropriate combination of parameter levels on the bemato lathe so as to optimize the surface roughness of the SCM 440 steel material. The method used in this research uses the taguchi method. With factors namely type of coolant, variation of cutting angle and speed of infeed. the percentage value of the contribution of the coolant type is 80.56%, that the most influential parameter on the surface roughness of the SCM 440 steel material is the type of coolant. precise combination of process parameter levels on bemato lathes. So that the optimal roughness value is obtained with a cutting angle of 13°, cutting oil cooling type, and feeding speed of 0.040, resulting in a good surface roughness of 3.282.

Keywords: *SCM 440, Taguchi method, Type of cooler, Angle of Cut, Roughness.*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran ALLAH-SWT yang mana telah memberikan rahmat dan karunia-NYA. Atas kehendak-NYA juga penulis dapat Menyusun dan menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “PENGARUH JENIS PENDINGIN DAN VARIASI SUDUT POTONG TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA SCM 440”

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, baik ditinjau dari segi materi maupun dari segi teknis penyusunannya, hal ini di sebabkan oleh terbatasnya pengetahuan dan minimnya pengalaman penulis. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati saran dan kritikan yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak memperoleh pengetahuan dan pengalaman. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Ramalan dan Ibu Nur Titik adikku Julia Pratiwi yang selalu mendo'akan dan memberi dukungan dalam menyelesaikan proyek akhir ini.
2. Bapak Zaldy Kurniawan, S.S.T., M.T selaku pembimbing pertama yang telah banyak sekali memberi motivasi dan arahan kepada penulis serta membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Eko Yudo, S.S.T., M.T selaku pembimbing kedua yang juga memberi semangat dan membantu penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak I Made Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T selaku Kepala Program Studi Teknik

Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

7. Segenap Dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan selama kuliah.
8. Teknisi sektor permesinan bubut yang telah membantu saya dalam proses pengambilan data.
9. Segenap teman-teman seperjuangan kelas TMM A Angkatan 2019.
10. Terkhususnya teman-teman saya Adha, Deri Saputra, Arianda Pratama, Anan Mahendra, Yongki, Firzan Mari'akbar dan Muhammad Suryadi yang telah banyak membantu saya dalam semua proses penyusunan proyek akhir ini.
11. Serta semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata semoga Proyek Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, mahasiswa khususnya dan pembaca umumnya.

Sungailiat ,17 Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1. Mesin Bubut	4
2.2. Prinsip Kerja Mesin Bubut	4
2.3. Proses Bubut	5
2.4. Pahat Bubut	6
2.5. Material Pahat Bubut	7
2.6. Pendingin	9
2.7. Kekasaran Permukaan	10
2.8. Pengertian Metode Taguchi	11
BAB III METODE PELAKSANAAN	15
3.1 Diagram Alir	15
3.2 Identifikasi Masalah	16
3.3 Studi Literatur	16

3.4 Rancangan Percobaan.....	16
3.4.1 Parameter Penelitian.....	16
3.4.2 Parameter Respon.....	17
3.4.3 Pemilihan Matriks Orthogonal.....	17
3.5 Alat dan Bahan	18
3.5.1 Alat.....	18
3.5.1.1 Pahat.....	18
3.5.1.2 Mesin Bubut.....	19
3.5.1.3 <i>Surface Roughness Tester</i>	20
3.5.2 Bahan	20
3.5.2.1 Material.....	20
3.6 Pengambilan Data	21
3.6.1 Prosedur Percobaan	21
3.7 Pengolahan Data.....	22
3.8 Kesimpulan.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Pengumpulan Data Eksperimen	23
4.1.1 Pengukuran Kekasaran Permukaan Benda Kerja	23
4.2 Penentuan Kombinasi Parameter Respon Untuk Optimal.....	24
4.3 Analisis Variansi Dan Persen Kontribusi	25
4.3.1 Analisis Variansi Rata-Rata Kekasaran.....	25
4.4 Hasil Prediksi Nilai Kekasaran Permukaan Dan Interval Keyakinan	29
4.5 Perhitungan Rasio S/N Dari Respon	30
4.6 Pengaruh Level Dari Parameter Terhadap Variansi Kekasaran.....	32
4.6.1 Analisis Variansi Dan Persen Kontribusi Untuk S/N Rasio.....	32
4.6.2 Prediksi Rasio S/N Kekasaran Permukaan Yang Optimal	36
4.7 Percobaan Konfirmasi.....	39
4.8 Hasil Pengolahan Data Eksperimen kombinasi awal.....	40
4.9 Perhitungan Rasio S/N Eksperimen Kombinasi Awal.....	44
4.10 Hasil Pengolahan Data Eksperimen Konfirmasi	44
4.11 Perhitungan Rasio S/N Eksperimen Konfirmasi Optimum	45

4.12 Pembahasan.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pahat Tepi Rata Kanan.....	7
Gambar 2. 2 Geometri Pahat Tepi Rata Kanan.....	7
Gambar 2. 3 Bentuk Profil Kekasaran Permukaan (<i>sumber: Rochim</i>)	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Percobaan.....	15
Gambar 3. 2 Pahat.....	19
Gambar 3. 3 Mesin Bubut Bemato.....	19
Gambar 3. 4 Surface Roughness Tester	20
Gambar 3. 5 Bentuk Material.....	20
Gambar 3. 6 Pengambilan Data	21

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Harga kekasaran ISO	11
Tabel 3. 1 Parameter Proses	17
Tabel 3. 2 Derajat Kebebasan Parameter Bebas dan Levelnya.....	17
Tabel 3. 3 Matriks Orthogonal Untuk L9.....	18
Tabel 4. 1 Data Hasil Percobaan	23
Tabel 4. 2 Respon Rata-Rata Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Dari Pengaruh Parameter	24
Tabel 4. 3 Analisis Variansi Rata-Rata Kekasaran Permukaan	28
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Persentase Kontribusi Terhadap Rata-Rata.....	29
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Rasio S/N.....	31
Tabel 4. 6 Respon Rasio S/N Kekasaran Permukaan Dari Pengaruh Parameter ...	32
Tabel 4. 7 Analisis Variansi Rasio S/N Kekasaran Permukaan.....	35
Tabel 4. 8 Perhitungan Persen Kostribusi S/N.....	36
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan ANOVA	37
Tabel 4. 10 Kondisi Hipotesis Nol Respon Secara Serentak	38
Tabel 4. 11 Kombinasi Parameter Proses Untuk Kondisi Awal Dan Kondisi Optimum	40
Tabel 4. 12 Perhitungan Kombinasi Awal Dan Akhir	40
Tabel 4. 13 Perhitungan S/N Untuk Masing-Masing Respon.....	40
Tabel 4. 14 Perbandingan Kombinasi	41
Tabel 4. 15 Hasil Uji Kenormalan Data.....	42
Tabel 4. 16 Hasil Uji Dua Variasi	43
Tabel 4. 17 Hasil Uji Dua Variasi.....	43
Tabel 4. 18 Perbandingan Dengan Interval Eksperimen.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 F-Tabel

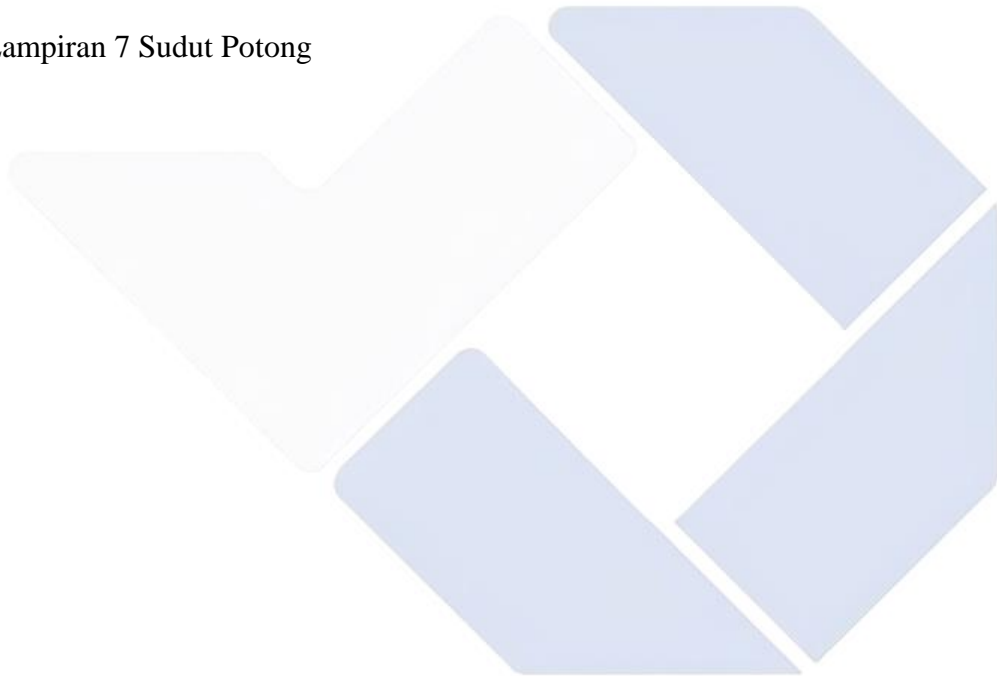
Lampiran 3 Harga Kekasaran

Lampiran 4 Hasil Pengukuran

Lampiran 5 Respon Tabel S/N

Lampiran 6 Sertifikat Baja SCM 440

Lampiran 7 Sudut Potong



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini tidak mengherankan jika persaingan industri terus berlanjut dalam berbagai bagian produksi yang berbeda sesuai bentuk usahanya. Ini keseluruhannya karena adanya perkembangan ilmu pengetahuan serta teknologi yang semakin hari bertambah maju. Seperti juga pada bidang pemesinan yaitu mesin perkakas dan produksi, mesin produksi yang memegang peran penting pada jalannya kegiatan industri yaitu salah satunya adalah mesin bubut.

Mesin bubut merupakan jenis mesin perkakas yang dipakai untuk pemotongan benda kerja, dan cara pemotongannya dilaksanakan dengan cara membuat sayatan ke benda kerja dengan pahat bergerak secara bergeser serta sejajar pada sumbu benda kerja yang sedang berputar. Dalam proses bubut terdapat gerakan putar utama yang berguna untuk mengubah ukuran serta bentuk benda kerja (Yuliansyha, 2020). Proses pembubutan bukan saja untuk menghasilkan benda silinder, namun juga bisa menghasilkan produk dengan sifat ideal dan bentuk yang kompleks.

Dalam proses pemesinan bisa menghasilkan kekasaran permukaan, sebab dipengaruhi dari mesin bubut, untuk mencapai hasil kekasaran yang bagus, haruslah memakai alat potong yang tajam (Makmur dan Taufikurrahman, 2005). Kekasaran permukaan produk pada dunia industri manufaktur wajib berkembang dalam kegiatan yang bersangkutan demi memperoleh permukaan yang halus pada benda kerja dalam proses pemesinan. Semakin rendah tingkat kekasaran, semakin bagus kualitas pengerjaannya. Oleh sebab itu perlu diperhatikan parameter yang dipakai supaya kekasaran produk semakin kecil (Mulyadi et al., 2022). Supaya mendapatkan permukaan yang halus, terdapat bagian penting yaitu pemilihan tipe cairan pendingin serta pemilihan sudut potong dalam proses pembubutan. Untuk

kekasaran permukaan disimpulkan bahwa dipengaruhi paling besar oleh coolant (Abda'u & Sakti, 2014).

Salah satu parameter yang mempengaruhi nilai kekasaran pada hasil proses pemesinan adalah jenis *coolant*. Dalam proses pemotongan logam, haruslah memenuhi salah satu parameter geometrik tertentu yaitu nilai kekasaran permukaan (Apriansyah et al., 2020). Dromus B, air radiator dan *cutting oil* merupakan *coolant* yang dipakai. Saat proses pembubutan dilaksanakan media pendingin memiliki peran utama pada proses pemesinan. Sementara itu tipe *coolant* sangat mempengaruhi nilai suhu permukaan maupun kekasaran permukaan, disebabkan karena perbedaan nilai suhu serta kekasaran di masing-masing media pendingin (purnomo et al., 2021).

Berlandaskan paparan latar belakang masalah yang telah didapati, lalu penulis akan melaksanakan penelitian terhadap jenis media pendingin serta kekasaran permukaan pada material SCM 440 dengan memakai metode *taguchi*. Material SCM 440 adalah baja paduan kromium dan molibdenum. Permeabilitas kekerasan yang bagus diberikan oleh elemen kromium pada paduan, serta kekerasan yang umum dan kekuatan tinggi diberikan oleh elemen molibdenum. Material tersebut memiliki banyak sifat yaitu daya tahan yang sangat baik dan ketahanan atas tekanan suhu tinggi, serta kekuatan dan ketahanan aus yang bagus.

Metode *taguchi* adalah metode yang dipakai dalam penelitian ini. Metode ini adalah metodologi pada dunia teknik untuk membenarkan proses sifat benda kerja serta mengurangi biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Metode Taguchi bertujuan untuk mendapatkan tujuan ini dengan membuat proses dan benda kerja peka atas bermacam parameter gangguan (*noise*), seperti kondisi operasional, bahan, tenaga kerja manusia, dan peralatan industri (Kurniawan et al., 2019).

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian yaitu :

1. Bagaimana pengaruh jenis pendingin atas kekasaran permukaan material baja SCM 440?
2. Bagaimana kombinasi level parameter yang tepat pada mesin bubut

bemato sehingga dapat mengoptimalkan kekasaran permukaan material baja SCM 440 ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh jenis pendingin atas kekasaran permukaan materialbaja SCM 440.
2. Mengetahui kombinasi level parameter yang tepat pada mesin bubut bemato sehingga dapat mengoptimalkan kekasaran permukaan material baja SCM 440.

1.4. Batasan Masalah

Supaya bisa berjalan secara terarah serta bisa mencapai tujuan, adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Proses pembubutan memakai mesin bubut BEMATO.
2. Material yang dipakai yaitu baja SCM 440.
3. Jenis pahat yang dipakai adala HSS tipe BOHLER.
4. Memakai jenis *coolant* yaitu dromus B, radiator, dan *cutting oil*.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Mesin Bubut

Mesin bubut merupakan alat yang dipakai untuk menghilangkan material yang tidak diperlukan dalam serpihan pada benda kerja yang berputar dengan bantuan alat potong (pahat) yang bisa menembus panjang ke dalam material benda kerja. Mesin bubut juga merupakan salah satu peralatan mesin yang memiliki banyak kegunaan. Mempermudah dalam menciptakan komponen mesin dengan efisiensi dan kepresisian yang tinggi.

2.2. Prinsip Kerja Mesin Bubut

1. Mesin bubut bekerja berlandaskan pada prinsip perputaran benda kerja serta alat potong tetap. Benda kerja dicekam di tengah dua penahan yang kuat dan kaku yang bisa dibidang *chuck* atau dipelat muka yang berputar.
2. Bubut membuang material yang tidak diperlukan pada benda kerja yang berputar pada bentuk serpihan dengan memakai alat potong yang menembus seluruh benda kerja dan bisa dimasukkan jauh ke dalam bendakerja.
3. Kegiatan pemotongan normal dilaksanakan dengan alat potong (pahat) digerakkan secara sejajar atau tegak lurus terhadap sumbu kerja.
4. Alat potong (pahat) bisa digerakkan ke sudut yang terukur terhadap sumbu kerja ke talang serta sudut mesin.
5. Secara sederhana prinsip kerja mesin bubut terdiri dari membuang bagian pada benda kerja agar memperoleh bentuk yang ditentukan, memutar benda kerja dengan kecepatan yang ditentukan bersamaan dengan kegiatan pemasukan yang dilaksanakan dengan pahat yang bergerak sejajar dengan sumbu putaran pada benda kerja.

2.3. Proses Bubut

Terdapat 9 jenis proses pembubutan logam. Berbagai proses pembubutan yang bermacam didasarkan pada arah pemotongan atau penyayatan, jenis pahat, serta gerakan reaktif atas benda kerja.

1. Proses Bubut Rata

Proses bubut rata ialah proses dasar dalam bubut serta pembuangan diameter sampai diameter yang dimau. Ukuran diameter mempunyai toleransi yang berbeda yaitu toleransi umum, khusus, dan ISO. Proses ini bisa mewujudkan langkah balik yang digabungkan dengan proses pra-rotasi. ISO1, ISO2, ISO3, ISO5 dan ISO6 merupakan alat potong yang dipakai. Umumnya memakai ISO1 maupun ISO6.

2. Proses Bubut Muka (*Facing*)

Proses ini juga ialah proses dasar, juga dimaksudkan untuk menurunkan ukuran luas benda yang berwujud silinder atau menurunkan ukuran panjang benda kerja. ISO2, ISO3, ISO4 dan ISO5 merupakan alat potong yang dipakai. Umumnya memakai ISO 2.

3. Proses Bubut Dalam (*Boring*)

Proses bubut *boring* pada hakikatnya sejenis dengan proses bubut rata, tetapi dengan bagian dalam pada diameter benda. ISO8 dan ISO 9 merupakan alat potong yang dipakai.

4. Proses Bubut Alur (*Grooving*)

Proses bubut alur dapat dipakai untuk melonggarkan sekrup maupun memasang *snap ring*, serta bubut alur dapat dilaksanakan pada diameter luar dan dalam. ISO 7 dan pahat beralur dalam merupakan alat potong yang dipakai.

5. Proses Bubut Ulir (*Threading*)

Proses bubut ulir sejenis seperti mesin bubut, dalam mesin bubut bermacam ulir eksternal dan internal bisa diciptakan, pada masalah tertentu ulir kecil umumnya dilengkapi bersama tap ataupun senai.

6. Proses Bubut Tirus (*Taper Turning*)

Bagian poros yang berwujud kerucut ataupun kerucut yang diameternya secara berangsur-angsur menurun dari satu titik ke titik lain di sepanjang poros pada

mesin bubut, bisa dikerjakan dengan memakai pahat tertentu ataupun dengan menyeting pemasangan bagian atas pada sudut tertentu, maupun dengan melakukan penggeseran bagian tengah kepala lepas ataupun memakai alat bermodel kerucut. Alat potong yang dipakai sejenis dengan proses bubut rata.

7. Pembentukan Kartel (*Knurling*)

Pembentukan kartel di mesin berfungsi sebagai pegangan supaya tidak licin. Dalam bubut kartel dikerjakan dengan roda kartel yang berukuran standar. Perngkartelan ini bukan proses memotong tetapi mengepres / mengebor benda kerja sampai menghasilkan alur kartel. Bentuk permukaan kartel yang diciptakan umumnya diagonal (belah ketupat), lurus maupun miring.

8. Proses Bubut Eksentrik (*Eccentric Turning*)

Eksentrik berarti suatu poros dalam diameter / posisi senter pada *offset* yang berlainan. Putara bisa dilaksanakan dengan memakai *chuck* independen dengan rahang empat (4) dimaksudkan untuk mengubah posisi pencekaman benda kerja ke ukuran yang dibutuhkan. Pastikan lubang tengahnya eksentrik saat memasang pada bagian tengah.

9. Pembentukan Lubang

Dalam proses pembubutan bubut juga bisa membentuk lubang dengan memakai mata bor (*twist drill*), dan kadang-kadang diikuti dengan proses pengeboran dengan memakai pahat.

2.4. Pahat Bubut

Pahat bubut ialah peralatan penting yang sering dipakai pada proses pembubutan. Pahat dipasang di alat mesin yang padat serta dipakai dalam pemotongan maupun pembentukan benda kerja hingga membuat bentuk yang diharapkan. Pada proses ini benda kerja keras dikerjakan dengan pahat, bahan benda kerja lebih keras dari bahan yang akan dibubut.

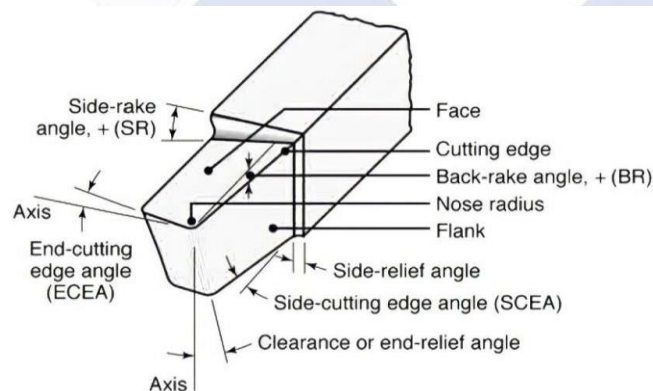
Geometri Pahat Bubut Nama geometri yang ada dalam alat potong (pahat) bubut adalah sudut potong tepi samping, sudut potong tepi depan, sudut bebas depan, sudut bebas sisi, dan sudut tatal. Besarnya sudut bebas dan sudut potong pahat bakal memberi pengaruh atas hasil pembubutan dan kinerja pahat, tergantung

pada tipe material yang akan dilakukan proses pembubutan. Contoh geometri pahat yang umum digunakan dalam pembubutan adalah pahat tepi rata kanan. Berikut ini adalah uraian ukuran dari sudut potong dan sudut bebas pahat bubut tepi rata kanan tipe HSS.



(Sumber : <https://id.scribd.com/document/369082536/Pahat-Bubut-Rata-Kanan>)

Dalam proses pembubutan rata bagi benda kerja dengan material baja lunak, untuk pahat bubut tepi rata kanan memiliki sudut kebebasan dan sudut potong yaitu *total cutting angle* 80° , *side cutting edge angle* 12° hingga 15° , *side rake angle* 12° hingga 20° , *front clearance angle* 8° hingga 10° dan *side clearance angle* 10° hingga 13° . Geometri dari pahat ini diperlihatkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Geometri Pahat Tepi Rata Kanan

2.5. Material Pahat Bubut

Proses membentuk *chip* dengan pemesinan dilaksanakan melalui kombinasi dua jenis material. Sebab prosesnya telah dipastikan, sehingga dibutuhkan material pahat yang lebih tinggi dari pada material benda kerja.

Keunggulan ini bisa tercapai sebat pahat dibuat dengan mempertimbangkan seluruh aspek yang mungkin timbul sewaktu proses pemesinan. Ketahanan atas beban kejut faktor dalam, kelarutan rendah dari komponen material alat, dan kelengketan yang rendah. Materuak yang biasanya dipakai pada pembuatan pahat bubut ialah baja karbon, HSS, Paduan Cor Non-Ferro, karbida dan keramik.

1. Baja karbon

Baja karbon tinggi (HCS) serta baja perkakas karbon (CTS) termasuk kedalam golongan baja karbon. Baja jenis ini memiliki kandungan karbon yang tinggi yaitu 0,7% sampai 1,4% C, dan kandungan unsur lain yang rendah seperti Mn, W dan Cr yang masing-masing memiliki kandungan 2%, akibatnya mempunyai nilai kekerasan permukaan yang lumayan tinggi. Melalui proses perlakuan panas pada temperatur khusus, struktur material berubah menjadi martensit dengan kekerasan dikisaran 500 sampai 1000 HV. Karena mertensit bakal melunak pada suhu kisaran 250°C.

2. HSS

Kira-kira pada tahun 1898, baja paduan tinggi yang mengandung unsur paduan crom (Cr) serta tungsten (W) ditemukan melewati proses pengecpram (molten metallurgy), yang kemudian dirol atau ditempa menjadi bentuk batang persegi panjang atau silinder. Dalam keadaan masih mentah (raw material), baja dikerjakan dengan proses pemesinan hingga menciptakan bermacam bentuk pahat bubut. Sesudah proses perlakuan panas dilakukan, kekeras bakal menjadi lumayan tinggi, akibatnya bisa dipakai bagi kecepatan potong tinggi, yaitu hingga tiga kali kecepatan potong pahat baja perkakas karbon. Dilihat dari kandungannya, HSS dapat dibedakan menjadi dua macam, HSS konvensional serta HSS khusus.

3. Paduan Non Cor-Ferro

Karakteristik bahan ini yaitu termasuk HSS dan karbida, dipakai untuk kasus-kasus khusus dimana pilihan antara karbida yang terlalu lunak serta HSS memilki kekerasan panas dan ketahanan aus yang relatif lemah. Material tipe ini dibuat dengan cara dituang hingga menciptakan bentuk yang tidak teralulususah,

seperti bit pahat (*insert*), lalai diasah sesuai dengan geometri yang diinginkan.

4. Karbida

Comented Carbides atau tipe karbida yang disemen ialah material pahat yang terbuat dengan metode *sintering* serbuk karbida (Nitrida, Oksida) dengan material pengikat yang biasanya berasal dari Cobalt (Co). Melalui metode *carburizing*, tiap-tiap material awal (serbuk) tungsten (W), titanium (Ti), serta tantalum (Ta) terbuat jadi karbida yang setelah itu dilakukan proses penggilingan serta penyaringan. Salah satu ataupun gabungan serbuk karbida ini, setelah itu digabungkan dengan material pengikat (Co) serta dilaksanakan pencetakan dengan cara ditekan serta menggunakan material pelumas yaitu parafin. Kemudian dilaksanakan proses presintering dengan suhu 1000° C, pemanasan awal buat menguapkan bahan pelumas serta sesudah itu dilaksanakan proses sintering dengan suhu 1600° C yang mengakibatkan wujud sisipan selaku akibat dari proses pencetakan tekan (Cold ataupun HIP) hendak menurun jadi kisaran 80% dari volume awal. *Hot Hardness* karbida yang disemen atau diikat tersebut cuma hendak menyusut apabila terjadi pelunakan elemen penggabungan. Terus menjadi besar prosentase pengikat Co hingga kekerasannya menyusut serta kebalikannya keuletan akan menjadi bagus.

5. Keramik (ceramics)

Keramik bagi arti yang kecil merupakan bahan paduan metalik serta bukan metalik. Sebaliknya untuk arti yang luas merupakan seluruh material tidak hanya metal ataupun bahan organik, yang meliputi pula bermacam tipe karbida, nitride, oksida, boride serta silikon dan karbon. Keramik memiliki sifat yang beda dari metal ataupun polimer sebab perbandingan jalinan atomnya, ikatannya bisa berbentuk jalinan sekunder, campuran kovalen dan ionic, ionic, maupun kovalen.

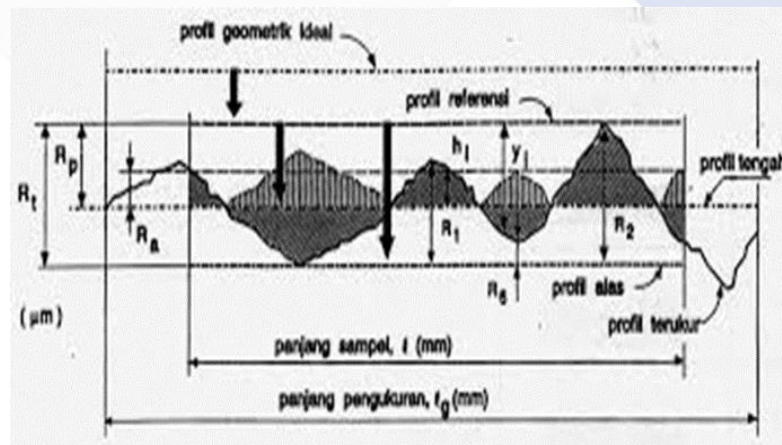
2.6. Pendingin

Pendingin adalah faktor utama pada proses pemesinan sebab menetapkan kualitas akhir produk. *Collant* menahan mata pahat agar tidak menjadi terlalu panas, menurunkan gesekan, mempertahankan keadaan kerja, mewujudkan permukaan yang bisa tertoleransi, berguna untuk pembersih, menaikkan pelepasan geram serta

mencegah terjadinya perngaratan (Rudi et al., 2019). *Collant* mempunyai fungsi utama yaitu mengatur temperatur benda kerja selama proses pembubutan. Saat penyayatan benda kerja, hal itu menyebabkan gesekan antara pahat dengan benda kerja. Gesekan ini menghasilkan panas, manalagi ketika memakai kecepatan potong tinggi. Sehingga perlu didinginkan menggunakan cairan pendingin. Jenis *collant* yang dipakai ialah dromus b, air radiator *coolant*, dan *cutting oil*.

2.7. Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan ialah dimensi nilai kasarnya permukaan pada bahan ataupun besar rendahnya sesuatu permukaan bahan yang diukur berdasarkan pada titik rujukan (Budiana et al., 2020). Sifat permukaan serta ketidakteraturan di permukaan bahan berbentuk guratan yang bisa dilihat pada permukaan. Kekasaran permukaan pula bisa dikira selaku jarak deviasi rata-rata dari kontur rata-rata. Faktor yang pengaruhi nilai kekasaran.



Gambar 2. 3 Bentuk Profil Kekasaran Permukaan (sumber: Rochim)

Bersumber pada Gambar 2.3. bisa diartikan sebagian parameter permukaan yang berkaitan dengan ukuran dalam arah tegak serta arah melintang. Buat arah tegak diketahui sebagian parameter :

1. Kekasaran total R_t (μm) merupakan jarak antara profil rujukan dengan alas.
2. Kekasaran perataan R_p (μm) merupakan jarak rata-rata profil rujukan dengan terukur.
3. Kekasaran rata-rata aritmatik R_a (μm) merupakan nilai rata-rata aritmatik dari harga mutlak jarak antara profil terukur dengan tengah.

4. Kekasaran rata-rata kuadratik Rg (μm) merupakan pangkal dari jarak kuadratik rata-rata antara profil terukur dengan tengah.
5. Kekasaran total rata-rata Rz (μm), adalah jarak antara profil alas ke profil terukur dalam 5 puncak tertinggi dikurangi jarak rata-rata profil alas dengan terukur pada 5 lembah terendah.

ISO (Organisasi Internasional untuk Standardisasi) telah membagi kekasaran Mean Arimatika (Ra) menjadi 12 tingkat kekasaran, seperti yang ditunjukkan Tabel 2.1. Angka Kekasaran permukaan ini dimaksudkan untuk menghindari kemungkinan kesalahan dalam menginterpretasi harga satuan kekasaran permukaan. Ini memungkinkan untuk menentukan nilai Ra atau menggunakan nilai kekasaran ISO untuk menulis kekasaran permukaan secara langsung.

Tabel 2. 1 Harga kekasaran ISO

Kelas Kekerasan	Harga C.L.A (μm)	Harga Ra (μm)	Toleransi	Panjang sampel (mm)
N1	1	0.0025	0.02 – 0.04	0.08
N2	2	0.05	0.04 – 0.08	
N3	4	0.0	0.08 – 0.15	
N4	8	0.2	0.15 – 0.3	
N5	16	0.4	0.3 – 0.6	0.25
N6	32	0.8	0.6 – 1.2	
N7	63	1.6	1.2 – 2.4	
N8	125	3.2	2.4 – 4.8	
N9	250	6.3	4.8 – 9.6	0.8
N10	500	12.5	9.6 – 18.75	2.5
N12	2000	50.0	37.5 – 75.0	8

2.8. Pengertian Metode Taguchi

Metode Taguchi merupakan metode penelitian teknis yang baru bertujuan buat meningkatkan mutu benda kerja serta proses dengan membuat biaya yang

seminimal mungkin dan sumber daya manusia. Proses ini bermaksud buat menggapai tujuan tersebut dengan melindungi benda kerja serta proses tidak dipengaruhi dari bermacam parameter gangguan seperti material, perlengkapan manufaktur, keadaan kerja serta proses operasi. Metode ini menghasilkan benda kerja ataupun proses baik atas parameter gangguan tersebut. Sebab itu, metode taguchi bisa dibbilang selaku *robust design* (Soejanto, 2009).

1. Analisis Ragam *Taguchi*

Analisis ragam merupakan teknik yang dipakai dalam analisis data yang sudah dikumpulkan pada rencana percobaan statistik. Analisis ini adalah teknik yang menggambarkan semua parameter populasi yang sudah diteliti. Dalam analisis ragam dua arah, data uji mencakup dua parameter atau lebih parameter serta dua level atau lebih.

2. Rasio S/N

Rasio S/N atau *rasio signal to noise* dipakai dalam pemilihan parameter yang berkontribusi dalam penurunan variabilitas respons. Pakai rasio S/N dalam menetapkan sejauh mana parameter yang mempengaruhi hasil percobaan. Bentuk karakteristik rasio S/N yaitu :

- *Small is Better*

Karakteristik kualitas nilai semakin kecil (semakin dekat dengan nol merupakan nilai yang dimau).

$$\text{rasio S/N} = - 10 \log\left(\sum_{i=1}^n \frac{y_i^2}{n}\right) \dots\dots\dots (2.4)$$

dengan:

n = jumlah replikasi

y = data dari eksperimen

- *Nominal the Better*

Karakteristik kualitas nilai dengan target tidak nol serta terbatas (menuju nilai yang ditetapkan).

$$\text{rasio S/N} = -10 \log\left(\frac{(y_i - \bar{y})^2}{n}\right) \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan:

n = jumlah replikasi

y = data dari eksperimen

- *Larger is Better*

Karakteristik kualitas nilai tak terbatas (semakin besar semakin baik sehingga sesuai keinginan).

$$\text{rasio S/N} = -10 \log\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}\right) \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan:

n = jumlah replikasi

y = data dari eksperimen

- **Perhitungan Jumlah Kuadrat:**

$$SS_A = \frac{A1^2}{n_{A1}} + \frac{A2^2}{n_{A2}} + \frac{A3^2}{n_{A3}} - \frac{T^2}{N} \dots\dots\dots (2.7)$$

- *Residual Error:*

$$SS_e = SS_T - SS_m - SS_{\text{faktor}} \dots\dots\dots (2.8)$$

- *Mean Square*

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A} \dots\dots\dots (2.9)$$

- *MS Residual Error*

$$(MS_e) = \frac{SS_e}{V_e} \dots\dots\dots (2.10)$$

- **Jumlah kuadrat total:**

$$SS_T = \sum Y^2 \dots\dots\dots (2.11)$$

- **Jumlah kuadrat rata-rata:**

$$SS_m = n \times \bar{Y}^2 \dots\dots\dots (2.12)$$

- Jumlah kuadrat *error*:

$$SS_{\text{Faktor}} = SS_A + SS_B + SS_C \dots\dots\dots(2.13)$$

- F rasio:

$$F = \frac{SS_A}{SS_e} \dots\dots\dots(2.14)$$

- Rumus persen kontribusi:

$$\rho = \frac{SS'_{\text{faktor}}}{SS_T} \times 100\% \dots\dots\dots(2.15)$$

- Perhitungan nilai prediksi kekasaran permukaan:

$$\hat{n} = n_m + \sum_{i=1}^q (\bar{n} - n_m) \dots\dots\dots (2.16)$$

- Uprediksi

$$Up = \bar{Y} + (\bar{B}_1 - \bar{Y}) + (\bar{A}_3 - \bar{Y}) + (\bar{C}_3 - \bar{Y}) \dots\dots\dots(2.17)$$

- CI_{optimasi}

$$CI_{-} \pm \sqrt{F(0,05; 2; 2)Ve \times \frac{1}{n_{eff}}} \dots\dots\dots(2.18)$$

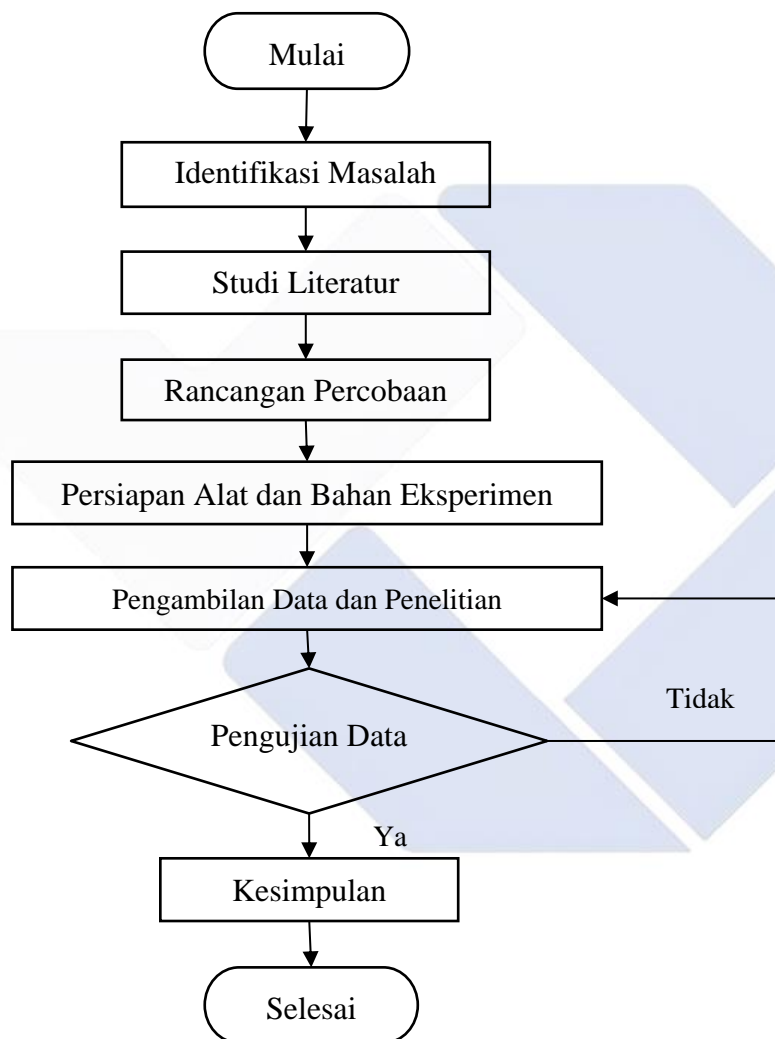
- Nilai rata-rata

$$= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \dots\dots\dots(2.19)$$

BAB III
METODE PELAKSANAAN

3.1 Diagram Alir

Diagram alir (*flow chart*) ditampilkan pada Gambar 3.1.



3.2 Identifikasi Masalah

Proses pertama yang paling penting pada proses penenilitan ialah peneliti bisa mendapatlan kasus yang bisa dijadikan bahan penelitian. Proses ini bisa dilaksanakan dengan menemukan masalah yang diobservasi. Berlandaskan hal ini,sehingga peneliti bisa mengambil cara untuk memperoleh data pendukung, yang bisa diperoleh melalui proses observasi, membaca pustaka, ataupun melaksanakan survei sebagai langkah awal. Bukan itu saja, identifikasi masalah yang benar mempengaruhi penelitian apakah bisa lanjut ataupun tidak.

3.3 Studi Literatur

Sesudah mendapatkan permasalahan yang bisa diidentifikasi, kemudian berikutnya bagi peneliti ialah mempelajari literatur. Tujuan penelitian literatur yaitu supaya peneliti bisa mendapatkan referensi teoritis dari permasalahan yang diperoleh sebelumnya, serta informasi sebagai pendukung proses penelitian.

3.4 Rancangan Percobaan

Rancangan Percobaan merupakan studi yang menentukan kerangka dasar operasi. Mengumpulkan data pada objek dengan mempunyai variasi berlandaskan pada prinsip statistika.

3.4.1 Parameter Penelitian

Pada penelitian ini terdapat parameter yang berguna dalam rangka untuk memperoleh data eksperimen, adapun paramter tersebut yaitu :

a. Parameter Bebas

Parameter ini ialah harga parameter yang bisa dikontrol serta bisa ditetapkan oleh aspek-aspek tertentu pada suatu penelitian yang menuju ke tujuan penelitian.

b. Parameter Respon

Parameter respon ialah harga parameter yang tidak bisa ditetapkan diawal serta perlakuan yang dikasih memberikan pengaruh. Harga parameter bisa didapat sesudah melaksanakan eksperimen.

c. Parameter Tetap

Parameter tetap ialah harga parameter yang bisa ditetapkan berlandaskan pada aspek-aspek tertentu dari penelitian yang mengacu ke tujuan penelitian.

3.4.2 Parameter Respon

Terdapat beberapa parameter faktor yang mempengaruhi proses pembubutan. Pada penelitian ini terdiri dari tiga parameter faktor yaitu, variasi sudut potong, jenis pendingin dan kecepatan pemakanan. Ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Parameter Proses

Faktor	Satuan	Level		
		1	2	3
Sudut Potong (A)	Derajat (°)	12	13	14
Jenis Pendingin (B)	-	Dromus B	Radiator	<i>Cutting oil</i>
Kecepatan Pemakanan (C)	Mm/menit	0,040	0,048	0,056

3.4.3 Pemilihan Matriks Orthogonal

Berlandaskan pada parameter independen serta jumlah level yang dipakai pada penelitian ini diperlihatkan dalam Tabel 3.1. sehingga bisa dilaksanakan perhitungan derajat kebebasan guna menenentukan matriks orthogonal yang akan dipakai. Hasil perhitungan derajat kebebasan ditunjukkan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Derajat Kebebasan Parameter Bebas dan Levelnya

No	Parameter bebas	Jumlah level (k)	Vn(k-1)
1	Sudut Potong (derajat°)	3	2
2	Jenis Pendingin	3	2
3	Kecepatan Pemakanan (mm/menit)	3	2
Total Derajat Kebebasan			6

Dari tabel di atas hasil perhitungan derajat kebebasan total penelitian ini, diperoleh 6 derajat kebebasan. Sehingga derajat kebebasan yang benar untuk matriks orthogonalnya ialah $L_9(3^4)$ dengan $L_9(3^4) = 4 \times (3^1) = 8$ derajat kebebasan. Maka pemilihan matriks orthogonal yang akan dipakai wajib memiliki derajat kebebasan yang serupa ataupun lebih tinggi dari total derajat kebebasan untuk percobaan ini.

Matriks orthogonal $L_9(3^4)$ mempunyai 4 kolom atau faktor dan memiliki 9 baris yang bisa dipakai untuk empat faktor parameter bebas dengan setiap parameter mempunyai 3 level. Desain penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Matriks Orthogonal Untuk L_9

No	Parameter Pemesinan		
	Sudut Potong	Jenis Pendingin	Kecepatan Pemakanan
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

3.5 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dipakai pada penelitian ini yaitu :

3.5.1 Alat

3.5.1.1 Pahat

Pahat yang dipakai dalam penelitian ini yaitu pahat HSS ½ inch x 4 inch BOHLER. Untuk variasi ukuran dari sudut potong samping yaitu 12°, 13°, dan 14°. Ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Pahat

3.5.1.2 Mesin Bubut

Mesin bubut Bemato merupakan mesin yang dipakai pada penelitian ini. Diperlihatkan pada Gambar 3.3.



Merek : Bemato

Type : BMT 1224 BV

Serial No 44375

MFG.Date 2014 12

Voltage : 380 V

3.5.1.3 Surface Roughness Tester

Alat pengukuran kekasaran permukaan yang dipakai untuk mengukur kekasaran setelah benda kerja mendapatkan perlakuan proses pemesinan bubut yaitu *Surface Roughness Tester*. Diperlihatkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Surface Roughness Tester

3.5.2 Bahan

3.5.2.1 Material

Material yang dipakai dalam penelitian ini ialah baja paduan SCM 440. Yaitu baja paduan yang mengandung kromium dan molibdenum, dan merupakan baja karbon sedang. Dengan ukuran material yaitu $\varnothing 25 \times 100$ mm, bentuk material diperlihatkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Bentuk Material

3.6 Pengambilan Data

Pengambilan data ialah aktivitas untuk menemukan data di lapangan yang akan dipakai guna menjawab masalah dalam penelitian ini. Konfirmasi pengambilan data paling dibutuhkan demi mendapatkan data yang benar. diperlihatkan pada Gambar 3.6. berikut :



Gambar 3. 6 Pengambilan Data

3.6.1 Prosedur Percobaan

Adapun prosedur yang dilaksanakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Persiapan material baja SCM 440.
2. Pembubutan *facing* terhadap baja SCM 440.
3. Pembubutan terhadap baja SCM 440 untuk di jadikan sampel.

Berikut ini cara pembubutan baja SCM 440 memakai mesin bubut Bemato yaitu:

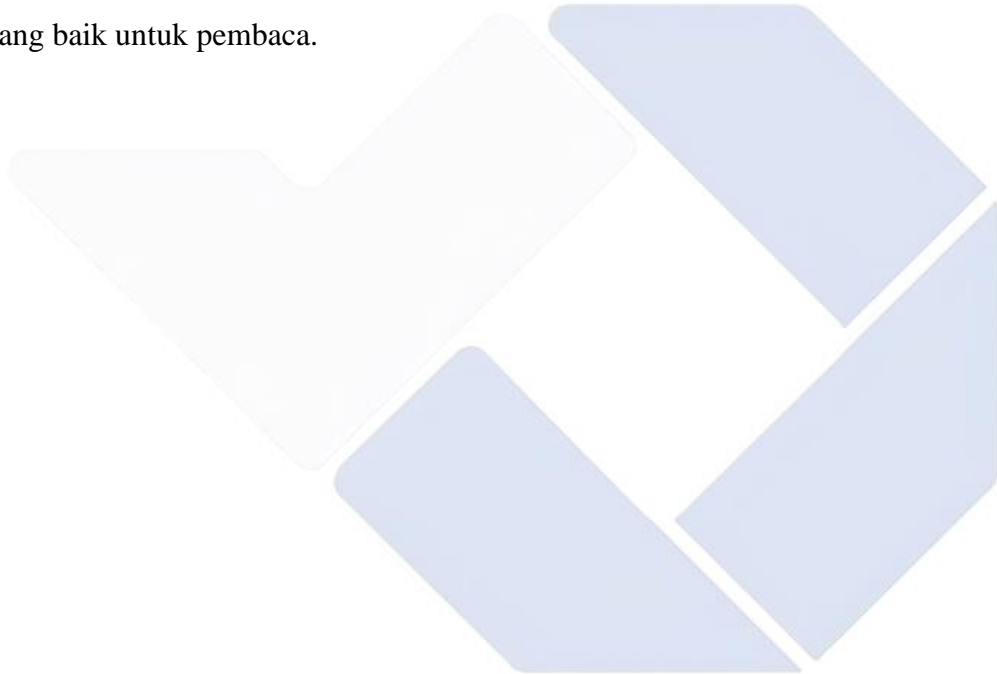
1. Mempersiapkan alat-alat serta material yang akan di bubut.
2. Memasang benda kerja pada *chuck* mesin bubut Bemato.
3. Melakukan penyettingan pada mesin bubut Bemato.
4. Menghidupkan mesin bubut serta melaksanan proses pembubutan.
5. Mematikan mesin bubut kemudian lepas benda kerja yang tercekam *chuck* mesin bubut.

3.7 Pengolahan Data

Metode *Taguchi* dipakai sebagai metode pengolahan data pada penelitian ini. Sesudah itu, apabila semua data sudah terkumpul lalu dilanjutkan dengan pengolahan memakai metode *Taguchi*.

3.8 Kesimpulan

Kesimpulan merupakan suatu ringkasan yang dilaksanakan mulai pada awal hingga akhir penelitian. Kesimpulan ini ialah bagian yang penting bagi sebuah penelitian guna mengetahui isi dari penelitian anda sendiri. Bagian terpenting pada penelitian ini ialah harus singkat, padat serta jelas sehingga memberikan kesan yang baik untuk pembaca.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data Eksperimen

Pengumpulan data penelitian dilaksanakan secara kombinasi yaitu memakai parameter proses yang ada di mesin BEMATO. Parameter proses yang diduga mempengaruhi respon terhadap kekasaran permukaan adalah Sudut potong (A), Jenis pendingin (B), Kecepatan pemakanan (C). Pengumpulan data untuk penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

4.1.1 Pengukuran Kekasaran Permukaan Benda Kerja

Pada pengukuran kekasaran permukaan suatu benda kerja dilaksanakan dengan memakai alat pengukur kekasaran permukaan. Data eksperimen umum disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Hasil Percobaan

<i>Matriks Orthogonal</i>										
$L_9(3^3)$										
Eksperimen	Faktor			Awal	Replikasi		Jumlah	<i>Mean</i>		
	A	B	C		1	2				
1	1	1	1	4,477	3,620	5,923	14,021	4,673		
2	1	2	2	5,336	5,495	5,250	16,081	5,360		
3	1	3	3	3,305	5,562	3,406	12,274	4,091		
4	2	1	2	5,523	5,600	3,992	15,115	5,038		
5	2	2	3	6,116	6,204	7,055	19,376	6,458		
6	2	3	1	2,686	3,658	3,503	9,847	3,282		
7	3	1	3	4,823	3,078	4,536	12,437	4,145		
8	3	2	1	3,683	4,558	4,033	12,275	4,091		
9	3	3	2	5,087	3,222	3,556	11,865	3,955		
Rata-rata								4,565		

Penelitian ini dilaksanakan dengan cara memakai proses pembubutan halus (*finishing*). Dari Hasil percobaan permulaan tersebut memperlihatkan harga rata-rata kekasaran permukaan yang memakai *setting* kombinasi pada eksperimen ke-6 ialah sebesar 3,282 μm , bisa dilihat bahwa hasil kombinasi pada eksperimen ini mempunyai harga kekasaran permukaan dengan *range* pembubutan halus (*finishing*) atau bisa dibilang paling rendah.

Efek level dari parameter terhadap rata-rata kekasaran permukaan benda kerja. Berikutnya akan dilaksanakan perhitungan rata-rata respon dari setiap parameter, diperlihatkan sebagai berikut:

Perhitungan rata-rata parameter A

$$A1 = 1/3(4,673+5,360+4,091) = 4,708$$

$$A2 = 1/3(5,038+6,458+3,282) = 4,926$$

$$A3 = 1/3(4,823+3,683+5,087) = 4,531$$

Perhitungan rata-rata parameter B

$$B1 = 1/3(4,673+5,038+4,146) = 4,619$$

$$B2 = 1/3(5,360+6,458+4,091) = 5,303$$

$$B3 = 1/3(4,091+3,282+3,955) = 3,776$$

Perhitungan rata-rata parameter C

$$C1 = 1/3(4,673+3,282+4,091) = 4,016$$

$$C2 = 1/3(5,360+5,038+3,955) = 4,784$$

$$C3 = 1/3(4,091+6,458+4,146) = 4,898$$

4.2 Penentuan Kombinasi Parameter Respon Untuk Optimal

Dari tiga parameter utama yang diobservasi yaitu sudut potong, jenis pendingin serta kecepatan pemakanan, diperlihatkan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Respon Rata-Rata Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan Dari Pengaruh Parameter

Simbol	Parameter	Level 1	Level 2	Level 3
A	Sudut potong	4,708	4,926	4,064
B	Jenis pendingin	4,619	5,303	3,776
C	Kecepatan pemakanan	4,016	4,784	4,898
Rata-rata				4,566

Sumber : Hasil pengujian kekasaran

Berdasarkan data-data tersebut bisa menentukan nilai level untuk kombinasi parameter bersumber dari nilai rata-rata kekasaran permukaan di setiap level parameter proses.

4.3 Analisis Variansi Dan Porsen Kontribusi

Analisis variansi (ANOVA) dipakai untuk menentukan parameter proses yang berkontribusi bagi mengurangi variasi respons kekasaran permukaan benda kerja. Pada penelitian ini dilakukan ANOVA terhadap kekasaran yang bertindak sebagai respon yang mewakili respon secara keseluruhan.

ANOVA dalam metode Taguchi dipakai untuk metode statistik dalam menafsirkan data hasil penelitian. ANOVA diartikan sebagai cara perhitungan yang mengharuskan secara kuantitatif memperikarakan besar kontribusi dalam setiap parameter pada seluruh pengukuran respon. ANOVA yang dipakai dalam rancangan parameter berfungsi sebagai pembantu mengidentifikasi kontribusi parameter sehingga ketepatan perkiraan model dapat ditetapkan. ANOVA dua arah ialah ANOVA yang biasanya dipakai pada hasil percobaan pada metode Taguchi. ANOVA jenis ini ialah data eksperimen yang terdiri dari dua level ataupun lebih serta dua parameter ataupun lebih.

4.3.1 Analisis Variansi Rata-Rata Kekasaran

$$SS_A = \sum_{i=1}^{KA} \left[\frac{A_i^2}{n_{Ai}} \right] - \frac{T^2}{N}$$

Dengan:

KA = Jumlah level parameter A

A_i = Level ke 1 parameter A

n_{Ai} = Jumlah percobaan level ke i parameter A

T = Total seluruh nilai

N = Banyak data seluruhnya

Perhitungan Total Kuadrat (*sum of square*) Parameter A:

$$SS_A = \frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_A} + \frac{A_3^2}{n_A} - \frac{T^2}{N}$$

Perhitungan *sum of square* parameter A:

$$SS_A = \frac{14,124^2}{3} + \frac{14,778^2}{3} + \frac{12,192^2}{3} - \frac{41,094^2}{9}$$

$$SS_A = 1,204$$

Perhitungan Total Kuadrat (*sum of square*) Parameter B:

$$SS^B = \frac{B1^2}{n_{B1}} + \frac{B2^2}{n_{B2}} + \frac{B3^2}{n_{B3}} - \frac{T^2}{N}$$

Perhitungan *sum of square* parameter B:

$$SS_B = \frac{13,857^2}{3} + \frac{15,909^2}{3} + \frac{11,328^2}{3} - \frac{41,094^2}{9}$$

$$SS_B = 3,509$$

Perhitungan Total Kuadrat (*sum of square*) Parameter C:

$$SS^C = \frac{C1^2}{n_{C1}} + \frac{C2^2}{n_{C2}} + \frac{C3^2}{n_{C3}} - \frac{T^2}{N}$$

Perhitungan *sum of square* parameter C:

$$SS_C = \frac{12,046^2}{3} + \frac{14,353^2}{3} + \frac{14,695^2}{3} - \frac{41,094^2}{9}$$

$$SS_C = 1,383$$

Residual Error:

$$\begin{aligned} SS_e &= SS_T - SS_m - SS_{parameter} \\ &= 194,717 - 187,632 - 6,096 \\ &= 0,989 \end{aligned}$$

Derajat kebebasan :

$$V_A = 3 - 1 = 2$$

Derajat kebebasan :

$$V_B = 3 - 1 = 2$$

Derajat kebebasan :

$$V_C = 3 - 1 = 2$$

Rata-rata kuadrat (*Mean Square*)

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A} = \frac{1,204}{2} = 0,602$$

$$MS_B = \frac{SS_B}{V_B} = \frac{3,509}{2} = 1,7545$$

$$MS_C = \frac{SS_C}{V_C} = \frac{1,383}{2} = 0,6915$$

$$MS \text{ Residual Error } (MS_e) = \frac{SS_e}{V_e} = \frac{0,989}{2} = 0,4945$$

Jumlah kuadrat total:

$$\begin{aligned} SS_T &= \sum Y^2 \\ &= (4,673^2) + (5,360^2) + (4,091) \dots \dots + (3,955^2) \\ &= 194,717 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat rata-rata (*mean*):

$$\begin{aligned} SS_m &= n \times \bar{Y}^2 \\ &= 9 \times (4,566)^2 \\ &= 187,632 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat *error*:

$$\begin{aligned} SS_{\text{Parameter}} &= SS_A + SS_B + SS_C \\ &= 1,204 + 3,509 + 1,383 \\ &= 6,096 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F rasio} &= \frac{SS_A}{SS_e} \\ &= \frac{1,204}{0,989} \\ &= 1,217 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F rasio} &= \frac{SS_B}{SS_e} \\ &= \frac{3,509}{0,989} \\ &= 3,548 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F rasio} &= \frac{SS_C}{SS_e} \\
 &= \frac{1,383}{0,989} \\
 &= 1,398
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_{\text{Total}} &= SS_A + SS_B + SS_C + SS_e \\
 &= 1,204 + 3,509 + 1,383 + 0,989 \\
 &= 7,085
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variansi atas rata-rata kekasaran permukaan tersebut bisa dilihat dalam Tabel 4.3:

Tabel 4. 3 Analisis Variansi Rata-Rata Kekasaran Permukaan

Sumber	V	SS	MS	F-rasio
A	2	1,204	0,602	1,217
B	2	3,509	1,7545	3,548
C	2	1,383	0,6915	1,398
Error	2	0,989	0,4945	-
Total	8	7,085	-	-

Sumber : Hasil pengujian kekasaran

Untuk melihat seberapa besarnya kontribusi yang diciptakan dari masing-masing parameter, pertama-tama harus menghitung SS'_i , ditunjukkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 SS'_A &= SS'_A - MS_e(V_A) \\
 &= 1,204 - 0,4945 (2) \\
 &= 1,419
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS'_B &= SS'_B - MS_e(V_B) \\
 &= 3,509 - 0,4945 (2) \\
 &= 2,52
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS'_C &= SS'_C - MS_e(V_C) \\
 &= 1,383 - 0,4945 (2) \\
 &= 1,777
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_e &= SS_T - SS'_A - SS'_B - SS'_C \\
&= 7,085 - 1,419 - 2,52 - 1,777 \\
&= 1,369
\end{aligned}$$

Untuk persentase kontribusi untuk setiap parameter dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\rho &= \frac{SS'_{faktor}}{SS_T} \times 100\% \\
\rho^A &= \frac{1,419}{7,085} \times 100\% = 20,02\% \\
\rho^B &= \frac{2,52}{7,085} \times 100\% = 35,56\% \\
\rho^C &= \frac{1,777}{7,085} \times 100\% = 25,08\% \\
\rho^e &= \frac{1,369}{7,085} \times 100\% = 19,32\%
\end{aligned}$$

Hasil hitungan persentase kontribusi ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Persentase Kontribusi Terhadap Rata-Rata

Sumber	V	SS	MS	SS'	P(%)
A	2	1,204	0,602	1,419	20,02
B	2	3,509	1,7545	2,52	35,56
C	2	1,383	0,6915	1,777	25,08
Error	2	0,989	0,4945	1,369	19,32
Total	8	7,085	-	-	100

Sumber : Hasil persen kontribusi

Berdasarkan tabel perhitungan diatas, bisa menunjukkan bahwa parameter B (Jenis pendingin) memberikan nilai kontribusi paling besar dibandingkan dengan nilai factor lainnya,yaitu 35,56%.

4.4 Hasil Prediksi Nilai Kekasaran Permukaan Dan Interval Keyakinan

Hasil prediksi nilai kekasaran permukaan serta interval kepercayaan bersumber dari kontribusi gabungan terhadap respons optimal dapat ditentukan sebagai nilai kekasaran optimal yang diprediksi. Perhitungan prediksi kekasaran terbaik didasarkan pada nilai rata-rata untuk setiap level parameter. Nilai prediksi kekasaran permukaan memakai persamaan yaitu:

$$\hat{n} = n_m + \sum_{i=1}^q (\bar{n} - n_m)$$

$$\hat{n} = 4,566 + (4,064 - 4,566) + (3,776 - 4,566) + (4,898 - 4,566)$$

$$\hat{n} = 3,606$$

Dengan demikian, prediksi nilai kekasaran untuk kombinasi variabel yang menghasilkan respon terbaik. Interval kepercayaan rata-rata untuk kekasaran yang diprediksi pertama-tama ditentukan dengan menghitung jumlah pengamatan yang valid. Hitung jumlah observasi yang valid menggunakan persamaan berikut:

$$n_{\text{eff}} = \frac{\text{jumlah total eksperimen}}{1 + \text{jumlah derajat kebebasan variabel-variabel untuk menduga rata-rata}}$$

$$n_{\text{eff}} = \frac{9 \times 3}{1 + (2+2+2)} = \frac{27}{7}$$

$$n_{\text{eff}} = 3,857$$

$$\text{Nilai } F_{(0,05;2;2)} = 19,00 \text{ dan } MS_E = 0,4945$$

$$CI = \pm \sqrt{F_{(0,05;2;2)} \times MS_e \times \frac{1}{n_{\text{eff}}}}$$

$$= \pm \sqrt{19,00 \times 0,4945 \times \frac{1}{3,857}} = \pm 1,561$$

$$\mu_{\text{prediksi}} - CI \leq \mu_{\text{prediksi}} \leq \mu_{\text{prediksi}} + CI$$

$$3,606 - 1,561 \leq 3,606 \leq 3,606 + 1,561$$

$$2,045 \leq 3,606 \leq 5,167$$

4.5 Perhitungan Rasio S/N Dari Respon

$$S / N \text{ Ratio} = -10 \log [1/n \sum_{i=1}^n y_i^2]$$

Keterangan :

Yi = nilai kekasaran permukaan benda kerja

n = total replikasi (pengulangan)

Eksperimen 1

$$S/N = -10 \log [4,477^2 + 3,620^2 + 5,923^2] = -13,568$$

Eksperimen 2

$$S/N = -10 \log [5,336^2 + 5,495^2 + 5,250^2] = -14,585$$

Eksperimen 3

$$S/N = -10 \log [3,305^2 + 5,562^2 + 3,406^2] = -12,508$$

Eksperimen 4

$$S/N = -10 \log [5,523^2 + 5,600^2 + 3,992^2] = -14,138$$

Eksperimen 5

$$S/N = -10 \log [6,116^2 + 6,204^2 + 7,055^2] = -16,220$$

Eksperimen 6

$$S/N = -10 \log [2,686^2 + 3,658^2 + 3,503^2] = -10,396$$

Eksperimen 7

$$S/N = -10 \log [4,823^2 + 3,078^2 + 4,536^2] = -12,496$$

Eksperimen 8

$$S/N = -10 \log [3,683^2 + 4,558^2 + 4,033^2] = -12,270$$

Eksperimen 9

$$S/N = -10 \log [5,087^2 + 3,222^2 + 3,556^2] = -12,122$$

Berdasarkan perhitungan nilai Rasio S/N tersebut, dapat disimpulkan bahwa untuk hasil respon kekasaran permukaan benda kerja yang mempunyai karakteristik kualitas semakin kecil semakin bagus (*smaller the better*). Ditunjukkan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Rasio S/N

Matriks Ortogonal							
L ₉ (3 ³)							
Eksperimen	Faktor			Awal	Replikasi		SN
	A	B	C		1	2	
1	1	1	1	4,477	3,620	5,923	-13,568
2	1	2	2	5,336	5,495	5,250	-14,585
3	1	3	3	3,305	5,562	3,406	-12,508
4	2	1	2	5,523	5,600	3,992	-14,138
5	2	2	3	6,116	6,204	7,055	-16,220
6	2	3	1	2,686	3,658	3,503	-10,396
7	3	1	3	4,823	3,078	4,536	-12,496
8	3	2	1	3,683	4,558	4,033	-12,270
9	3	3	2	5,087	3,222	3,556	-12,122
Rata-rata							-13,144

Sumber : Hasil rasio S/N

4.6 Pengaruh Level Dari Parameter Terhadap Variansi Kekasaran

Untuk Perhitungan variabilitas nilai rasio S/N kekasaran permukaan benda kerja dengan melewati kombinasi level pada setiap parameter bisa dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 A1 &= 1/3 (-13,568+-14,585 +-12,508) &&= -13,553 \\
 A2 &= 1/3 (-14,138+-16,220 +-10,396) &&= -13,584 \\
 A3 &= 1/3 (-12,496 +-12,270+-12,122) &&= -12,296 \\
 B1 &= 1/3 (-13,568+-14,138 +-12,496) &&= -13,400 \\
 B2 &= 1/3 (-14,585 +-16,220+-12,270) &&= -14,358 \\
 B3 &= 1/3 (-12,508 +-10,396 +-12,122) &&= -11,675 \\
 C1 &= 1/3 (-13,568 +-10,396 +-12,270) &&= -12,078 \\
 C2 &= 1/3 (-14,585 +-14,138 +-12,122) &&= -13,739 \\
 C3 &= 1/3 (-12,508 +-16,220 +-12,496) &&= -13,741
 \end{aligned}$$

Untuk ketiga parameter utama yang sudah diobservasi pada penelitian ini yaitu sudut potong, jenis pendingin dan kecepatan pemakanan. Pengaruh parameternya diperlihatkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Respon Rasio S/N Kekasaran Permukaan Dari Pengaruh Parameter

	A	B	C
Level 1	-13,553	-13,400	-12,078
Level 2	-13,584	-14,358	-13,739
Level 3	-12,296	-11,675	-13,741
Selisih	-1,288	-2,683	-1,663
Ranking	3	1	2

Sumber : Hasil Respon rasio S/N

4.6.1 Analisis Variansi Dan Persen Kontribusi Untuk S/N Rasio

Bersumber pada parameter yang berpengaruh terhadap nilai rata-rata kekasaran permukaan, sehingga untuk mendapatkan parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap nilai rasio S/N juga bisa dilaksanakan

dengan perhitungan model analisis dua arah. Perhitungan analisis variansi yang terdiri dari perhitungan derajat kebebasan, jumlah kuadrat serta rata-rata bisa dilihat sebagaiberikut:

Perhitungan Jumlah Kuadrat (*sum of Square*) parameter A :

$$SS_A = \frac{A1^2}{a_{A1}} + \frac{A2^2}{n_A} + \frac{A3^2}{n_A} - \frac{T^2}{N}$$

Perhitungan *sum of square* parameter A :

$$SS_A = \frac{-40,661^2}{3} + \frac{-40,754^2}{3} + \frac{-36,888^2}{3} - \frac{-118,303^2}{9}$$

$$SS_A = 3,242$$

Perhitungan Jumlah kuadrat (*sum of square*) parameter B:

$$SS_B = \frac{B1^2}{b_{B1}} + \frac{B2^2}{n_{B2}} + \frac{B3^2}{n_{B3}} - \frac{T^2}{N}$$

Perhitungan *sum of square* parameter B :

$$SS_B = \frac{-40,202^2}{3} + \frac{-43,075^2}{3} + \frac{-35,026^2}{3} - \frac{-118,303^2}{9}$$

$$SS_B = 11,092$$

Perhitungan Jumlah kuadrat (*sum of square*) parameter C:

$$SS_C = \frac{C1^2}{c_{C1}} + \frac{C2^2}{n_{C2}} + \frac{C3^2}{n_{C3}} - \frac{T^2}{N}$$

Perhitungan *sum of square* parameter C :

$$SS_C = \frac{-36,234^2}{3} + \frac{-40,845^2}{3} + \frac{-41,224^2}{3} - \frac{-118,303^2}{9}$$

$$SS_C = 5,144$$

Derajat kebebasan :

$$V_A = 3 - 1 = 2$$

Derajat kebebasan :

$$V_B = 3 - 1 = 2$$

Derajat kebebasan :

$$V_C = 3 - 1 = 2$$

Rata-rata kuadrat (*Mean Square*):

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A} = \frac{3,242}{2} = 1,621$$

Rata-rata kuadrat (*Mean Square*):

$$MS_B = \frac{SS_b}{V_A} = \frac{11,092}{2} = 5,546$$

Rata-rata kuadrat (*Mean Square*)

$$MS_C = \frac{SS_C}{V_A} = \frac{5,144}{2} = 2,572$$

MS Residual Error (MS_e)

$$MS_e = \frac{SS_e}{V_e} = \frac{3,595}{2} = 1,7975$$

Jumlah kuadrat total

$$\begin{aligned} SS_T &= \sum Y^2 \\ &= (13,568^2) + (14,585^2) + (12,508^2) + \dots + (12,122^2) \\ &= 1.577,953 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat karena rata-rata (*mean*) :

$$\begin{aligned} SS_m &= n \times \bar{Y}^2 \\ &= 9 \times (13,144)^2 \\ &= 1.554,88 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat *error* :

$$\begin{aligned} SS_{\text{Parameter}} &= SS_A + SS_B + SS_C \\ &= 3,242 + 11,092 + 5,144 \\ &= 19,478 \end{aligned}$$

Residual Error

$$\begin{aligned} SS_e &= SS_T - SS_m - SS_{\text{parameter}} \\ &= 1.577,953 - 1.554,88 - 19,478 \\ &= 3,595 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F rasio} &= \frac{SS_A}{SS_e} \\ &= \frac{3,242}{3,595} \\ &= 0,901 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F rasio} &= \frac{SS_B}{SS_e} \\ &= \frac{11,092}{3,595} \\ &= 3,085 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F rasio} &= \frac{SS_C}{SS_e} \\ &= \frac{5,144}{3,595} \\ &= 1,430 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
SS_{\text{Total}} &= SS_A + SS_B + SS_C + SS_e \\
&= 3,242 + 11,092 + 5,144 + 3,595 \\
&= 23,073
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan ANOVA terhadap rasio S/N diperlihatkan pada Tabel 4.7:

Tabel 4. 7 Analisis Variansi Rasio S/N Kekasaran Permukaan

Sumber	V	SS	MS	F-rasio
A	2	3,242	1,621	0,901
B	2	11,092	5,546	3,085
C	2	5,144	2,572	1,430
<i>Error</i>	2	3,595	1,7975	-
Total	8	23,073	-	-

Dalam rangka supaya memperoleh seberapa besar kontribusi yang diakibatkan dari setiap parameter, pertama-tama lakukan perhitungan SS' yaitu:

$$\begin{aligned}
SS'_A &= SS_A - MS_e(V_A) \\
&= 3,242 - 1,7975(2) \\
&= 2,889
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
SS'_B &= SS_B - MS_e(V_B) \\
&= 11,092 - 1,7975(2) \\
&= 18,589
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
SS'_C &= SS'_C - MS_e(V_C) \\
&= 5,144 - 1,7975(2) \\
&= 6,693
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_e &= SS_T - SS'_A - SS'_B - SS'_C \\
&= 23,073 - 2,889 - 18,589 - 6,693 \\
&= -5,098
\end{aligned}$$

Untuk persentase kontribusi setiap parameter dihitung dengan rumus:

$$\rho = \frac{SS'_{faktor}}{SS_T} \times 100\%$$

$$\rho^A = \frac{2,889}{23,073} \times 100\% = 12,51\%$$

$$\rho^B = \frac{18,589}{23,073} \times 100\% = 80,56\%$$

$$\rho^C = \frac{6,693}{23,073} \times 100\% = 29,00\%$$

$$\rho^e = \frac{-5,098}{23,073} \times 100\% = -22,09\%$$

Untuk hasil nilai perhitungan persentase kontribusi terhadap rata-rata, diperlihatkan pada Tabel 4.8. berikut:

Tabel 4. 8 Perhitungan Persen Kontribusi S/N

Sumber	V	SS	MS	SS'	P(%)
A	2	3,242	1,621	2,889	12,51%
B	2	11,092	5,546	18,589	80,56%
C	2	5,144	2,572	6,693	29,00%
Error	2	3,595	1,7975	-5,098	-22,09%
Total	8	23,073			100%

Berdasarkan tabel perhitungan persentase kontribusi parameter tersebut, memperlihatkan bahwasannya parameter B (Jenis pendingin) memberikan kontribusi yang paling besar terhadap rasio S/N jika dibandingkan dengan parameter lainnya, yaitu 80,56%.

4.6.2 Prediksi Rasio S/N Kekasaran Permukaan Yang Optimal

Sudah diketahui parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap rasio S/N kekasaran permukaan benda kerja yang optimal:

1. Parameter A level 3 (Sudut potong 14 derajat)
2. Parameter B level 3 (Jenis pendingin *cutting oil*)
3. Parameter C level 1 (Kecepatan pemakanan 0,040 mm/menit)

Akibatnya model persamaan rata-rata kekasaran permukaan yaitu:

$$\begin{aligned} \mu_{prediksi} &= \bar{Y} + (\bar{A} - \bar{Y}) + \bar{Y} + (\bar{B} - \bar{Y}) + \bar{Y} + (\bar{C} - \bar{Y}) \\ &= -13,144 + (-12,296 + 13,144) - 13,144 + (-11,675 + 13,144) \\ &\quad - 13,144 + (-12,078 + 13,144) \\ &= -36,049 \end{aligned}$$

Untuk interval kepercayaan rata-rata kekasaran permukaan benda kerja tingkat kepercayaan 95% yaitu:

Diketahui : $F(0,05;2;2) = 19,00$ dan $Ve/MS_e = 1,7975$

$$n_{eff} = \frac{\text{jumlah total eksperimen}}{1 + \text{jumlah derajat kebebasan variabel-variabel untuk menduga rata-rata}}$$

$$n_{eff} = \frac{9 \times 3}{1 + (2+2+2)} = \frac{27}{7}$$

$$n_{eff} = 3,857$$

$$CI = \pm \sqrt{F_{(0,05;2;2)} \times MS_e \times \frac{1}{n_{eff}}}$$

$$= \pm \sqrt{19,00 \times 1,7975 \times \frac{1}{3,857}} = \pm 2,975$$

$$\mu_{prediksi} - CI \leq \mu_{prediksi} \leq \mu_{prediksi} + CI$$

$$-36,049 - 2,975 \leq -36,049 \leq -36,049 + 2,975$$

$$-39,024 \leq -36,049 \leq -33,074$$

Bersumber pada hasil perhitungan, ANOVA kekasaran permukaan diperlihatkan dalam Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan ANOVA

Sumber	V	SS	MS	F	P(%)
A	2	1,204	0,602	1,217	20,02
B	2	3,509	1,7545	3,548	35,56
C	2	1,383	0,6915	1,398	25,08
Error	2	0,989	0,4945	-	19,32
Total	8	7,085	-	-	100

Nilai F_{hitung} yang lebih besar dari pada F_{tabel} mengindikasikan bahwa variable proses tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap respon secara serentak. Hipotesis nol dan hipotesis alternatif yang digunakan pada uji hipotesis dengan menggunakan distribusi F adalah sebagai berikut :

1. Parameter A (Sudut potong)

H_0 : Variasi perlakuan tidak berpengaruh terhadap kekasaran permukaan

H_1 : Ada perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap kekasaran permukaan

Kesimpulan $F_{hitung} = 1,217 < F(0,05;2;2) = 19,00$ maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh parameter sudut potong terhadap kekasaran permukaan

2. Parameter B (Jenis pendingin)

H_0 : Variasi perlakuan tidak berpengaruh terhadap kekasaran permukaan

H_1 : Ada perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap kekasaran permukaan

Kesimpulan $F_{hitung} = 3,548 < F(0,05;2;2) = 19,00$ maka H_0 diterima, artinya tidak adanya pengaruh parameter jenis pendingin terhadap kekasaran permukaan tetapi dari semua parameter nilai yang paling besar ada pada parameter B (jenis pendingin)

3. Parameter C (Kecepatan pemakanan)

H_0 : Variasi perlakuan tidak berpengaruh terhadap kekasaran permukaan

H_1 : Ada perlakuan yang memberikan pengaruh terhadap kekasaran permukaan

Kesimpulan $F_{hitung} = 1,398 < F(0,05;2;2) = 19,00$ maka H_0 diterima, artinya tidak adanya pengaruh parameter kecepatan pemakanan terhadap kekasaran permukaan.

Kondisi hipotesis nol (H_0) untuk masing-masing parameter proses ditunjukkan pada Tabel 4.10 :

Tabel 4. 10 Kondisi Hipotesis Nol Respon Secara Serentak

Sumber Variabel	Kondisi H_0
A	Diterima
B	Diterima
C	Diterima

Berdasarkan tabel di atas yang memperlihatkan kondisi hipotesis nol respon. Parameter tersebut tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap respon kekasaran permukaan, Error yang paling besar kontribusinya 35,56% mengartikan bahwasannya ada parameter yang berpengaruh namun terabaikan.

Perhitungan persentase kontribusi bersumber dari hasil analisis variansi dilaksanakan dengan memakai persamaan. Berikut ini adalah sampel perhitungan persentase kontribusi untuk Parameter B (jenis pendingin) yaitu:

$$\begin{aligned} SS'_B &= SS'_B - MS_e(V_B) \\ &= 3,509 - 0,4945 (2) \\ &= 2,52 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{SS'_{faktor}}{SS_T} \times 100\% \\ \rho^B &= \frac{2,52}{7,085} \times 100\% = 35,56\% \end{aligned}$$

Tabel menunjukkan bahwa parameter sudut potong (A), jenis pendingin(B), kecepatan pemakanan (C) tidak memiliki pengaruh secara signifikan terhadap kekasaran permukaan. Parameter yang mempunyai kontribusi terhadap kekasaran permukaan ialah sudut potong, yaitu 20,02% diikuti dengan jenis pendingin yang mempunyai persentase kontribusi sebesar 35,56% serta kecepatan pemakanan memiliki persentase kontribusi sebesar 25,08%.

4.7 Percobaan Konfirmasi

Percobaan validasi dilakukan untuk memverifikasi hasil yang di peroleh.hal ini dilakukan dengan membandingkan interval kepercayaan rata-rata untuk kekasaran permukaan yang di prediksi dengan interval kepercayaan rata-rata untuk eksperimen validasi. Eksperimen validasi dilakukan dengan menggunakan kombinasi pengaturan parameter yang diperoleh dari hasil optimasi. Pada penelitian ini, respon kombinasi awal juga dibandingkan dengan respon kombinasi optimal. Kombinasi awal dan kombinasi optimal dalam percobaan ditunjukkan pada Tabel 4.11:

Tabel 4. 11 Kombinasi Parameter Proses Untuk Kondisi Awal Dan Kondisi Optimum

Parameter proses	Kombinasi awal		Kombinasi optimum	
	Nilai	Level	Nilai	Level
Sudut potong (A)	14	3	14	3
Jenis pendingin (B)	<i>Cutting oil</i>	3	<i>Cutting oil</i>	3
Kecepatan pemakanan (C)	0,040	1	0,040	1

4.8 Hasil Pengolahan Data Eksperimen kombinasi awal

Berikut adalah hasil dari perhitungan kombinasi awal dapat dilihat pada Tabel 4.12:

Tabel 4. 12 Perhitungan Kombinasi Awal Dan Akhir

Replikasi						Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Kombinasi awal	3,543	3,734	3,585	3,670	3,825	3,671
Kombinasi optimum	3,641	3,433	3,854	3,872	4,004	3,761

Perhitungan rasio S/N untuk masing-masing respon dilakukan dengan menggunakan persamaan. Hasil rasio S/N tersebut di tunjukkan pada Tabel 4.13 di bawah ini :

Tabel 4. 13 Perhitungan S/N Untuk Masing-Masing Respon

Setting respon	Kombinasi awal		Kombinasi optimum	
	Nilai rata-rata	Rasio S/N	Nilai rata-rata	Rasio S/N
Kekasaran permukaan	3,671	4,297	3,761	11,466

Pada penelitian ini di lakukan perbandingan antara interval keyakinan rata-rata kekasaran kombinasi awal dengan interval keyakinan rata-rata kekasaran kombinasi optimum. Perbandingan tersebut di tunjukan pada Tabel 4.14 di bawah ini:

Tabel 4. 14 Perbandingan Kombinasi

	Kombinasi awal	Kombinasi optimum
Kekasaran permukaan (μm)	3,671	3,761

Tabel 4.14 menunjukkan bahwa nilai kombinasi awal 3,671 dan kombinasi optimal adalah 3,761. Penentuan interval kepercayaan kekasaran rata-rata untuk percobaan validasi dilakukan dengan menghitung jumlah pengamatan efektif terlebih dahulu. Jumlah pengamatan yang valid dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$n_{\text{eff}} = \frac{\text{jumlah total eksperimen}}{1 + \text{jumlah derajat kebebasan variabel} - \text{variabel untuk menduga rata} - \text{rata}}$$

$$n_{\text{eff}} = \frac{9 \times 3}{1 + (2 + 2 + 2)} = \frac{27}{7}$$

$$n_{\text{eff}} = 3,857$$

$$\text{Nilai } F_{(0,05;2;2)} = 19,00 \text{ dan } MS_E = 0,04945 \text{ r}=5$$

Perhitungan interval keyakinan rata-rata kekasaran percobaan konfirmasi dengan menggunakan persamaan adalah sebagai berikut:

$$CI_{\text{optimasi}} : \sqrt{F_{\alpha;1;v_E} \cdot MS_E \left[\frac{1}{n_{\text{eff}}} + \frac{1}{r} \right]}$$

$$CI_{\text{optimasi}} : \sqrt{19,00 \times 0,04945 \times \left[\frac{1}{3,857} + \frac{1}{5} \right]}$$

$$CI_{\text{optimasi}} : \pm 0,656$$

Dengan demikian interval keyakinan 95% rata-rata kekasaran konfirmasi adalah $3,671 \pm 0,656$ atau $3,015 \leq$ kekasaran konfirmasi $4,327$ percobaan konfirmasi digunakan untuk memverifikasi bahwa nilai rata-rata yang di taksir untuk parameter dan level yang telah di pilih dari percobaan adalah valid.

Estimasi nilai rata-rata yang sebenarnya pada kondisi optimum didasarkan pada hasil nilai rata-rata yang di peroleh dari percobaan. Validasi ditetapkan jika rata-rata dari hasil percobaan konfirmasi berada di dalam interval hasil prediksi.

Pada pengaturan kombinasi yang optimal, rata-rata kekasaran permukaan masih dalam batas halus. Keterbatasan halus adalah tingkat kekasaran N7. Karena kita perlu mengetahui perbedaan antara nilai awal dari respons pengikatan dan nilai

optimal dari respons pengikatan, kami melakukan pemeriksaan statistik menggunakan uji kesamaan rata-rata untuk setiap respons. Langkah-langkah pengujian yang dilakukan adalah :

1. Uji kenormalan data
2. Uji dua variasi
3. Uji kesamaan rata-rata

Hasil pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Uji kenormalan data (menggunakan uji *kologrov-smirnov*)

- Hipotesis uji kenormalan data:
 H_0 : data berdistribusi normal
 H_1 : data tidak berdistribusi normal
- Kriteria penolakan
Tolak H_0 , jika nilai $P\text{-value} < \alpha$ dan $\alpha = 5\% = 0,05$
- Kesimpulan
Berdasarkan kriteria penolakan, hasil uji kenormalan data kekasaran permukaan ditunjukkan pada Tabel 4.15 berikut:

Tabel 4. 15 Hasil Uji Kenormalan Data

Respon	p-value	Kondisi H_0	Data
Kekasaran permukaan awal	0,150	Gagal ditolak	Berdasarkan normal
Kekasaran permukaan optimum	0,150	Gagal di tolak	Berdasarkan normal

Hasil uji kenormalan data untuk respon kekasaran permukaan diperoleh nilai $p\text{-Value}$ lebih besar dari $\alpha = 0,05$, sehingga H_0 gagal ditolak. Jadi dapat disimpulkan kedua respon tersebut berdistribusi normal.

2. Uji dua variasi (*two variances*)

- Hipotesis uji dua variasi adalah:

$$H_0 : \sigma^2_1 = \sigma^2_2$$

$$H_1 : \sigma^2_1 \neq \sigma^2_2$$

- Kriteria penolakan adalah:
Tolak H_0 , jika nilai $P\text{-value} < \alpha$ dan $\alpha = 5\% = 0,05$
- Kesimpulan

Berdasarkan kriteria penolakan, hasil uji dua variasi untuk respon kekasaran permukaan di tunjukan pada Tabel 4.16 dibawah ini:

Tabel 4. 16 Hasil Uji Dua Variasi

Respon	$p\text{-value}$	Kondisi H_0	Variasi
Kekasaran permukaan	0,862	Gagal ditolak	Sama

Hasil uji dua variansi data untuk respon kekasaran permukaan diperoleh nilai $p\text{-value}$ lebih besar dari $\alpha = 0,05$,sehingga H_0 gagal di tolak. Jadi dapat di simpulkan kedua respon tersebut bernilai sama.

3. Uji kesamaan rata-rata (*two sample t-test*)

- Hipotesis uji dua variansi adalah:
 H_0 : kekasaran permukaan awal= kekasaran permukaan optimum
 H_1 : kekasaran permukaan awal> kekasaran permukaan optimum
- Kriteria penolakan adalah:
Tolak H_0 , jika nilai $P\text{-value} < \alpha$ dan $\alpha = 5\% = 0,05$
- Kesimpulan

Berdasarkan kriteria penolakan, hasil uji dua variansi untuk respon kekasaran permukaan ditunjukkan pada Tabel 4.17 dibawah ini:

Tabel 4. 17 Hasil Uji Dua Variasi

Respon	$P\text{-value}$	Kondisi H_0	Rata-rata
Kekasaran permukaan	0,025	Ditolak	Kekasaran permukaan>kekasaran optimum

Hasil uji kesamaan rata-rata untuk respon kekasaran permukaan di peroleh nilai $p\text{-value}$ lebih kecil dari $\alpha = 0,05$, sehingga H_0 ditolak. Jadi dapat di simpulkan kekasaran permukaan awal lebih besar dari kekasaran permukan optimum.

4.9 Perhitungan Rasio S/N Eksperimen Kombinasi Awal

Hasil dari eksperimen konfirmasi tersebut kemudian di hitung rata-ratanya ditransformasikan dalam bentuk rasio S/N.

$$\begin{aligned}\text{Nilai rata-rata} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \\ &= \frac{3,543+3,734+3,585+3,670+3,825}{5} \\ &= 3,671\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai s/n rasio} &= -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [Y_i^2] \right] \\ &= -10 \log \left[\frac{1}{5} \left[\frac{1}{3,543^2} + \frac{1}{3,734^2} + \frac{1}{3,585^2} + \frac{1}{3,670^2} + \frac{1}{3,825^2} \right] \right] \\ &= 4,297\end{aligned}$$

1. Interval kepercayaan rasio S/N eksperimen kombinasi awal adalah sebagai berikut :

Nilai $F_{(0,05;2;2)} = 19,00$ dan $MS_E = 1,7975r = 5$

$$CI_{optimasi} : \sqrt{F_{\alpha;1;v_E} \cdot MS_E \left[\frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r} \right]}$$

$$CI_{optimasi} : \sqrt{19,00 \times 1,7975 \times \left[\frac{1}{3,857} + \frac{1}{5} \right]}$$

$$CI_{optimasi} : \pm 3,960$$

Interval kepercayaan untuk variabilitas adalah :

$$4,297 - 3,960 \leq S/N_{\text{Kombinasi awal}} \leq 4,297 + 3,960$$

$$0,337 \leq S/N_{\text{Kombinasi awal}} \leq 8,257$$

4.10 Hasil Pengolahan Data Eksperimen Konfirmasi

Hasil dari eksperimen konfirmasi tersebut harus berada dalam interval kepercayaan konfirmasi. Penentuan interval keyakinan rata-rata kekasaran untuk percobaan konfirmasi di lakukan dengan terlebih dahulu menghitung banyakan pengamatan efektif. Banyakan pengamatan efektif di hitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{\text{jumlah total eksperimen}}{1 + \text{jumlah derajat kebebasan variabel} - \text{variabel untuk menduga rata - rata}}$$

$$n_{\text{eff}} = \frac{9 \times 3}{1 + (2+2+2)} = \frac{27}{7}$$

$$n_{\text{eff}} = 3,857$$

Nilai $F_{(0,05;2;2)} = 19,00$ dan $MS_E = 0,04945$ $r=5$

Perhitungan interval keyakinan rata-rata kekasaran percobaan konfirmasi dengan menggunakan persamaan adalah sebagai berikut:

$$CI_{\text{optimasi}} : \sqrt{F_{\alpha;1;v_E} \cdot MS_E \left[\frac{1}{n_{\text{eff}}} + \frac{1}{r} \right]}$$

$$CI_{\text{optimasi}} : \sqrt{19,00 \times 0,04945 \times \left[\frac{1}{3,857} + \frac{1}{5} \right]}$$

$$CI_{\text{optimasi}} : \pm 0,656$$

Dengan demikian interval keyakinan 95% rata-rata kekasaran konfirmasi adalah $3,671 \pm 0,656$ Atau $3,015 \leq \text{kekasaran}_{\text{konfirmasi}} \leq 4,327$.

4.11 Perhitungan Rasio S/N Eksperimen Konfirmasi Optimum

Hasil dari eksperimen konfirmasi tersebut kemudian di hitung rata-ratanya ditransformasikan dalam bentuk rasio S/N.

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata-rata} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \\ &= \frac{3,641+3,433+3,854+3,872+4,004}{5} \\ &= 3,761 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai s/n rasio} &= -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [Y_i^2] \right] \\ &= -10 \log \left[\frac{1}{5} \left[\frac{1}{3,641^2} + \frac{1}{3,433^2} + \frac{1}{3,854^2} + \frac{1}{3,872^2} + \frac{1}{4,004^2} \right] \right] \\ &= 11,466 \end{aligned}$$

1. Interval kepercayaan rasio S/N eksperimen kombinasi awal adalah sebagai berikut :

Nilai $F_{(0,05;2;2)} = 19,00$ dan $MS_E = 1,7975$ $r = 5$

$$CI_{\text{optimasi}} : \sqrt{F_{\alpha;1;v_E} \cdot MS_E \left[\frac{1}{n_{\text{eff}}} + \frac{1}{r} \right]}$$

$$CI_{\text{optimasi}} : \sqrt{19,00 \times 1,7975 \times \left[\frac{1}{3,857} + \frac{1}{5} \right]}$$

$$CI_{optimasi} : \pm 3,960$$

Interval kepercayaan untuk variabilitas adalah :

$$11,466 - 3,960 \leq S/N_{Kombinasi\ awal} \leq 11,466 + 3,960$$

$$7,506 \leq S/N_{Kombinasi\ awal} \leq 15,426$$

4.12 Pembahasan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari analisis sebelumnya, kombinasi faktor-faktor yang mempengaruhi rata-rata dan varians kekasaran permukaan adalah sama, yaitu sudut potong 14(derajat), jenis pengingin *cutting oil* dan kecepatan pemakanan adalah 0,040mm dan dari hasil perhitungan interval kepercayaan pada tingkat kepercayaan 95% untuk eksperimen awal kemudian dibandingkan dengan interval eksperimen konfirmasi berada pada interval kepercayaan eksperimen Taguchi. Interval kepercayaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.18:

Tabel 4. 18 Perbandingan Dengan Interval Eksperimen

Respon		Prediksi	Optimasi
Eksperimen	Rata –rata	3,671	3,671 ± 0,656
Kombinasi awal	Variabilitas	4,297	4,297± 3,960
Eksperimen Taguchi	Rata –rata	1,636	1,758± 0,463
	Variabilitas	-36,049	-36,049 ± 2,975
Eksperimen	Rata –rata	3,761	3,371 ± 0,616
Kombinasi optimum	Variabilitas	11,466	11,466 ± 3,960

Berdasarkan interpretasi hasil perhitungan kekasaran permukaan yang tertera pada Tabel 4.18 yaitu eksperimen Taguchi ke eksperimen konfirmasi mengalami peningkatan. Dengan demikian kombinasi optimal faktor-faktor tersebut diatas terbukti dapat meningkatkan kekasaran permukaan benda kerja.

Eksperimen konfirmasi digunakan untuk memverifikasi bahwa estimasi rata-rata variabel dan level yang dipilih dari eksperimen adalah valid.

Kekasaran rata-rata yang dikonfirmasi sebesar 1,636. Dari sini, dapat disimpulkan bahwa pengaturan kombinatorial tingkat parameter di bawah kondisi optimal yang diperoleh adalah valid.

Tabel 4.18 menunjukkan rata-rata kekasaran permukaan 3,671 dalam percobaan menggunakan pengaturan gabungan awal dan rata-rata kekasaran permukaan 3,761 menggunakan pengaturan gabungan optimal.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian ini, proses penelitian konfirmasi yang telah dilakukan, maka dari penelitian yang berjudul “Pengaruh jenis pendingin dan Variasi sudut potong terhadap kekasaran permukaan bubut baja SCM 440 “ dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan nilai persen kontribusi jenis pendingin yaitu sebesar 80,56%, bahwa parameter yang paling berpengaruh atas kekasaran permukaan material baja SCM 440 adalah jenis pendingin.
2. *Setting* kombinasi level parameter proses yang tepat pada mesin bubut Bemato, sehingga dapat kombinasi level parameter proses yang tepat pada mesin bubut bemato. Sehingga mendapatkan nilai kekasaran optimal yaitu dengan sudut potong 13° , jenis pendingin *cutting oil*, dan kecepatan pemakanan 0,040, sehingga menghasilkan kekasaran permukaan yang baik yaitu sebesar 3,282.

5.2 Saran

1. Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode taguchi, untuk peneliti selanjutnya dikembangkan menggunakan metode yang lainnya.
2. Melakukan percobaan menggunakan media pendingin lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Yuliansyha, (2020), "Pengaruh Variasi Sudut Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Baja ST 42 Tugas". *Journal Teknik Mesin*, vol. 2, no 01, pp. 63-72.
- Arya Rudi Nasution, Affandi, Z. Fuadi, (2019), "Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses *Face Milling*", *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, vol. 2, no. 2, pp. 131–139.
- Budiana Budiana, Fitriyanti Nakul, Nadhrah Wivanius, Budi Sugandi, Rivani Yolanda, (2020), "Analisis Kekasaran Permukaan Besi ASTM36 dengan menggunakan *Surftest dan Image – J*", *Journal of Applied Electrical Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 49-54.
- Edwin Apriansyah, Tri Widagdo, Zainuddin, (2020), "Pengaruh Variasi Pendingin dan Sudut Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Aluminium 6061", *Austenit*, vol. 12, no.1, pp. 14–20.
- Faizal Abda'u, Arya Mahendra Sakti, (2014), "Pengaruh Jenis Pahat, Jenis Pendinginan dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kerataan dan Kekasaran Permukaan Baja ST 42 Pada Proses Bubut Rata Muka", *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 23–32.
- Peni Dwi Purnomo, Johan Wayan Dika, Mashudi, (2021), "Pengaruh Variasi Pendingin Terhadap Kekasaran dan Temperatur Permukaan Pada Proses Pembubutan Baja Karbon Rendah ST 41", *Journal of Science Nusantara*, vol. 1, no. 2, pp. 47–57.
- Riyo Mulyadi, Yudi Oktriadi, Muhammad Rivai, (2022), "Study Kasus Nilai Kekasaran Permukaan Material Baja S45C Pada Proses Pemesinan CNC Bubut", *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*, vol. 2, no. 01, pp. 186-192.
- Taufiq Rochim, (1993), *Teori dan Teknologi Proses Permesinan*, Bandung: ITB.
- Taufiq Rochim, (2001), *Spesifikasi, Metrologi, dan Kontrol Kualitas Geometrik*,

Bandung: ITB.

Taufiq Rochim, (2007), *Proses Pemesinan Buku 1. Perkakas dan sistem Pemerkakaan Umur Pahat, Cairan Pendingin Pemesinan.*

Zaldy Kurniawan, Eko Yudo, Ridho Rosmansyah, (2019), "Optimasi Kekasaran Permukaan Pada Material Amutit Dengan Proses CNC Turning Menggunakan Desain Taguchi", *Jurnal Teknologi Manufaktur*, vol. 10, no. 01, pp. 45–51.



Lampiran 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Muhammad Angga Pratama
Tempat & Tanggal lahir : Dalil, 07 Agustus 2001
Alamat : Desa Dalil kec. Bakam Kab. Bangka , Prov.
Bangka Belitung.

Jenis Kelamin : Laki-laki

Agama : Islam

Telp : -

Hp : 083169601442

E-mail : manggapratama2818@gmail.com

2. Riwayat Pendidikan

SD NEGERI 5 Bakam Lulus Tahun 2012

SMP NEGERI 1 Bakam Lulus Tahun 2016

SMA NEGERI 1 Bakam Lulus Tahun 2019

3. Riwayat Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 17 Januari 2023

Muhammad Angga Pratama

Lampiran 2

F-Tabel

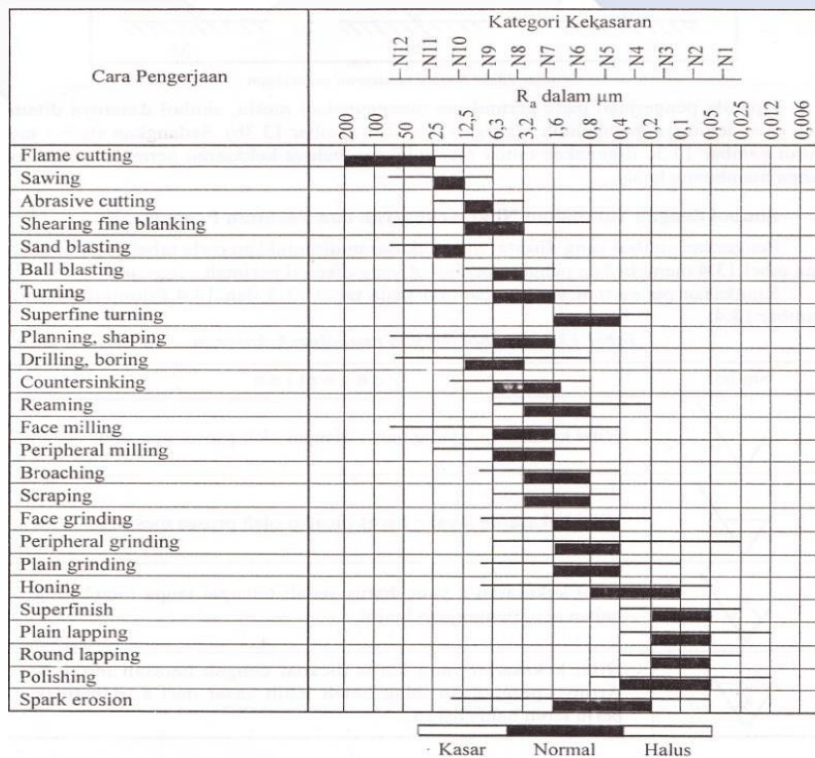
Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilita = 0,05

df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.33	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.03	2.00
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.99
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.02	1.99	1.97
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.07	2.04	2.01	1.99	1.96
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.95
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14	2.10	2.06	2.02	2.00	1.97	1.95
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.99	1.96	1.94
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13	2.08	2.04	2.01	1.98	1.95	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94	1.92
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.03	1.99	1.96	1.94	1.91
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11	2.06	2.02	1.99	1.96	1.93	1.91
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.95	1.92	1.90
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89

Lampiran 3

Harga kekasaran

Kekasaran (μm)	Tingkat kekasaran	Panjang sampel (mm)
50 25	N12 N11	8
12,5 6,3	N10 N9	2,5
3,2 1,6 0,8 0,4	N8 N7 N6 N5	0,8
0,2 0,1 0,05	N4 N3 N2	0,25
0,025	N1	0,08



Lampiran 4

Hasil Pengukuran

Replikasi 1

Benda Kerja 1



Benda kerja 2



Benda kerja 3



Benda kerja 4



Benda kerja 5



Benda kerja 6



Benda kerja 7



Benda kerja 8



Benda kerja 9



Replikasi 2

Benda kerja 1



Benda kerja 2



Benda kerja 3



Benda kerja 4



Benda kerja 5



Benda kerja 6



Benda kerja 7



Benda kerja 8



Benda kerja 9



Replikasi 3

Benda kerja 1



Benda kerja 2



Benda kerja 3



Benda kerja 4



Benda kerja 5



Benda kerja 6



Benda kerja 7



Benda kerja 8



Benda kerja 9



Konfirmasi

Konfirmasi 1



Konfirmasi 2



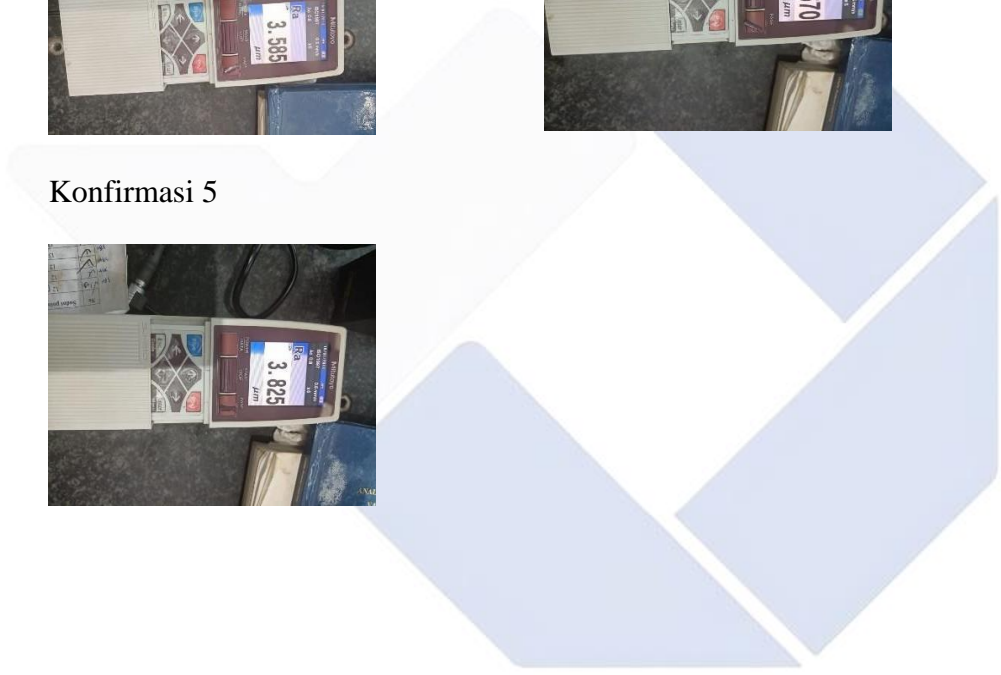
Konfirmasi 3



Konfirmasi 4



Konfirmasi 5



Lampiran 5

Response Tabel S/N

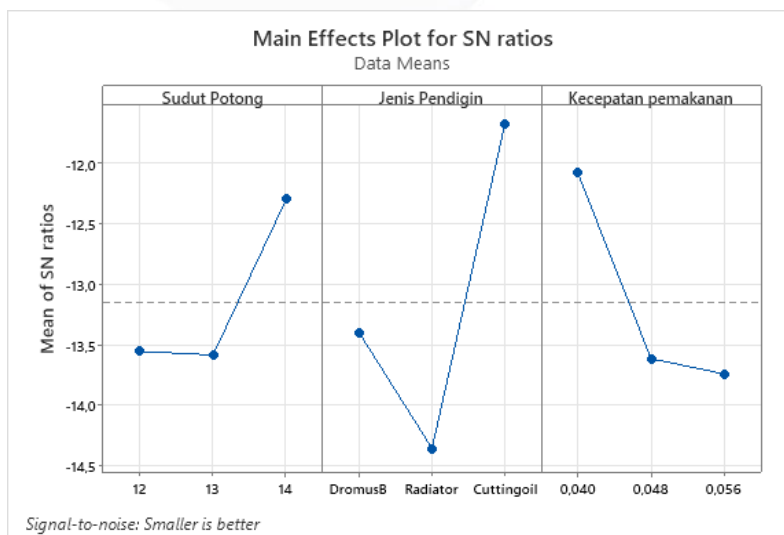
Response Table for Signal to Noise Ratios

Smaller is better

Level	Sudut Potong	Jenis Pendigin	Kecepatan pemakanan
1	-13,56	-13,40	-12,08
2	-13,59	-14,36	-13,62
3	-12,30	-11,68	-13,74
Delta	1,29	2,68	1,66
Rank	3	1	2

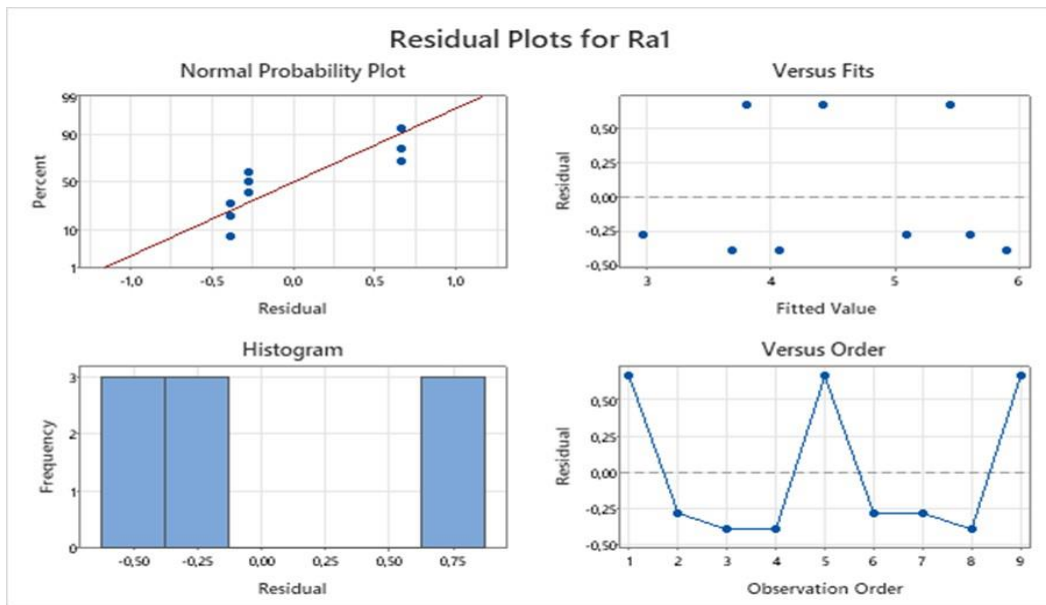
Response Table for Means

Level	Sudut Potong	Jenis Pendigin	Kecepatan pemakanan
1	4,709	4,619	4,016
2	4,927	5,304	4,785
3	4,064	3,776	4,899
Delta	0,862	1,527	0,883
Rank	3	1	2

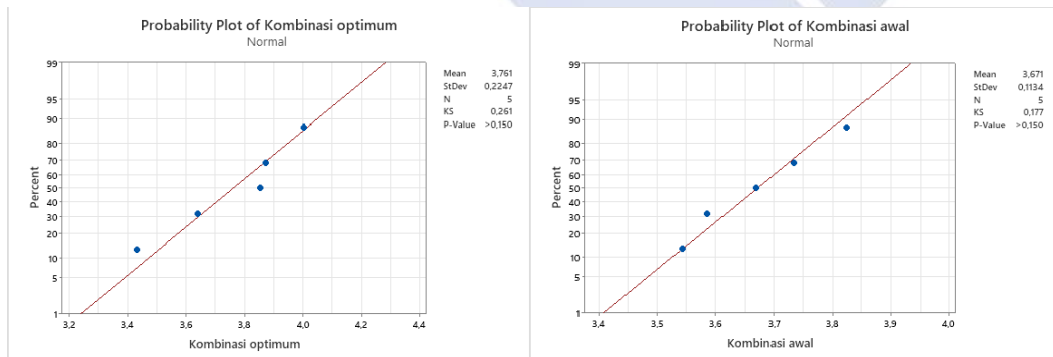


Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Sudut Potong	2	0,2462	0,1231	0,12	0,891
Jenis Pendigin	2	3,3985	1,6993	1,68	0,373
Kecepatan pemakanan	2	4,4932	2,2466	2,22	0,310
Error	2	2,0207	1,0104		
Total	8	10,1586			



Uji kenormalan data



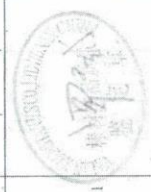
Lampiran 6

Sertifikat Benda Kerja SCM 440



湘钢
 湖南华菱湘潭钢铁有限公司
 HUNAN VALIN XIANGTAN IRON AND STEEL CO., LTD.
 林材产品质量证明书
 ROUND BAR INSPECTION CERTIFICATE
 湖南华菱湘潭钢铁有限公司 Steel
 Co. Import - Export Dept.
 Tel: 0086-0731-58059017
 Add: Yueyang, Xiangtan, Hunan, P. R. C.
 Postcode: 411101

证书号 CERTIFICATE NO	标准 SPECIFICATION	JIS G1083 2005	牌号 STEEL GRADE	SCM410	整车到站 DESTINATION	水运 (上海十区)																																														
合同号 CONTRACT NO	交货状态 DELIVERY STATE	热轧 HOT-ROLLED	运输方式 TRANSPORTED BY	铁路	打印日期 ISSUE DATE	2018-07-19																																														
产品名称 PRODUCT	ALLOY STEEL ROUND BAR																																																			
炉号 HEAT NO.	重量 WEIGHT (MT)	数量 QTY (BBL)	规格 SIZE (MM)	生产日期 DATE OF PRODUCTION	化学成分, % CHEMICAL COMPOSITION, %																																															
18105929-1	52.73	19	Φ25	2018-06-21	<table border="1"> <tr> <td>C</td><td>Si</td><td>Mn</td><td>P</td><td>S</td><td>Ni</td><td>Cr</td><td>Cu</td><td>Al</td><td>Mo</td><td>V</td><td>Co</td><td>Nb</td><td>Ti</td><td>B</td><td>Sn</td><td>As</td><td>Pb</td><td>Sb</td><td>Bi</td><td>O</td><td>N</td><td>H</td> </tr> <tr> <td>0.42</td><td>0.22</td><td>0.23</td><td>0.003</td><td>0.003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td><td>0.0003</td> </tr> </table>	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Al	Mo	V	Co	Nb	Ti	B	Sn	As	Pb	Sb	Bi	O	N	H	0.42	0.22	0.23	0.003	0.003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Al	Mo	V	Co	Nb	Ti	B	Sn	As	Pb	Sb	Bi	O	N	H																														
0.42	0.22	0.23	0.003	0.003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003																														
炉号 HEAT NO.	力学性能 MECHANICAL PROPERTIES		工艺性能 PROCESSING PROPERTIES		低倍组织, 源 MACROSCOPIC STRUCTURE, GRADE																																															
18105929-4	屈服强度 Y.S (Mpa)	抗拉强度 T.S (Mpa)	断面收缩率 Z (%)	冷弯 C.B.	冲击功 Akv2 (J)	晶粒度 G.S																																														
	1117	1177	16	1/5合格	104	50.4																																														
件数合计 (BBL): Total Qty	19																																																			
重量合计 (MT): Total Weight	52.73																																																			
1. It is certified that the products are manufactured and inspected according to the upper conditions and results are qualified. 2. Acid leaching microscopic structure are only filled with the grade of porosity and segregation, the unallowable defects include flake, skin blowhole and shrinkage are assured to correspond standards, so they are only inspected but not been filled. 备注: 酸浸探伤: 6米 Φ750mm 酸浸探伤为退火硬度值。带状组织: 1.0。魏氏体组织: 0。A形C曲线(屈服或强度): 2.0 REMARKS																																																				
质量控制中心 Quality Control Principal																																																				



Lampiran 7

Sudut Potong

Sudut potong 12°



Sudut Potong 13°



Sudut Potong 14°



angga

ORIGINALITY REPORT

8%	7%	0%	2%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS



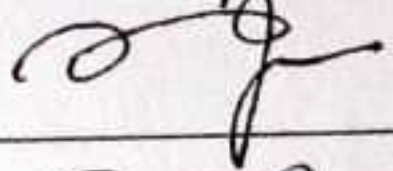


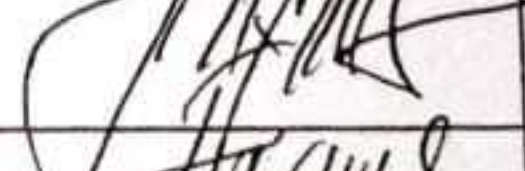
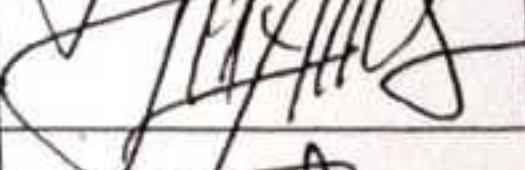


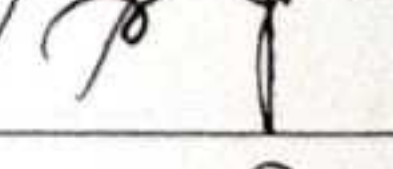
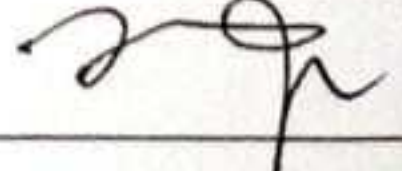
PRIMARY SOURCES

1	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	5%
2	Submitted to Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung Student Paper	2%
3	repository.its.ac.id Internet Source	<1%
4	123dok.com Internet Source	<1%
5	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1%
6	repositori.usu.ac.id Internet Source	<1%
7	id.scribd.com Internet Source	<1%
8	pdfcoffee.com Internet Source	<1%
9	repository.unib.ac.id Internet Source	<1%
10	repo.itera.ac.id Internet Source	<1%
11	www.scribd.com Internet Source	<1%
12	docplayer.info Internet Source	<1%
13	text-id.123dok.com Internet Source	<1%

Exclude quotes Off
Exclude bibliography Off

Exclude matches Off



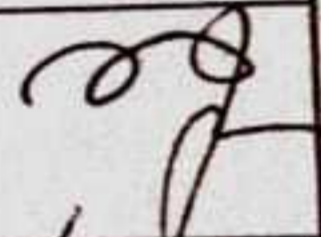
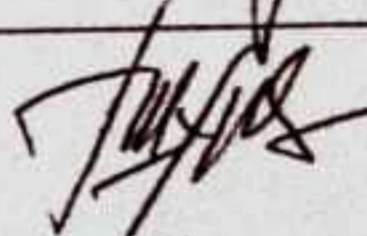
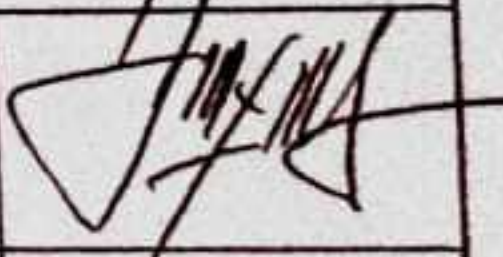
FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023			
JUDUL	Pengaruh Jenis Pendingin Dan Variasi Sudut Botong Terhadap Kekasaran Permukaan Bubut Bala SCM 440		
Nama Mahasiswa	M. Ariga Pratama NIM: 1091919		
Nama Pembimbing	1. Zaidy Kurniawan, S.S.T., M.T. 2. Eko Yudo, S.S.T., M.T. 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	27/10/2022	Bahas tentang penelitian	
2	30/10/2022	Penelitian TA	
3	9/11/2022	Pengerjaan Pamat	
4	17/12/2022	Pengambilan Data	
5	29/12/2022	Pengolahan Data	
6	17/01/2023	Progres akhir proyek akhir	
7	30/10/2022	Pengolahan data	
8	19/02/2022	Progres BAB 1,2 dan 3	
9	22/12/2022	Progres semua BAB	
10	17/01/2023	Progres Akhir	

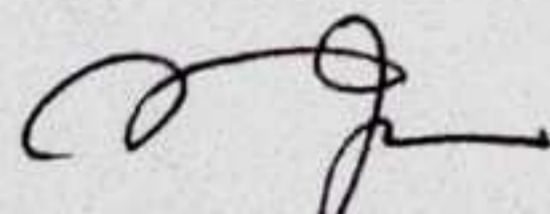
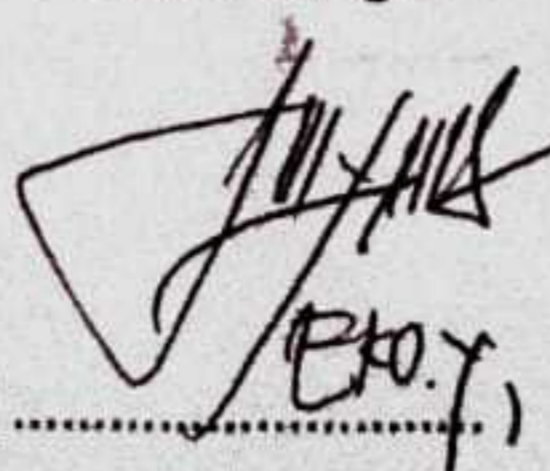
Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir


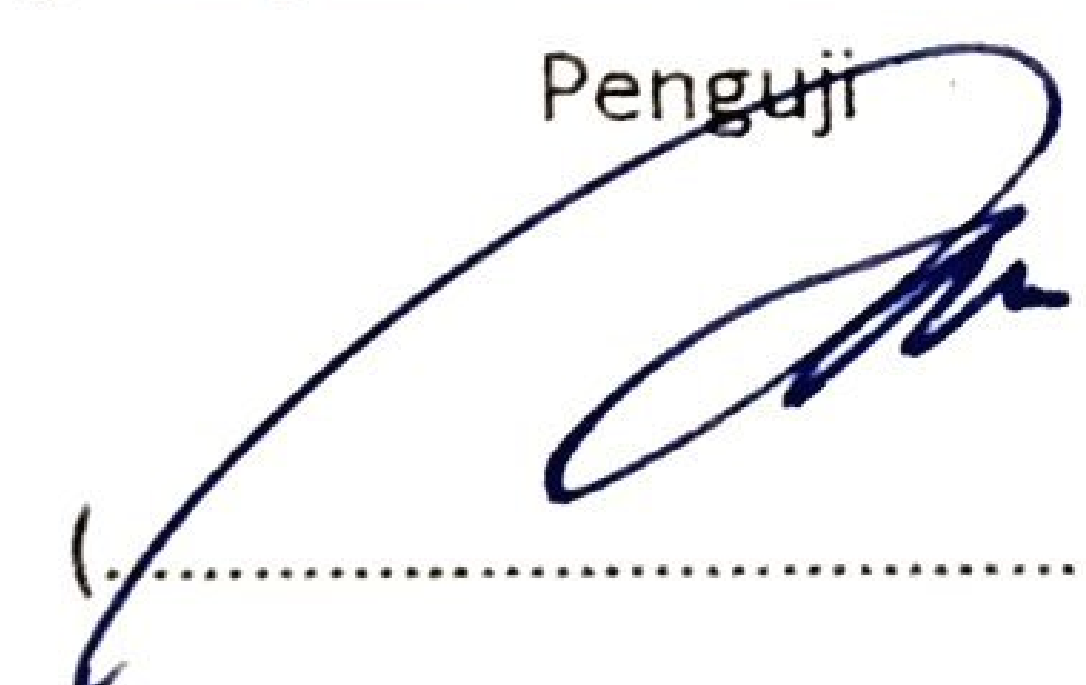
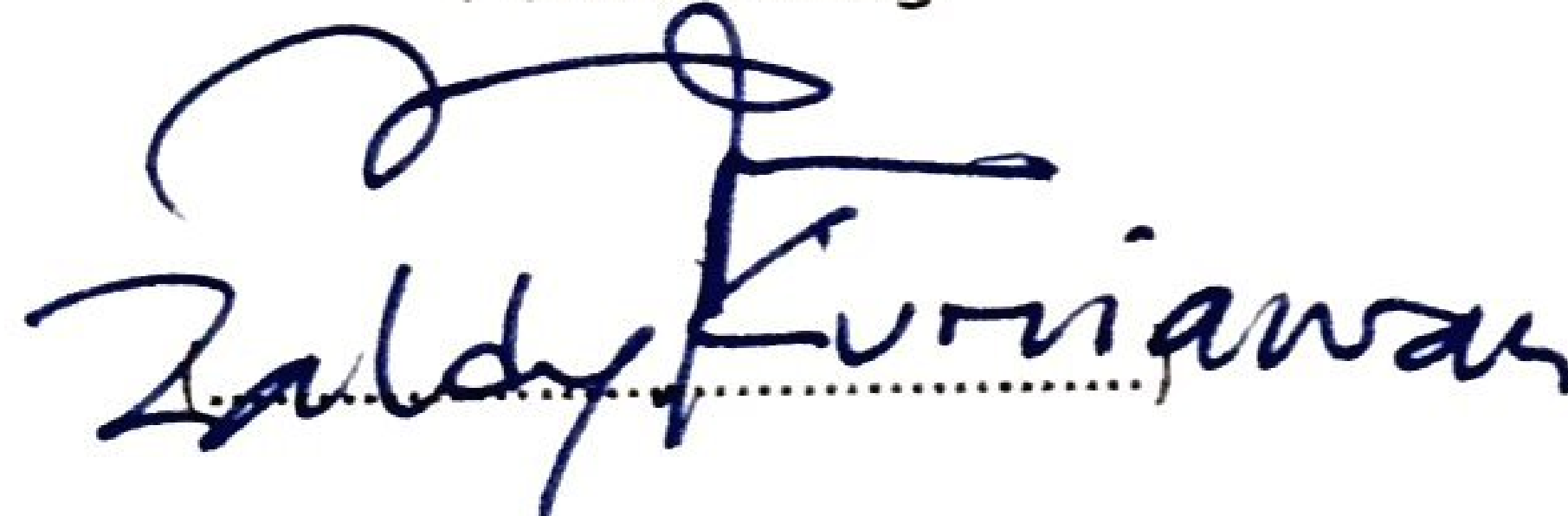
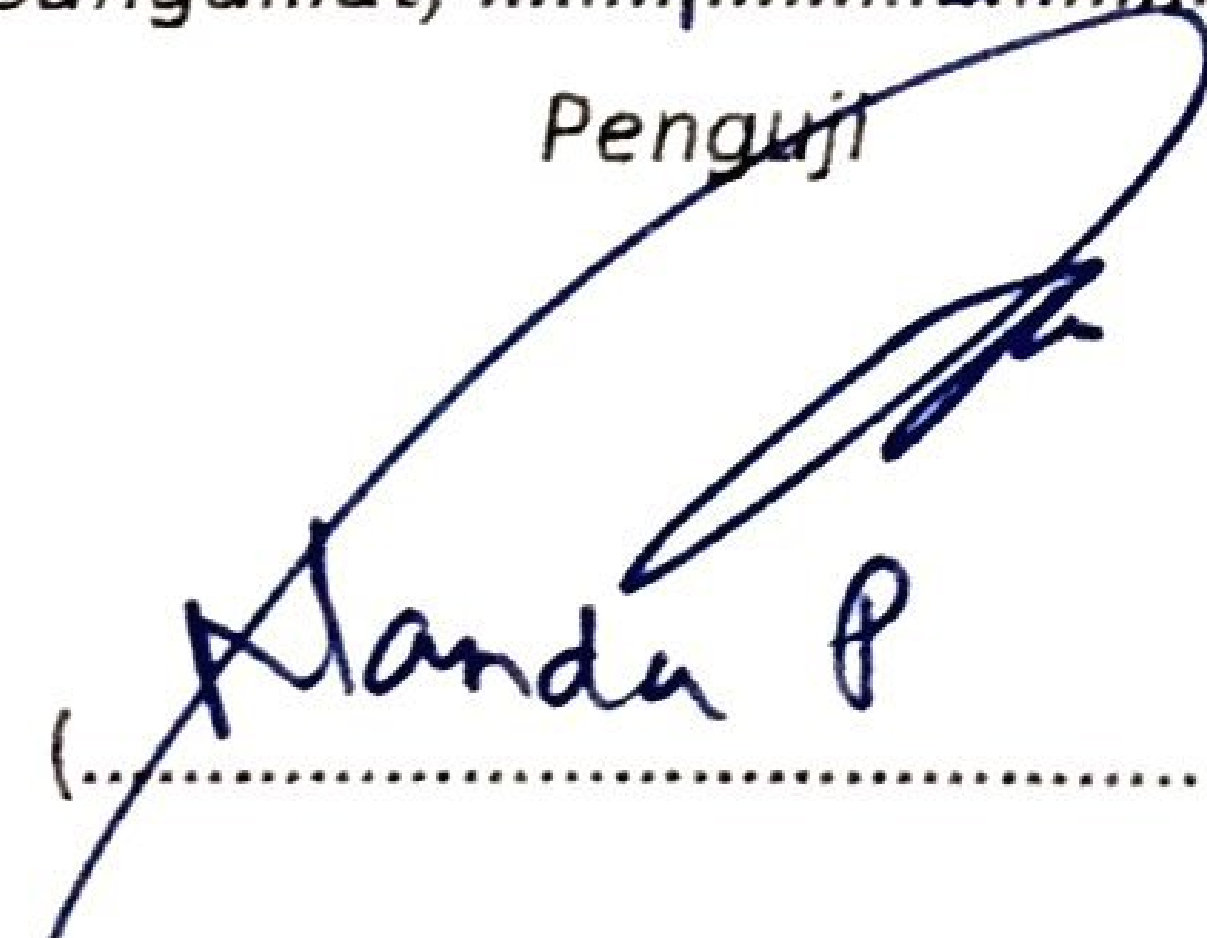
FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023	
JUDUL		Pengaruh Jenis Pendingin dan Variasi Sudut Rotasi terhadap Kekasaran Permukaan Bubut Bala SLM 440	
Nama Mahasiswa		1. M. Angga Pratama /NIM: 1041919 2. /NIM: 3. /NIM: 4. /NIM: 5. /NIM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
3	14/01/2023	Progres Bab 1, 2, 3,	
3	18/01/2023	Progres final proyek akhir	
3	16/01/2023	Progres, Bab 1, 2 dan 3	
3	18/01/2023	Progres final proyek	
		Akhir	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 Zaedy Furnigasa	 (.....)	(.....)

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022 / 2023</p>
<p>JUDUL :</p>	<p>Pengaruh Jenis Pendingin dan Variasi Sudut Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Bubut Baja SCM 440</p>
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. M. Angga Pratama NIM: _____ 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	<p>Halaman</p>
<p>• Format penulisan</p>	
<p>• Daftar Pustaka</p>	
<p>• Abstrak</p>	
	<p>Sungailiat, 25 - 01 - 2023</p> <p style="text-align: center;">Penguji</p> <p style="text-align: center;">  (.....) </p>
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p style="text-align: center;">Mengetahui, Pembimbing</p> <p style="text-align: center;">  (.....) </p>	<p style="text-align: right;">Sungailiat, 7 - 2 - 2023</p> <p style="text-align: center;">Penguji</p> <p style="text-align: center;">  (.....) </p>

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir



FORM REVISI LAPORAN AKHIR
TAHUN AKADEMIK

...../.....

JUDUL : Pengaruh Jenis Pondasi dan Variasi Sudut Patok terhadap Kecepatan Pergerakan Mula Mula SPM 440

Nama Mahasiswa : 1. M. Angga Pratena NIM: 1041919
2. _____ NIM: _____
3. _____ NIM: _____
4. _____ NIM: _____
5. _____ NIM: _____

Bagian yang direvisi	Halaman
1. Cat panduan PA - Kesimpulan	
2. Kesimpulan. ditubuh.	
3. Daftar pustaka. / later kelengkapan	
4. Dasar Teori plat sudut patok.	
5. Gambar plat patok.	

Sungailiat, 25-1-2023

Penguji

(Yudi Okrodi)

Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa

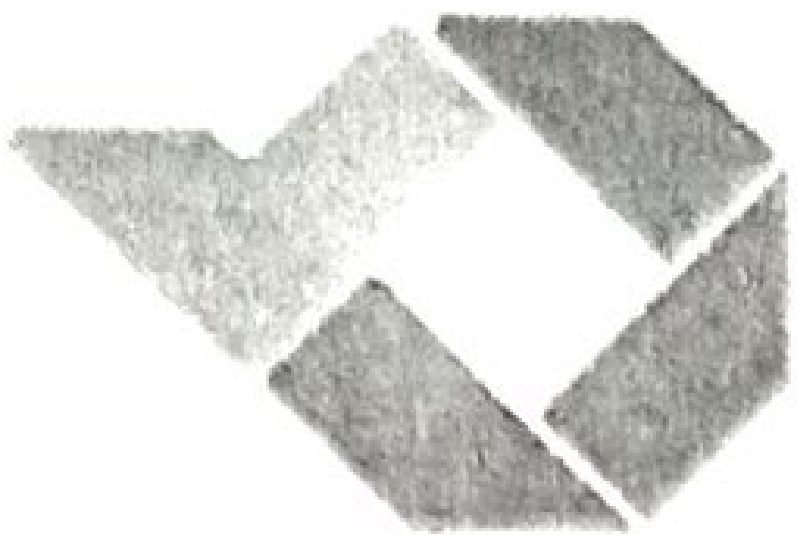
Sungailiat, 7-2-2023

Penguji

Mengetahui,
Pembimbing

Zaldy Kurniawan

(Yudi Okrodi)



FORM REVISI LAPORAN AKHIR

TAHUN AKADEMIK

2022 / 2023

JUDUL : Pengaruh Jenis Pendingin dan Variasi Sudut Potong Terhadap Kekasaran Permukaan Bubut Baja SCM 44C

Nama Mahasiswa : 1. M. Angga Pratama NIM: 1041919
 2. _____ NIM: _____
 3. _____ NIM: _____
 4. _____ NIM: _____
 5. _____ NIM: _____

Bagian yang direvisi	Halaman
Bab 1	
↓	
Bab 5	
Komponen Daftar Pustaka	
Cek & tanda ok	

Sunggailiat, 25-01-2023

Penguji

Zedy Kurniawan

Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa

Mengetahui,
 Pembimbing
 Zedy Kurniawan

Sunggailiat, 8-2-2023

Penguji

Zedy Kurniawan



JITT :

**JURNAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Kawasan Industri Air Kantung Sungailiat – Bangka 33211, Telp (0717)93586, Fax (0717)93585
website : <https://jitt.polman-babel.ac.id>

e-ISSN : xxxx-xxxx

SURAT KETERANGAN
Nomor : 016/PL.28.C/PB/2023

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

**“PENGARUH JENIS PENDINGIN DAN VARIASI SUDUT
POTONG TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA
SCM 440”**

Atas nama :

Penulis : **MUHAMMAD ANGGA PRATAMA, ZALDY KURNIAWAN, EKO
YUDO**

Afiliasi : **POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Telah mengirimkan artikel dengan status *Submit* di Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT)
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada Tanggal 13 Januari 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 13 Januari 2023
Kepala P3KM,

Dr. Parulian Silalahi, M.Pd D
NIP. 1901010201640006

