

TUGAS AKHIR

PENGARUH SUDUT MATA BOR (130° DAN 140°) DENGAN MEDIA PENDINGIN MINYAK NABATI (CPO) TERHADAP KEBULATAN DAN KEKASARAN DARI PROSES DRILLING

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

ARDIAN ARIESANDI

1807230087



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ardian Ariesandi
NPM : 1807230087
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Sudut Mata Bor (130° Dan 140°)
Dengan Media Pendingin Minyak Nabati (CPO)
Terhadap Kekasaran Dan Kebulatan Dari Proses
Drilling
Bidang ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Mei 2023

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I

Chandra A Siregar., S.T., M.T

Dosen Penguji II

Ahmad Marabdi Siregar,S.T., M.T

Dosen Pembimbing 11/5-2023

Arya Rudi Nasution., S.T., M.T

Program Studi Teknik Mesin
Ketua,



Chandra A Siregar., S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ardian Ariesandi
Tempat /Tanggal Lahir : Medan/21 Maret 2001
NPM : 1807230087
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pengaruh Sudut Mata Bor (130° Dan 140°) Dengan Media Pendingin Minyak Nabati (CPO) Terhadap Kebulatan Dan Kekasaran Dari Proses Drilling”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, April 2023

Saya yang menyatakan,



Ardian Ariesandi

ABSTRAK

Sudut mata bor dan pendingin merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas benda kerja. Dalam proses permesinan drilling ada beberapa hal yang perlu diperhatikan salah satunya adalah material benda kerja dan pahat yang digunakan. Proses permesinan tidak akan berlangsung terus menerus seperti yang operator kehendaki karena semakin lama proses permesinan berlangsung maka mata pahat akan semakin menunjukkan tanda-tanda kegagalan proses permesinan yaitu terjadinya peristiwa keausan pada mata pahat. Proses permesinan perlu adanya pemberian pelumas (*coolant*) yaitu *crude palm oil* (CPO) agar dapat mengurangi keausan yang terjadi pada mata bor tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sudut mata bor 130° dan 140° dengan media pendingin *crude palm oil* (CPO) dari pada benda kerja ST 45 terhadap kekasaran lubang dan presisi lubang dari proses *drilling*. Metode penelitian ini teknik eksperimen. Dengan berbagai parameter pemesinan, yaitu kecepatan putar spindel 1100 rpm, sudut mata pahat 130° dan 140° dengan media pendingin *crude palm oil* (CPO). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kebulatan pada sudut mata pahat 130° lebih baik dari pada sudut mata pahat 140° dan nilai kekasaran pada sudut mata pahat 140° lebih baik dari pada sudut mata pahat 130° .

Kata Kunci : Mesin Drilling, Kekasaran Permukaan, Kebulatan Hasil Pengeboran, Mata Pahat, Pendingin Crude Palm Oil.

Abstrak

The angle of the drill bit and cooler is one of the factors that affect the quality of the workpiece. In the process of drilling machining there are several things that need to be considered, one of which is the material of the workpiece and tool used. The machining process will not take place continuously as the operator wants because the longer the machining process lasts, the tool bit will increasingly show signs of machining process failure, namely the occurrence of wear events on the tool eye. The machining process needs to provide lubricant (coolant), namely crude palm oil (CPO) in order to reduce the wear and tear that occurs on the drill bit. This study aims to determine the effect of drill bit angles of 130° and 140° with crude palm oil (CPO) coolant from the ST 45 workpiece on the hole roughness and hole precision of the drilling process. This research method is an experimental technique. With various machining parameters, namely spindle rotation speed of 1100 rpm, tool angles of 130° and 140° with crude palm oil (CPO) cooling medium. The results showed that the roundness value at the 130° chisel angle was better than the 140° chisel angle. And the roughness value at a 140° chisel angle is better than a 130° chisel angle.

Keywords : *Drilling Machine, Surface Roughness, Drilling Roundness, Chisel Point, Cooling Of Crude Palm Oil.*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh sudut mata bor (130° dan 140°) dengan media pendingin minyak nabati (CPO) terhadap kebulatan dan kekasaran dari proses drilling” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Skripsi Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Arya Rudi Nasution., S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Skripsi Tugas Akhir ini.
2. Bapak Chandra A Siregar., S.T., M.T dan Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T sebagai Ketua dan Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikan khusus Teknik Mesin kepada penulis.
5. Orang tua penulis: Masrizal Tanjung dan Ernawati, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Sahabat-sahabat penulis: Fitri Anisyah Lubis, Putri Maresna Chania, Zellyna Meilisa Chania, Fauzi Siddiq Wahyudi, Arie Budiyanto, Afrizal Saputra Damanik, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 26 Mei 2023

Ardian Ariesandi

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | ii |
| ABSTRAK | iii |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR NOTASI | xi |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan masalah | 4 |
| 1.3. Ruang lingkup | 4 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.5. Manfaat penelitian | 5 |
| | |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1. Proses pemesian | 6 |
| 2.1.1. Proses Drilling | 6 |
| 2.1.2. Mesin Bor | 7 |
| 2.1.3. Kecepatan Putaran Mata Bor (RPM) | 9 |
| 2.1.4. Geometri Mata Pahat | 9 |
| 2.2. Logam | 11 |
| 2.2.1. Baja Karbon Rendah | 11 |
| 2.2.2. Baja Karbon Menengah | 12 |
| 2.2.3. Baja Karbon Tinggi | 12 |
| 2.2.4. Baja ST 45 (S45C) | 13 |
| 2.3. Kekasaran Permukaan | 13 |
| 2.4. Cairan Pendingin (<i>coolant</i>) | 16 |
| | |
| BAB 3 METODOLOGI | 21 |
| 3.1 Tempat dan Waktu | 21 |
| 3.1.1 Tempat Penelitian | 21 |
| 3.1.2 Waktu Penelitian | 21 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 22 |
| 3.2.1 Alat Penelitian | 22 |
| 3.2.2 Bahan Penelitian | 24 |
| 3.3 Bagan Alir Penelitian | 26 |
| 3.4 Rancangan Alat Penelitian | 27 |
| 3.5 Prosedur Penelitian | 28 |
| 3.6 Lintasan Dan Material Kerja | 30 |

| | |
|--|-----------|
| 3.7 Metode pengambilan data | 30 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 32 |
| 4.1 Hasil Penelitian | 32 |
| 4.1.1 Hasil pengukuran kekasaran | 36 |
| 4.1.2 Hasil pengukuran kebulatan | 37 |
| 4.2. Pembahasan | 40 |
| 4.2.1 Pembahasan hasil kekasaran | 41 |
| 4.2.2 Pembahasan hasil kebulatan | 43 |
| 4.2.3 Perbandingan hasil kekasaran dan kebulatan | 45 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 47 |
| 5.1 Kesimpulan | 47 |
| 5.2 Saran | 48 |
| DAFTAR PUSTAKA | 47 |
| LAMPIRAN | 51 |
| LEMBAR ASISTENSI | |
| SK PEMBIMBING | |
| BERITA ACARA SEMINAR HASIL | |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP | |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 2.1 | Komposisi Baja K-945 EMS-45 | 14 |
| Tabel 2.2 | Tingkat Kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaannya | 16 |
| Tabel 2.3 | Tabel kekasaran | 16 |
| Tabel 3.1 | Timeline kegiatan | 21 |
| Tabel 3.2 | Geometri mata Bor (<i>twish drill</i>) | 23 |
| Tabel 3.3 | Komposisi baja ST 45 | 30 |
| Tabel 3.4 | Parameter pengujian | 30 |
| Tabel 3.5 | Kekasaran Permukaan | 35 |
| Tabel 4.1 | Data hasil pengujian kekasaran | 37 |
| Tabel 4.2 | Data hasil pengukuran kebulatan | 37 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Mesin Radial | 8 |
| Gambar 2.2 | Mesin Bor CNC | 9 |
| Gambar 2.3 | Bor pilin spiral kecil | 11 |
| Gambar 2.4 | Bor pilin spiral besar | 11 |
| Gambar 2.5 | Bor pilin spiral sayat kecil | 11 |
| Gambar 2.6 | Bor pilin spiral kasar besar sudut lancip | 12 |
| Gambar 2.7 | Profil suatu permukaan | 15 |
| Gambar 3.1 | Mesin NC millfrais | 22 |
| Gambar 3.2 | Nama-nama bagian mata bor dengan sarung tirus nya | 22 |
| Gambar 3.3 | Surface roughness | 23 |
| Gambar 3.4 | Microskop | 24 |
| Gambar 3.5 | Baja ST-45 | 24 |
| Gambar 3.6 | Geometri bahan | 25 |
| Gambar 3.7 | <i>Crude Palm Oil</i> (CPO) | 25 |
| Gambar 3.8 | Bagan Alir Penelitian | 26 |
| Gambar 3.9 | Rancangan alat penelitian | 27 |
| Gambar 3.10 | Lintasan Pengeboran | 30 |
| Gambar 3.11 | Microskop pengujian | 31 |
| Gambar 4.1 | <i>Set up</i> mesin NC mill F4 | 32 |
| Gambar 4.2 | Mengukur sudut mata pahat | 33 |
| Gambar 4.3 | Proses mengasah sudut <i>twist drill</i> | 33 |
| Gambar 4.4 | Proses mengukur sudut <i>twist drill</i> | 34 |
| Gambar 4.5 | Melakukan pengeboran pada specimen | 34 |
| Gambar 4.6 | Proses pengukuran kekasaran | 35 |
| Gambar 4.7 | Proses uji kebulatan | 35 |
| Gambar 4.8 | Proses kalibrasi | 36 |
| Gambar 4.9 | Gambar a,b,c diameter <i>twist drill</i> 12mm dengan sudut 130° | 38 |
| Gambar 4.10 | Gambar a,b,c diameter <i>twist drill</i> 12mm dengan sudut 140° | 40 |
| Gambar 4.11 | Grafik kekasaran pada sudut <i>twist drill</i> 130° | 41 |
| Gambar 4.12 | Grafik kekasaran pada sudut <i>twist drill</i> 140° | 42 |
| Gambar 4.13 | Grafik kebulatan pada sudut <i>twist drill</i> 130° | 43 |
| Gambar 4.14 | Grafik kekasaran pada sudut <i>twist drill</i> 140° | 44 |
| Gambar 4.15 | Grafik perbandingan hasil kekasaran & kebulatan 130° | 45 |
| Gambar 4.16 | Grafik perbandingan hasil kekasaran & kebulatan 140° | 46 |

DAFTAR NOTASI

| Simbol | Keterangan | Satuan |
|---------------|-------------------|---------------|
| <i>vc</i> | Kecepatan potong | mm/menit |
| D | Diameter bor | Mm |
| Ra | Kekasaran | μm |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pada industri modern jaman sekarang, dunia industri dituntut untuk menghasilkan suatu produk dengan kualitas terbaik dan kecepatan proses manufaktur yang singkat. Salah satu proses pemesinan yang umum dan sangat sering diperlukan yaitu proses drilling. Proses tersebut adalah proses pembuatan lubang pada benda kerja bermaterial apa saja termasuk pada baja yang dilakukan dengan cara menekankan mata bor yang berputar pada suatu benda kerja. Dan yang menjadi tolak ukur keberhasilan suatu produk hasil drilling biasanya dapat dilihat dari kekerasan permukaan pada lubang. Selain kekasaran permukaan, chips yang dihasilkan juga sangat berpengaruh pada kualitas suatu produk. Karena keberadaan chips juga dapat mempengaruhi kondisi pahat. Dalam mencapai kualitas pada proses pengerjaan mesin adalah adanya getaran pahat dan benda kerja pada saat proses pemotongan berlangsung atau dikenal dengan istilah chatter (Delima et al., 2022).

Proses drilling atau sering disebut dengan proses drill merupakan proses pemesinan yang paling sederhana di antara proses pemesinan yang lain. Biasanya di bengkel atau workshop proses ini dinamakan proses bor, walaupun istilah ini sebenarnya kurang tepat. Proses drill dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*). Sedangkan proses bor (*boring*) adalah proses meluaskan atau memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring bar*) yang tidak hanya dilakukan pada Mesin Drill, tetapi bisa juga dengan Mesin Bubut, Mesin Freis, atau Mesin Bor (Paryanto, 2019).

Proses drill digunakan untuk pembuatan lubang silindris. Pembuatan lubang dengan bor spiral di dalam benda kerja yang pejal merupakan suatu proses pengikisan dengan daya penyerpihan yang besar. Jika terhadap benda kerja itu dituntut kepresisian yang tinggi (ketepatan ukuran atau mutu permukaan) pada dinding lubang, maka diperlukan pengerjaan lanjutan dengan pembenam atau penggerek.

Salah satunya pada proses drilling merupakan salah satu bentuk proses pemesinan konvensional yang secara sederhana dapat dikatakan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*). Pada proses drilling pembuatan lubang dengan bor spiral di dalam benda kerja yang pejal merupakan suatu proses pengikisan dengan daya penyerpihan yang besar. Serpih hasil proses drilling yang biasa disebut dengan geram (*chips*) harus keluar 2 melalui alur helix pahat drilling ke luar lubang. Ujung pahat menempel pada benda kerja yang terpotong, sehingga proses pendinginan menjadi relatif sulit. Hal ini sangat berpengaruh terhadap kepresisian benda kerja dan keakuratan dimensi dari proses drilling itu sendiri (Atedi & Agustono, 2015).

Dalam proses permesinan drilling ada beberapa hal yang perlu diperhatikan salah satunya adalah material benda kerja dan pahat yang digunakan. Proses permesinan tidak akan berlangsung terus menerus seperti yang operator kehendaki karena semakin lama proses permesinan berlangsung maka pahat akan semakin menunjukkan tanda-tanda kegagalan proses permesinan yaitu terjadinya peristiwa keausan pada pahat. Proses permesinan perlu adanya pemberian pelumas (*coolant*) agar dapat mengurangi keausan yang terjadi pada mata bor tersebut (Widarto et al., 2008).

Crude Palm Oil (CPO) merupakan minyak nabati yang dihasilkan dari tanaman buah kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq, Arecaceae*). Penggunaan *crude palm oil* yang beragam sebagai bahan baku pangan ataupun non pangan berimplikasi pada kebutuhan *crude palm oil* yang meningkat. *crude palm oil* merupakan komoditi strategis bagi Indonesia khususnya untuk ekspor. Namun ekspor *crude palm oil* masih memiliki kendala khususnya ke negara-negara Eropa sebagai salah satu pasar potensial.

Crude palm oil atau minyak kelapa sawit adalah salah satu minyak yang paling banyak dikonsumsi dan diproduksi di dunia. Minyak yang murah, mudah diproduksi, dan sangat stabil ini digunakan untuk berbagai variasi makanan, kosmetik, produk kebersihan, dan juga bisa digunakan sebagai coolant pada proses pemesinan frais. *Crude Palm Oil* (CPO) merupakan minyak nabati yang dihasilkan dari tanaman buah kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq, Arecaceae*). Penggunaan CPO yang beragam sebagai bahan baku pangan ataupun non pangan

berimplikasi pada kebutuhan CPO yang meningkat. Kebanyakan minyak sawit diproduksi di Asia, Afrika dan Amerika Selatan karena pohon kelapa sawit membutuhkan suhu hangat, sinar matahari, dan curah hujan tinggi untuk memaksimalkan produksinya.

Minyak nabati adalah bahan yang sangat baik untuk diaplikasikan pada proses pemesinan karena sifat dari bahan tersebut ramah lingkungan, tidak beracun, dan mudah terurai (*bio-degradable*). Kegunaan beberapa minyak nabati telah dipelajari, seperti minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak zaitun, minyak wijen. Minyak kelapa memiliki kinerja yang baik untuk digunakan sebagai cairan pendingin untuk stainless steel karena menghasilkan ketebalan yang seragam dan keausan pahat yang rendah dibandingkan dengan minyak yang lainnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa minyak nabati memiliki potensi besar sebagai pengganti cairan pemotong untuk diaplikasikan pada proses pemesinan karena dapat menyelamatkan lingkungan (Rudi, A., Affandi, & Fuadi, 2015).

Cairan pendingin mempunyai kegunaan yang khusus dalam proses pemesinan selain untuk memperpanjang umur pahat, cairan pendingin juga mampu menurunkan gaya potong dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan. Selain itu cairan pendingin juga berfungsi sebagai pembersih atau pembawa gerinda dan melumasi elemen pembimbing (*ways*) mesin perkakas serta melindungi benda kerja dan komponen mesin dari korosi, tetapi peran utama dari cairan pendingin adalah untuk mendinginkan dan melumasi (Nasution, Affandi, 2019).

Selain meringankan kerja mesin, penggunaan cairan pendingin *crude palm oil* juga mempengaruhi karakteristik geometris yang ideal dari suatu komponen, yaitu kekasaran permukaan. Dalam prakteknya memang tidak mungkin untuk mendapatkan suatu komponen dengan permukaan yang betul-betul halus. Hal ini disebabkan oleh beberapa factor, misalnya faktor manusia atau operator dan faktor-faktor dari mesin-mesin yang digunakan untuk membuatnya. Kemajuan teknologi terus berusaha membuat peralatan yang mampu membentuk permukaan komponen dengan tingkat kehalusan yang cukup tinggi menurut standar ukuran yang berlaku dalam metrologi yang dikemukakan oleh para ahli pengukuran

geometris benda melalui pengalaman penelitian. Tingkat kehalusan suatu permukaan memang peranan yang sangat penting dalam perencanaan suatu komponen mesin khususnya yang menyangkut masalah gesekan pelumasan saat pemberian pendinginan, keausan, tahanan terhadap kelelahan dan sebagainya. Oleh karena itu, dalam perencanaan dan pembuatannya harus dipertimbangkan terlebih dulu mengenai peralatan mesin yang mana harus digunakan untuk membuatnya serta berapa ongkos yang harus dikeluarkan.

Demikian juga dengan material bahan yang digunakan, itu mempengaruhi parameter pengerjaan dan *cost* produksi. Baja S45C memiliki karakteristik kemampuan las yang baik, kemampuan mesin yang baik, dan karakteristik kekuatan dan benturan yang tinggi baik dalam kondisi normal atau gulungan panas. Baja ST45 merupakan jenis baja yang termasuk kelompok baja karbon sedang. Dimana untuk baja jenis ini memiliki kandungan karbon mencapai 0,52 % (Prabowo, Yustiar, 2012).

Dari latar belakang permasalahan tersebut, maka penulis melakukan penelitian tentang **“Pengaruh Sudut Mata Bor (130^0 Dan 140^0) Dengan Media Pendingin Minyak Nabati (CPO) Terhadap Kebulatan Dan Kekasaran Dari Proses Drilling”**

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka peneliti mengidentifikasi masalah yaitu

1. Keradiusan atau jari-jari lubang tidak sempurna karena getaran mesin akibat tanpa pemberian cairan pendingin.
2. Getaran mesin menyebabkan tingkat kekasaran lubang bor tidak maksimal.
3. Pengaplikasian cairan pendingin yang tidak *constant* pada proses pengeboran berakibat penurunan gesekan, getaran dan temperatur benda tidak maksimal.

1.3. Ruang Lingkup

Berdasarkan latar belakang di atas maka ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Pengujian menggunakan material baja ST45.
2. Pengujian menggunakan mata bor *High Speed Steel* (HSS). Dengan sudut 130° dan 140°
3. Pengujian menggunakan cairan pendingin *Crude Palm Oil* (CPO).

1.4. Tujuan Penelitian

1. Bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari sudut mata bor terhadap kebulatan dan kekasaran pada proses pemesinan drilling.

1.5. Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengurangi biaya pada produksi.
2. Untuk menjaga lingkungan agar terhindar dari pencemaran lingkungan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Proses Pemesinan

Proses pemmesinan adalah proses pemotongan atau pembuangan sebagian bahan dengan maksud untuk membentuk produk yang diinginkan. Proses pemmesinan yang biasa dilakukan di industri manufaktur adalah proses penyekrapan (*shaping*), proses penggurdian (*drilling*), dan juga proses pembubutan (*turning*), proses penyayatan/frais (*milling*), proses gergaji (*sawing*), dan proses gerinda (*grinding*).

Proses pemmesinan merupakan proses lanjutan dalam pembentukan benda kerja atau mungkin juga merupakan proses akhir setelah pembentukan logam menjadi bahan baku berupa besi tempa atau baja paduan atau dibentuk melalui proses pengecoran yang dipersiapkan dengan bentuk yang mendekati kepada bentuk benda yang sebenarnya.

Proses pemmesinan dengan menggunakan prinsip pemotongan logam dibagi dalam tiga kelompok dasar, yaitu : proses pemotongan dengan mesin pres, proses pemotongan konvensional dengan mesin perkakas, dan proses pemotongan non konvensional. Proses pemotongan dengan menggunakan mesin pres meliputi pengguntingan (*shearing*), pengepresan (*pressing*) dan penarikan (*drawing, elongating*). Proses pemotongan konvensional dengan mesin perkakas meliputi proses bubut (*turning*), proses frais (*milling*), sekrap (*shaping*). Proses pemotongan logam ini biasanya dinamakan proses pemmesinan, yang dilakukan dengan cara membuang bagian benda kerja yang tidak digunakan menjadi beram (*chips*) sehingga terbentuk benda kerja. Dari semua prinsip pemotongan di atas pada tugas akhir ini akan dibahas tentang proses pemmesinan dengan menggunakan mesin frais (*milling*). Proses pemmesinan adalah proses yang paling banyak dilakukan untuk menghasilkan suatu produk jadi yang berbahan baku logam. Diperkirakan sekitar 60% sampai 80% dari seluruh proses pembuatan suatu mesin yang komplit dilakukan dengan proses pemmesinan (Kencanawati, 2017).

2.1.1. Proses Drilling

Proses Drilling adalah proses pemesinan yang paling sederhana di antara proses pemesinan yang lain. Proses bor (*boring*) adalah proses meluaskan atau memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring bar*) yang tidak hanya dilakukan pada Mesin Drill, tetapi bisa juga dengan Mesin Bubut, Mesin Freis, atau Mesin Bor. Pembuatan lubang dengan bor spiral di dalam benda kerja yang pejal merupakan suatu proses pengikisan dengan daya penyerpihan yang besar. Jika terhadap benda kerja itu dituntut kepresisian yang tinggi (ketepatan ukuran atau mutu permukaan) pada dinding lubang, maka diperlukan pengerjaan lanjutan dengan pembenam atau penggerek. Pada proses drill, geram (*chips*) harus keluar melalui alur helix pahat drill ke luar lubang. Ujung pahat menempel pada benda kerja yang terpotong, sehingga proses pendinginan menjadi relatif sulit. Proses pendinginan biasanya dilakukan dengan menyiram benda kerja yang dilubangi dengan cairan pendingin, disemprot dengan cairan pendingin, atau cairan pendingin dimasukkan melalui lubang di tengah mata bor. (Fajar Suryo Nugroho, 2013).

Drilling adalah sebuah pahat pemotong yang ujungnya berputar dan memiliki satu atau beberapa sisi potong dan galur yang berhubungan *continue* disepanjang badan drilling. Galur ini, yang dapat lurus atau helix, disediakan untuk memungkinkannya lewatnya serpihan atau fluida pemotong. Meskipun drilling pada umumnya memiliki dua galur, tetapi mungkin juga digunakan tiga atau empat galur, maka drilling kemudian dikenal sebagai pengdrilling inti. Pengdrilling semacam ini tidak dipakai untuk memulai sebuah lubang, melainkan untuk meluaskan lubang atau menyesuaikan lubang yang telah didrilling atau diberi inti.

Mesin yang digunakan untuk menggunakan proses drilling adalah mesin drilling radial. Mesin drilling radial dirancang untuk pekerjaan besar, untuk pekerjaan dengan benda kerja tidak memungkinkan berputar dan untuk pekerjaan mendrilling beberapa lubang. (Daryanto, 2011).

2.1.2. Mesin Bor

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakanya memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut pengerjaan pelubangan. Sedangkan Pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut BOR (Belakang, 2015).

1. Mesin Radial

Mesin bor radial digunakan untuk pengeboran benda-benda kerja yang berukuran besar dan berat. Mesin ini diletakkan di lantai, sedangkan meja mesin sudah terpasang secara permanen pada landasan mesin. Pada mesin yang satu ini benda kerjanya tidak bergerak. Mesin bor radial adalah mesin bor yang dirancang untuk pengeboran benda benda kerja yang besar dan berat. Untuk mencapai proses pengeboran terhadap benda kerja, poros utama digeser ke kanan dan ke kiri serta dapat digerakkan naik turun melalui perputaran batang berulir.



Gambar 2.1 Mesin Radial (Daryanto, 2011)

2. Mesin bor CNC

Jenis mesin bor CNC adalah mesin perkakas yang digunakan untuk mengebor suatu benda kerja. Pada mesin ini juga dapat dilakukan pekerjaan-pekerjaan yang lainnya seperti, memperluas lubang, pengeboran untuk tirus pada bagian suatu lubang atau pembenaman. Komponen utamanya adalah tempat tidur, geser, kepala tenaga pengeboran, meja kerja, konveyor chip, sistem hidrolis, sistem pendingin, dan sistem pneumatik. Dibandingkan dengan mesin bor radial. Mesin bubut CNC (*Computer Numerical Control*) adalah sebuah mesin bubut yang dapat bekerja secara otomatis tanpa keterlibatan tangan manusia dalam pengoperasiannya. Mesin bubut ini dikontrol secara penuh oleh sebuah chip komputer berdasarkan perintah yang diberikan oleh operator berdasarkan angka-angka yang telah di *setting* dalam sebuah program.



Gambar 2.2 Mesin Bor CNC (Daryanto, 2011)

2.1.3. Kecepatan Putaran Mata Bor (RPM)

Kecepatan potong tergantung pada jenis material yang di potong, dan begitu pula jenis alat pemotong yang di gunakan. Karena Kekerasan bahan sangat berkaitan dengan kecepatan potong yang dianjurkan. Semakin keras bahan, semakin lambat kecepatan potongnya. Semakin lunak bahan, semakin cepat kecepatan potongnya.

Kekerasan dari bahan alat pemotong berhubungan dengan kecepatan potong yang dianjurkan. Semakin keras bahan pisau bor, semakin cepat kecepatan potong. Demikian pula Semakin lunak bahan pisau bor, semakin lambat kecepatan potongnya.

Kemampuan sayat mata bor dipengaruhi oleh jenis bahan dan ukuran diameter serta jenis bahan yang dibor. Kemampuan ini dapat kita peroleh secara efisien dengan cara mengatur kecepatan putaran pada mesin berdasarkan hasil perhitungan jumlah putaran dalam satu menit atau Revolution Per Menit (RPM).

$$Rpm = \frac{vc \times 4}{D}$$

Untuk mendapatkan putaran mesin bor per menit ditentukan berdasarkan keliling mata bor dalam satuan panjang. Kemudian kecepatan potong dalam meeter per menit dirubah menjadi milimeter per menit dengan perkalian 1000. Akhirnya akan di peroleh kecepatan potong pengeboran dalam harga milimeter per menit.(Akmal indra,2009).

Dalam satuan putaran penuh, bibir mata bor (Pe) akan menajalani jarak sepanjang garis lingkaran (U). Oleh karena itu, maka

Dimana :

U = Keliling mata potong bor

D = Diameter mata bor

p = 3,14

Jarak keliling pemotongan mata bor tergantung pada diameter mata bor.

2.1.4 Geometri Mata Pahat

Geometri pahat merupakan salah satu faktor yang terpenting untuk menentukan keberhasilan proses pemesinan. Geometri pahat harus dipilih dengan tepat disesuaikan dengan jenis material benda kerja, material pahat, dan kondisi pemotongan sehingga salah satu atau beberapa obyek dapat tercapai. Nama-nama bagian mata bor (Sumbodo, 2008).

Mengemukakan selain mata bor pilin kisar sedang, jenis mata bor pilin lainnya adalah:

- a. Mata bor pilin dengan spiral kecil

Mata bor pilin dengan spiral kecil, sudut penyayatnya 130° digunakan untuk mengebor aluminium, tembaga, timah, seng dan timbel



Gambar 2.3. Mata bor pilin dengan spiral kecil (Sumbodo,. et.all)

- b. Mata bor pilin spiral besar sudut penyayat 130°

Bor pilin dengan spiral besar, sudut penyayat 130° digunakan untuk mengebor kuningan dan perunggu.



Gambar2.4.Bor pilin spiral besar (Sumbodo,. et.all)

- c. Mata bor pilin spiral besar sudut penyayat 80°

Mata bor pilin dengan spiral besar, sudut penyayat 80° digunakan untuk mengebor batu pualam/marmer, batu tulis, fiber,



Gambar 2.5. Bor pilin spiral sayat kecil (Sumbodo,. et.all)

d. Mata bor pilin spiral besar sudut penyayat 30°

Mata bor pilin dengan spiral besar, sudut penyayat 30° digunakan untuk mengebor jenis bahan karet yang keras (karet karet bantalan).



Gambar 2.6. Bor pilin kisar besar sudut lancip (Sumbodo,. et.all)

2.2. Logam

Logam adalah sebuah unsur kimia yang memiliki sifat yang kuat, liat, keras dan mampu menghantarkan listrik atau energi panas. Logam juga memiliki titik cair yang tinggi. Selain itu, logam berasal dari bijih logam dan untuk mendapatkannya dengan cara penambangan.

Logam adalah unsur yang bisa didapat di alam, terutama di dalam bumi, bahan mentah logam berasal dari bijih yang diolah dalam dapur tinggi untuk dilebur pada suhu mencapai sampai 1600 derajat celsius, kemudian dituangkan dalam cetakan yang sudah tersedia menjadi bentuk setengah jadi.

Logam adalah unsur kimia yang siap membentuk ion (*kation*) dan memiliki ikatan logam. Logam merupakan salah satu dari tiga kelompok unsur yang dibedakan oleh sifat ionisasi dan ikatan, bersama dengan metaloid dan nonlogam.

Logam paduan yang mempunyai 2 sifat yang berbeda dengan besi dan karbon maka dicampur dengan bermacam logam lainnya. Sifat baja pada umumnya sangat dipengaruhi oleh prosentase karbon dan struktur mikro. Struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja. Karbon dengan unsur campuran lain dalam baja membentuk karbid yang dapat menambah kekerasan, tahan gores dan tahan suhu baja. Perbedaan prosentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara mengklasifikasikan baja. Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu :

2.2.1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah adalah baja karbon dengan memiliki kandungan unsur karbon kurang dari 0,25% dari berat keseluruhan baja paduan. Perlakuan panas sangat sulit untuk dilakukan pada baja karbon rendah karena tidak terjadi pembentukan martensit. Baja karbon rendah memiliki keuletan dan ketangguhan yang tinggi. Secara mikrotik, baja karbon rendah terdiri dari ferit dan sedikit perlit. Baja karbon rendah merupakan bahan pembuatan peralatan permesinan dan pengelasan. Syarat penggunaan baja karbon rendah ialah kekuatan dan syarat pekerjaan teknis yang tidak terlalu besar. Batas kekuatan tekanan yang mampu diterima oleh baja karbon rendah adalah kurang dari 100.000 psi (690 MPa). Selain itu, pengerasan tidak dapat terjadi pada mesin berukuran besar serta sangat mudah mengalami oksidasi dan korosi (Manurung et al., 2020).

2.2.2. Baja Karbon Menengah

Baja karbon sedang adalah baja karbon dengan kandungan karbon antara 0,2–0,5% dari keseluruhan berat baja paduan. Sifat-sifat mekanik dari baja karbon sedang dapat diperoleh melalui perlakuan panas dengan celup cepat yang diikuti dengan penemperan. Paduan ini dapat diproses perlakuan panas dengan cara austenizing, celup cepat (*quenching*) yang diikuti dengan tempering untuk memperbaiki sifat-sifat mekaniknya. Baja plain carbon sedang ini memiliki mampu keras yang rendah, sehingga untuk mendapatkan hasil perlakuan panas yang baik hanya dapat dilakukan untuk benda yang tipis dan laju pendinginan yang cepat. Penambahan crom (Cr), nikel (Ni) dan molibdenum (Mo) akan menaikkan kemampuannya untuk dapat diproses perlakuan panas. Baja karbon sedang banyak dipakai pada roda rel kereta api, roda gigi, dan komponen mesin lainnya serta komponen struktur yang mensyaratkan kombinasi dari kekuatan, ketahanan terhadap gesekan dan ketangguhan yang tinggi. Baja karbon tinggi (Manurung et al., 2020).

2.2.3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi biasanya mengandung karbon antara 0,6 % - 1,4 % beratnya, memiliki sifat yang paling keras, paling kuat dan keuletan yang paling rendah di antara baja plain carbon lainnya. Baja ini biasanya dipakai setelah mengalami proses pengerasan dan temper, secara khusus pada penggunaan ketahanan gesek yang tinggi, dan pisau potong. Alat-alat potong dan cetakan baja biasanya terbuat dari baja karbon tinggi dengan penambahan unsur lain seperti krom, vanadium, tungsten dan molibdenum sehingga menjadikannya sangat kuat serta memiliki ketahanan terhadap gesekan yang tinggi (Manurung et al., 2020).

2.2.4. Baja ST 45 (S45C)

Baja S45C adalah baja dengan daya renggang menengah yang dipasok dalam kondisi gulungan panas hitam atau kondisi normal. Baja ini memiliki kekuatan untuk diregangkan 570 – 700 MPa dan kekerasan Brinell di antara 170 dan 210.

Baja S45C memiliki karakteristik kemampuan las yang baik, kemampuan mesin yang baik, dan karakteristik kekuatan dan benturan yang tinggi baik dalam kondisi normal atau gulungan panas.

Baja S45C memiliki kemampuan pengerasan yang rendah dengan ukuran sekitar 60mm yang direkomendasikan untuk pencampuran dan pengerasan. Namun, itu dapat secara efisien dipanaskan atau pengerasan secara induksi dalam kondisi normal atau gulungan panas untuk mendapatkan permukaan yang keras dengan kisaran Rc 54 – Rc 60 berdasarkan faktor-faktor seperti ukuran, jenis pengaturan, medium pendingin yang digunakan, dan lainnya.

Tabel 2.1. Komposisi baja ST-45 (Bohler: Sertifikat baja S45C PT. Bhinneka Bajanasa)

| C | Si | Mn | P | S | Cr | Ni | Mo | V | Al | Cu |
|------|------|------|------|------|----|----|----|---|----|------|
| 0,52 | 0,31 | 0,65 | 0,19 | 0,02 | - | - | - | - | - | 0,01 |

2.3. Kekasaran Permukaan

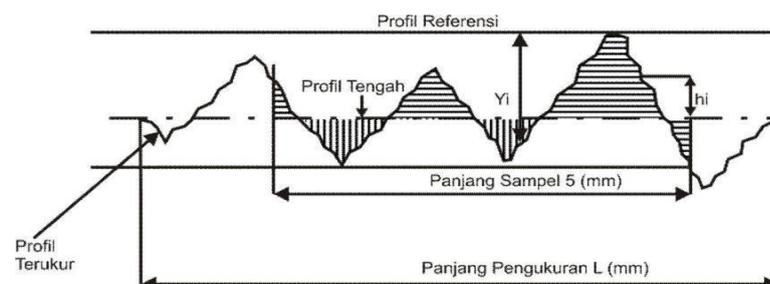
Kekasaran permukaan adalah penyimpangan rata-rata aritmetik dari garis yang rata-rata profil, yang selanjutnya disebut dari nilai kekasaran (R_a). Nilai kekasaran rata-rata aritmetik telah diklasifikasikan oleh ISO menjadi 12 tingkat kekasaran, dari mulai N1 sampai dengan N12.

Pengertian permukaan adalah suatu batas yang memisahkan benda padat dan cair dengan sekitarnya. Dalam prakteknya, bahan yang digunakan untuk benda kebanyakan dari besi atau logam. Karena itulah mengapa benda-benda padat yang bahannya terbuat dari tanah, batu, kayu dan karet tidak dipelajari mengenai karakteristik permukaan dan pengukurannya. Istilah lain yang berkaitan dengan permukaan yaitu profil.

Nilai kekasaran logam dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah proses pembentukan logam, proses pemotongan logam yang sudah terbentuk, pemberian kecepatan pemotongan logam dan pemberian sudut pemotongan logam.

Parameter-parameter yang berkenaan dengan kekasaran permukaan padalogam terdiri dari *hybrids*, *spacing* dan *amplitudo*. Parameter Amplitudo merupakan parameter yang paling penting dalam mempelajari karakteristik topografi permukaan suatu logam. Besaran-besaran yang masuk dalam parameter amplitudo terdiri dari *arithmetic average height* (R_a), *Root mean square roughness* (R_q), *Ten-Point Height* (R_z), *Maximum height of peaks* (R_p), *maximum depth of valleys*, *Mean height of peaks* (R_{pm}) dan besaran-besaran lainnya.

Untuk lebih memperjelas dimana posisi dari profil geometris ideal, profil terukur, profil referensi, profil dasar, dan profil tengah.



Gambar 2.7. profil suatu permukaan (Munadi.S, 2017)

Tabel 2.2 Tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaannya (Munadi,S.2017)

| Proses Pengerjaan | Selang (N) | Harga R_a |
|--|-------------------------------------|----------------------------|
| Flat and cylindrical lapping, superfinishing | N ₁ -N ₄ | 0.025- |
| diamond turning | N ₁ -N ₆ | 0.2 0.025 |
| Flat cylindrical grinding | N ₁ -N ₈ | 0.025-3.2 |
| Finishing | N ₄ - N | 0.1-3.2 |
| Face and cylindrical turning, milling and reaming | N ₅ -N ₁₂ | 0.4-50.0 |
| Drilling | N₇-N₁₀ | 1.6-12.5 |
| Shapping,planning,horizontal milling | N ₆ -N ₁₂ | 0.8-3.2 |
| Sandcasting and forging | N ₁₀ -N ₁₁ | 0.8-1.6 |
| Extruding,cold rolling,drawing | N ₆ -N ₈ | 0.8-3.2 |
| Die casting | N ₆ -N ₇ | 0.8-1.6 |

Tabel 2.3 Tabel kekasaran (Bohler: Sertifikat baja S45C PT. Bhinneka Bajanasa)

| RA | Kelas Kekasaran | Panjang Sampel |
|-----------|----------------------------|-----------------------|
| 50 | N12 | 8 |
| 25 | N11 | |
| 12,5 | N10 | 2.5 |
| 6,3 | N9 | |
| 3,2 | N8 | 0.8 |
| 1,6 | N7 | |
| 0,8 | N6 | |
| 0,4 | N5 | |
| 0,2 | N4 | 0.25 |
| 0,1 | N3 | |
| 0,05 | N2 | |
| 0,025 | N1 | 0.08 |

2.4. Cairan Pendingin (Coolant)

Coolant adalah media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan benda kerja dan alat potong pada saat proses permesinan. Digunakan pula untuk melumasi alat potong sehingga memiliki umur pakai yang lebih lama. Coolant merupakan cairan hasil campuran *ethylene* atau *propylene glycol* dan air.

Secara umum coolant adalah media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan benda kerja pada frais dan alat potong pada saat proses permesinan. Digunakan pula untuk melumasi alat potong sehingga memiliki umur pakai yang lebih lama.

Penggantian cairan coolant perlu dilakukan karena pemakaian coolant yang terlalu lama menyebabkan timbunan pasir. Pasir yang terlalu berlebihan sanggup menutup sistem saluran pendinginan. Penggantian ini harus dilakukan karena dalam fase tertentu, kualitas coolant bisa menurun akibat panas dan lingkungan yang kotor. Selain itu, korosi pada radiator juga bisa mengakibatkan terjadinya pengendapan kotoran pada coolant.

Penggantian cairan coolant perlu dilakukan karena pemakaian coolant yang terlalu lama menyebabkan timbunan pasir. Pasir yang terlalu berlebihan sanggup menutup sistem saluran pendinginan. Penggantian ini harus dilakukan karena dalam fase tertentu, kualitas coolant bisa menurun akibat panas dan lingkungan yang kotor. Selain itu, korosi pada radiator juga bisa mengakibatkan terjadinya pengendapan kotoran pada coolant.

Cairan pendingin mempunyai kegunaan yang khusus dalam proses pemesinan selain untuk memperpanjang umur pahat, cairan pendingin juga mampu menurunkan gaya potong dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan. Selain itu cairan pendingin juga berfungsi sebagai pembersih atau pembawa gerinda dan melumasi elemen pembimbing (*ways*) mesin perkakas serta melindungi benda kerja dan komponen mesin dari korosi. Peran utama dari cairan pendingin adalah untuk mendinginkan dan melumasi. (Rudi, A., Affandi, & Fuadi, 2015).

Menurut (Santoso, 2013) *Coolant* yang termasuk ke dalam jenis *Water Blow* ada dua macam yaitu :

1. Berdasarkan komposisi , *coolant* jenis ini terdiri atas:

a. Cairan sintetik (*synthetic fluids, chemical fluids*)

Cairan sintetik adalah cairan pendingin jernih yang merupakan larutan murni (*true solutions*) atau larutan permukaan aktif (*surface active*). Cairan pendingin ini dibuat dengan larutan kimia. Cairan yang jernih atau diwarnai merupakan larutan murni (*true solutions*) atau larutan permukaan aktif (*surface active*). Pada larutan murni unsur yang dilarutkan tersebar antara molekul dan tegangan permukaan (*surface tension*) hampir tidak berubah. Larutan murni tidak bersifat melumasi tetapi hanya dipakai untuk sifat penyerapan panas yang tinggi dan melindungi dari korosi. Apabila menambah unsur lain yang mampu membentuk kumpulan molekul akan mengurangi tegangan permukaan menjadi cairan permukaan aktif sehingga mudah membasahi dan daya lumasnya naik.

b. Cairan emulsi (*emulsions, water miscible fluids, water soluble oil, emulsifiable cutting fluids*).

Cairan emulsi merupakan cairan pemotongan yang tersusun dari dua bahan cair yang bersifat imisible (tidak terlarut) seperti minyak dan air. Yaitu air yang mengandung partikel minyak (5–20 μm) unsur pengemulsi ditambahkan dalam minyak yang kemudian dilarutkan dalam air. Bila ditambahkan unsur lain seperti EP daya lumasnya akan meningkat.

c. Cairan semi sintetik (*semi synthetic fluids*)

Cairan semisintetik merupakan perpaduan antara cairan sintetik dengan cairan emulsi. Cairan semi sintetik dibuat dari cairan sintetik yang ditambahkan dengan sedikit minyak dan pengemulsi. Merupakan perpaduan antara jenis sintetik dan emulsi. Kandungan minyaknya lebih sedikit daripada cairan emulsi. Sedangkan kandungan pengemulsinya (molekul penurun tegangan permukaan). Partikel lebih banyak daripada cairan sintetik. Partikel minyaknya lebih kecil dan tersebar. Dapat berupa jenis dengan minyak yang sangat jenuh (*superfatted*) atau jenis EP, (*Exterme Pressure*).

d. Minyak (*cutting oils*)

Merupakan kombinasi dari minyak bumi (*naphthenic, paraffinic*), minyak binatang, minyak ikan atau minyak nabati. Viskositasnya bermacam-macam dari yang encer sampai dengan yang kental tergantung pemakaiannya. Pencampuran antara minyak bumi dengan minyak hewani atau nabati menaikkan daya pembasahan (*wetting action*) sehingga memperbaiki daya lumas. Penambahan unsur lain seperti sulfur, klor, atau fosfor (*EP additives*) menaikkan daya lumas pada temperatur dan tekanan tinggi.

Menurut (Mrihrenaningtyas, & Priyadi, 2015) metode pendinginan suatu pengerjaan dalam pemesinan ada 4 cara, yaitu :

a. Manual

Apabila mesin perkakas tidak dilengkapi dengan sistem cairan pendingin, misalnya Mesin Drilling atau Frais jenis “bangku” (*bench drilling/milling machine*) maka cairan pendingin hanya dipakai secara terbatas. Pada umumnya operator memakai kuas untuk memerciki pahat drilling, tap atau frais dengan minyak pendingin.

b. Disiramkan ke benda kerja (*flood application of fluid*).

Cara ini memerlukan sistem pendingin, yang terdiri atas pompa, saluran, nozel, dan tangki, dan itu semua telah dimiliki oleh hampir semua mesin perkakas yang standar. Satu atau beberapa nozel dengan selang fleksibel diatur sehingga cairan pendingin disemprotkan pada bidang aktif pemotongan.

c. Disemprotkan (*jet application of fluid*)

Pada proses pendinginan dengan cara ini cairan pendingin disemprotkan langsung ke daerah pemotongan (pertemuan antara pahat dan benda kerja yang terpotong). Dilakukan dengan cara mengalirkan cairan pendingin dengan tekanan tinggi melewati saluran pada pahat. Untuk pengdrillingan lubang yang dalam (*deep hole drilling; gun-drilling*) atau pengefraisan dengan posisi yang sulit dicapai dengan semprotan biasa. Spindel mesin perkakas dirancang khusus karena harus menyalurkan cairan pendingin ke lubang pada pahat.

d. Dikabutkan (*mist application of fluid*)

Pemberian cairan pendingin dengan cara ini cairan pendingin dikabutkan dengan menggunakan semprotan udara dan kabutnya langsung diarahkan ke daerah pemotongan. Pemakaian cairan pendingin dengan cara dikabutkan dimaksudkan untuk memanfaatkan daya pendinginan karena penguapan.

Fungsi kedua adalah fungsi tak langsung yang menguntungkan dengan adanya penerapan cairan pendingin tersebut. Fungsi cairan pendingin tersebut adalah :

1. Fungsi kedua cairan pendingin adalah :

- a. Melindungi permukaan yang disayat dari korosi.
- b. Memudahkan pengambilan benda kerja, karena bagian yang panas telah didinginkan.
- c. Melindungi benda kerja dan komponen mesin dari korosi.

Penggunaan cairan pendingin pada proses pemesinan ternyata memberikan efek terhadap pahat dan benda kerja yang sedang dikerjakan. Pengaruh proses pemesinan menggunakan cairan pendingin.

yaitu :

- a. Memperpanjang umur pahat.
- b. Mengurangi deformasi benda kerja karena panas.
- c. Permukaan benda kerja menjadi lebih baik atau halus pada beberapa kasus.
- d. Membantu membuang atau membersihkan beram.
- e. Mampu menurunkan gaya potong dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan.

BAB 3 METODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat pengujian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri, No.3 Medan.

3.1.2. Waktu Penelitian

Adapun waktu pelaksanaan pengujian dan penyusunan tugas sarjana ini mulai dilaksanakan Agustus 2022 sampai dinyatakan selesai. Bisa dilihat pada tabel 3.1 dan langkah – langkah pengujian yang dilakukan dibawah ini.

Tabel 3.1 Timeline Kegiatan

| No | Kegiatan | Waktu(Bulan) | | | | | | | |
|----|-------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Pengajuan Judul | █ | | | | | | | |
| 2 | Studi Literatur | | █ | █ | | | | | |
| 3 | Pengujian | | | | █ | █ | █ | █ | █ |
| 4 | Penulisan Laporan | | | | | | | | █ |
| 5 | Sidang Skripsi | | | | | | | | █ |

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat Penelitian

1. Mesin NC Mill frais

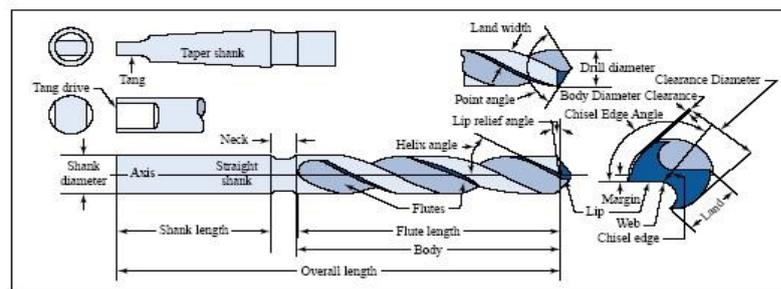
Mesin yang digunakan pada penelitian ini adalah mesin frais EMCO F4. Mesin Frais EMCO F4 biasanya digunakan untuk pengerjaan Milling, Drilling, dan Boring



Gambar 3.1 Mesin NC Millfraisi (Penelitian)

2. Mata Bor

Nama-nama mata bor ditunjukkan pada gambar 3.2 diantara bagian-bagian mata bor tersebut yang paling utama adalah sudut helik (*helix angle*) sudut ujung (*point angle / lip angle*), dan sudut bebas (*clearance angle*).



Gambar 3.2 Nama-nama bagian mata bor dengan sarung tirusnya.

Tabel 3.2 Geometri mata bor (*twist drill*) yang disarankan

| Benda Kerja | Sudut ujung, $2\chi_r$ | Sudut helik | Sudut bebas, α |
|--|------------------------|-------------|-----------------------|
| Baja karbon kekuatan tarik < 900 N/mm ² | 118° | 20° - 30° | 19° - 25° |
| Baja karbon kekuatan tarik > 900 N/mm ² | 125° - 145° | 20° - 30° | 7° - 15° |
| Baja keras (<i>manganese</i>) kondisi austenik | 135° - 150° | 10° - 25° | 7° - 15° |
| Besi tuang | 90° - 135° | 18° - 25° | 7° - 12° |
| Kuningan | 118° | 12° | 10° - 15° |
| Tembaga | 100° - 118° | 20° - 30° | 10° - 15° |
| Alluminium | 90° - 118° | 17° - 45° | 12° - 18° |

Ada beberapa kelas pahat gurdi (mata bor) untuk jenis pekerjaan yang berbeda.

3. Surface roughnest

Kekasaran permukaan adalah komponen tekstur permukaan. Ini di ukur dengan penyimpangan dalam arah vector normal permukaan nyata dari bentuk idealnya jika penyimpangan ini besar, permukaannya kasar jika kecil permukaannya halus.



Gambar 3.3 Surface roughnest.

4. Mikroskop

Mikroskop digital USB typeC 1600x ini yang digunakan untuk mengamati kebulatan yang dialami oleh mata bor dengan perbesaran 1600 kali.



Gambar 3.4 Mikroskop digital USB type C 1600x

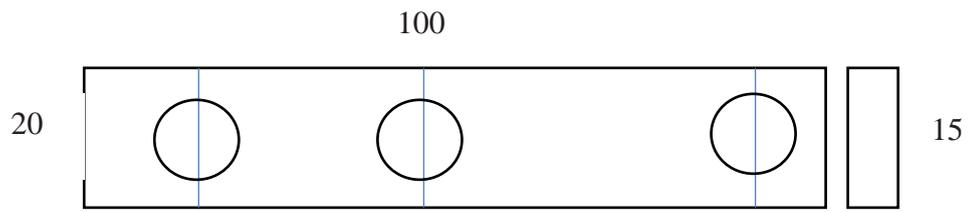
3.2.2. Bahan Penelitian

1. Baja karbon sedang ST 45

Adapun bahan atau spesimen yang dipakai dalam pengujian ini adalah spesimen baja ST 45. Geometri bahan spesifikasi di tunjukkan pada gambar 3.6



Gambar 3.5 Baja ST-45



Gambar 3.6 Geometri bahan

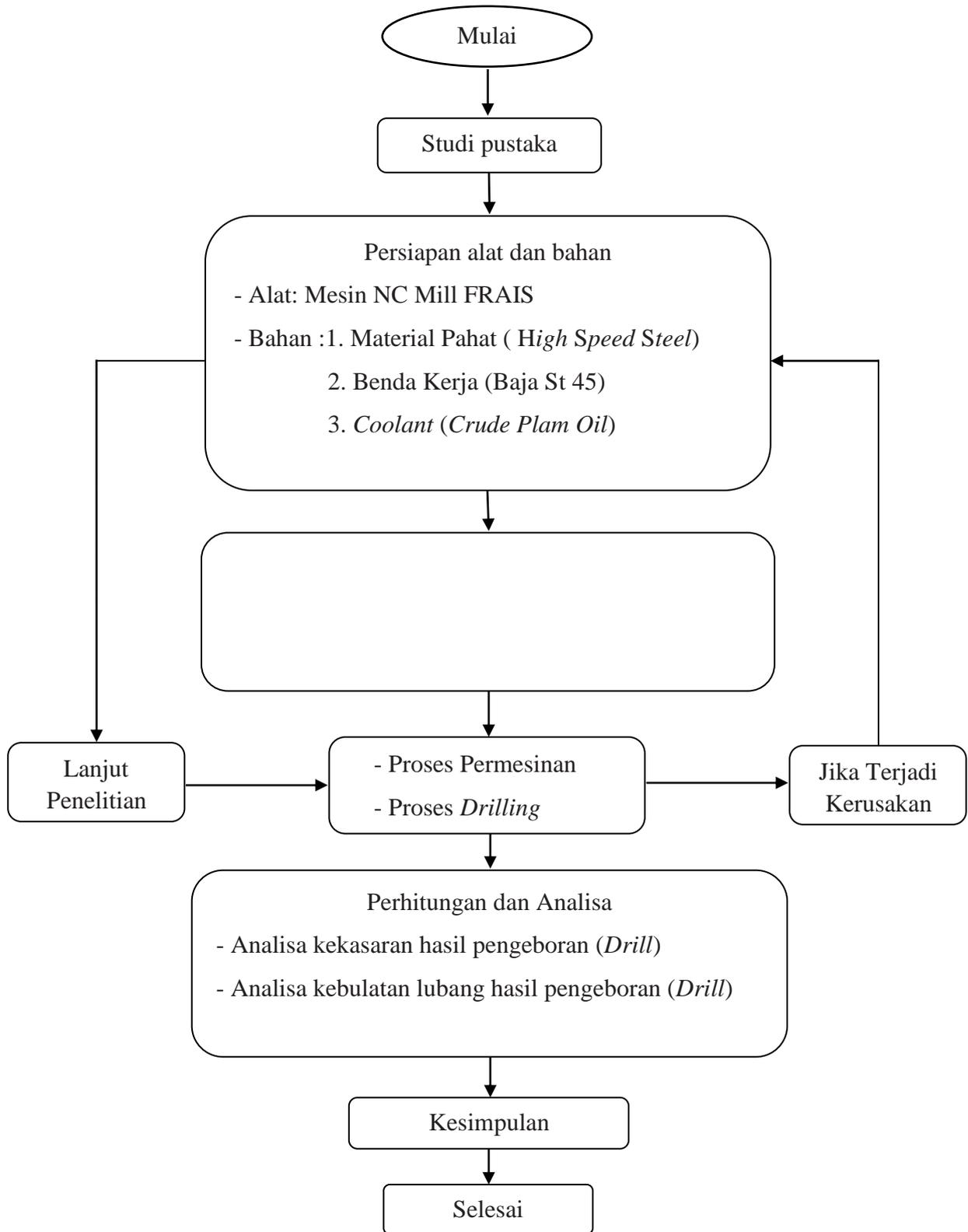
2. *Crude Palm Oil (CPO)*

Minyak nabati *Crude Palm Oil (CPO)* pada penelitian digunakan sebagai cairan pendingin pada proses pengeboran.



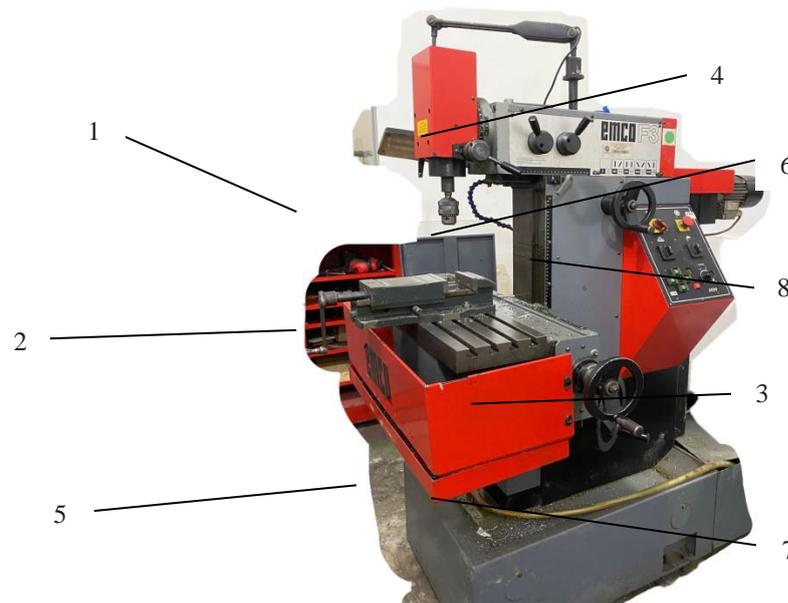
Gambar 3.7 *Crude palm oil (CPO)*

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.8 Bagan Alir Penelitian

3.4 Rancangan Alat Penelitian



Gambar 3.9 Rancangan alat penelitian

1. Spindel utama
Spindel utama merupakan komponen mesin frais yang berfungsi sebagai tempat untuk mencekam alat potong atau pahat (*tool*).
2. Meja kerja (*worktable*)
Meja merupakan komponen mesin frais yang berfungsi untuk meletakkan benda kerja ketika benda kerja tersebut akan mengalami proses pemesinan.
3. Motor penggerak
Motor penggerak merupakan komponen mesin frais yang berfungsi untuk menggerakkan bagian-bagian mesin yang lain seperti spindel utama, meja dan pendingin.
4. Transmisi
Transmisi merupakan bagian mesin frais yang berfungsi untuk menghubungkan motor penggerak dengan komponen yang akan digerakkan.

5. *Knee* atau lutut

Merupakan bagian mesin frais yang berfungsi untuk menopang atau menahan meja mesin. Pada bagian ini terdapat transmisi gerakan pemakanan (*feeding*).

6. Tiang (*column*)

Tiang merupakan bagian dari mesin frais yang berfungsi sebagai tempat menempelnya bagian-bagian mesin frais yang lain.

7. Base atau dasar

Merupakan bagian bawah dari mesin frais yang berfungsi untuk menopang badan atau tiang dan sebagai tempat cairan pendingin.

8. *Control*

Merupakan bagian dari mesin frais yang berfungsi sebagai pengatur dari bagian – bagian mesin yang bergerak.

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ada beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

Tahap Pengujian

1. *Set up* mesin NC mill F4.
2. Sebelum pengeboran terlebih dahulu mengukur sudut mata pahat (*twist drill*) menggunakan alat ukur busur derajat.
3. Mengasah sudut, agar sudutnya sesuai dengan yang di inginkan maka dapat dilakukan pengasahan sudut (*twist drill*).
4. Mengukur kembali sudut mata pahat menggunakan alat ukur busur derajat agar mendapatkan sudut mata pahat 130° dan 140°.
5. Setelah semuanya selesai selanjutnya *set up* pada mesin milling NC mill F4. *Twist drill* dipasang pada *arbore* mesin dan *set up* spesimen kerja di meja kerja *end mill* dan selanjutnya *set up* kecepatan putaran 1100 (RPM), setelah selesai *set up* maka lakukan pengeboran pada spesimen sesuai prosedur.
6. Bila semua sudah selesai bersihkan seluruh alat.

Tahap uji kekasaran permukaan

1. Siapkan perlengkapan alat *surface roughness tester*.
2. Tempatkan alat *surface roughness tester* diatas papan yang sudah disediakan.
3. Pasangkan alat sensor kedalam alat *surface roughness tester*.
4. Tekan tombol daya (*power*) pada *surface roughness tester* sampai keluar angka nol pada monitor.
5. Siapkan material yang akan diuji.
6. Bersihkan material dengan cairan alkohol agar bersih dari kotoran yang menempel pada material.
7. Letakan material diatas meja datar.
8. Ujung dari dial indikator diset pada posisi stabil untuk melakukan pembacaan skala tekanan terhadap permukaan benda uji.
9. Tentukan seberapa panjang dari bagian benda ukur yang akan diuji kekasaran permukaannya, nantinya panjang inilah yang akan dilewati oleh dial indikator.
10. Pada saat pengambilan data, posisi dial indikator bergerak dengan konstan sesuai dengan sumbu horizontal dan sejajar dengan benda uji (pada garis lurus).
11. Bila semua sudah selesai bersihkan seluruh alat *surface roughness*.

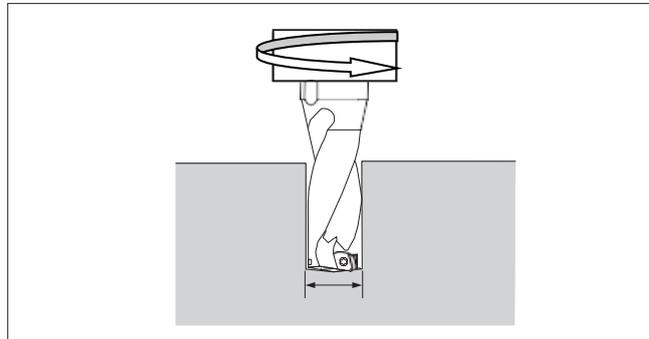
Tahap uji kebulatan

1. *Set up* posisi mikroskop, laptop dan material specimen
2. Setelah *set up* alat mikroskop maka lakukan kalibrasi menggunakan penggaris khusus yang sudah di sediakan
3. Letakan kembali material yang akan diuji dibawah mikroskop
4. Kemudian lakukan pengukuran dengan menggunakan *tolls* yang ada diaplikasi.
5. Bila semua sudah selesai bersihkan seluruh alat.

3.6 Lintasan Kerja dan Material Kerja

1. Lintasan kerja

Pada proses pengeboran di tunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.10 Lintasan pengeboran.

2. Material Kerja

Baja ST45 memiliki karakteristik kemampuan las yang baik, kemampuan mesin yang baik, dan karakteristik kekuatan dan benturan yang tinggi baik dalam kondisi normal atau gulungan panas. Memiliki sifat mekanik dan mempunyai kadar karbon sekitar 0,51%, dan tergolong baja karbon menengah seperti yang ditampilkan pada table 3.3.

Tabel 3.3. Komposisi baja ST 45

| C | Si | Mn | P | S | Cr | Ni | Mo | V | Al | Cu |
|------|------|------|------|------|----|----|----|---|----|------|
| 0,52 | 0,31 | 0,65 | 0,19 | 0,02 | - | - | - | - | - | 0,01 |

3.7 Metode Pengambilan Data

1. Parameter Pengujian

Tabel 3.4 Parameter pengujian.

| No | Twist Drill | RPM | Kekasaran | | | Kebulatan | | |
|----|-------------|------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| | | | I | II | III | I | II | III |
| 1 | 130° | 1100 | 3,184 | 3,182 | 2,896 | 12,00 | 12,08 | 12,10 |
| 2 | 140° | 1100 | 2,967 | 2,144 | 2,174 | 12,02 | 12,06 | 12,16 |

2. Pengambilan Data

A. Kekasaran permukaan

Salah satu pertimbangan dalam menentukan mutu suatu produk logam. Mutu produk tentunya mengacu pada hubungan antara kekasaran permukaan dengan sifat mekanik, sifat optik maupun sifat elektrik yang terbentuk dari produk yang dibuat.

Tabel 3.5 Kekasaran permukaan.

| RA | Kelas Kekasaran | Panjang Sampel |
|-------|-----------------|----------------|
| 50 | N12 | 8 |
| 25 | N11 | |
| 12,5 | N10 | 2.5 |
| 6,3 | N9 | |
| 3,2 | N8 | 0.8 |
| 1,6 | N7 | |
| 0,8 | N6 | |
| 0,4 | N5 | |
| 0,2 | N4 | 0.25 |
| 0,1 | N3 | |
| 0,05 | N2 | |
| 0,025 | N1 | 0.08 |

B. Pengukur Kebulantan

Alat laboratorium yang digunakan untuk mengamati kebulatan yang dialami oleh mata bor dengan perbesaran 1600 kali. Mikroskop ini digunakan untuk mengukur kebulatan. Gambar mikroskop digital USB typeC 1600 kali di tunjukkan pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Mikroskop digital USB typeC 1600

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian proses pemesinan, material yang di gunakan adalah baja ST45, mata pahat menggunakan bahan HSS (*high speed steel*) dengan sudut masing-masing 130° dan 140° . Dalam penelitian ini ada dua pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kekasaran dan pengujian kebulatan pada lubang hasil drilling pada material baja ST45. Data yang di peroleh dari hasil pengujian kekasaran (*Surface roughness*) akan disajikan dalam bentuk tabel dan data hasil pengujian kebulatan akan disajikan dalam bentuk gambar. Penelitian dilakukan dengan eksperimental menggunakan mesin milling NC mill F4 dan menggunakan cairan pendingin (*coolant*) berbasis nabati *crude palm oil* (CPO). Berikut langkah proses pemesinan (*drilling*).

1. *Set up* mesin NC mill F4 yang berada di lab CNC Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Terlihat pada gambar di bawah:



Gambar 4.1 *set up* mesin NC mill F4

2. Sebelum pengeboran terlebih dahulu mengukur sudut mata pahat (*twist drill*) menggunakan alat ukur busur derajat. Agar mengetahui apakah sudut mata pahat (*twist drill*) sudah sesuai dengan variabel yang diinginkan.



Gambar 4.2 Mengukur sudut mata pahat

3. Pada penelitian proses pemesinan ini menggunakan *twist drill* HSS (*high speed steel*), Ada 2 jenis *twist drill* berdasarkan sudut yang digunakan masing-masing 130° dan 140° , sudut yang berbeda akan memberikan hasil yang berbeda pada proses pemesinan. Agar sudut nya sesuai yang di inginkan maka dapat dilakukan pengasahan sudut *twist drill*.



Gambar 4.3 Proses mengasah sudut *twist drill*

- Setelah mengasah sudut *twist drill* selanjutnya kita dapat mengukur sudut nya menggunakan alat ukur busur derajat. Mengukur sudut *twist drill* agar bisa memastikan sudut sudah sesuai dengan variabel yang diinginkan seperti terlihat pada gambar dibawah.



Gambar 4.4 Proses mengukur sudut *twist drill*

- Setelah semuanya selesai selanjutnya *set up* pada mesin milling NC mill F4. Twist drill dipasang pada *arbore* mesin dan *set up* spesimen kerja di meja kerja *end mill* dan selanjutnya *set up* kecepatan putaran (RPM), setelah selesai *set up* maka lakukan pengeboran pada spesimen sesuai prosedur. dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 4.5 Melakukan pengeboran pada spesimen

6. Setelah melakukan pengeboran langkah selanjutnya pengujian kekasaran (*surface roughness*) di Lab pengukuran yang berada di Universitas Negeri Medan, dapat dilihat pada gambar di bawah.



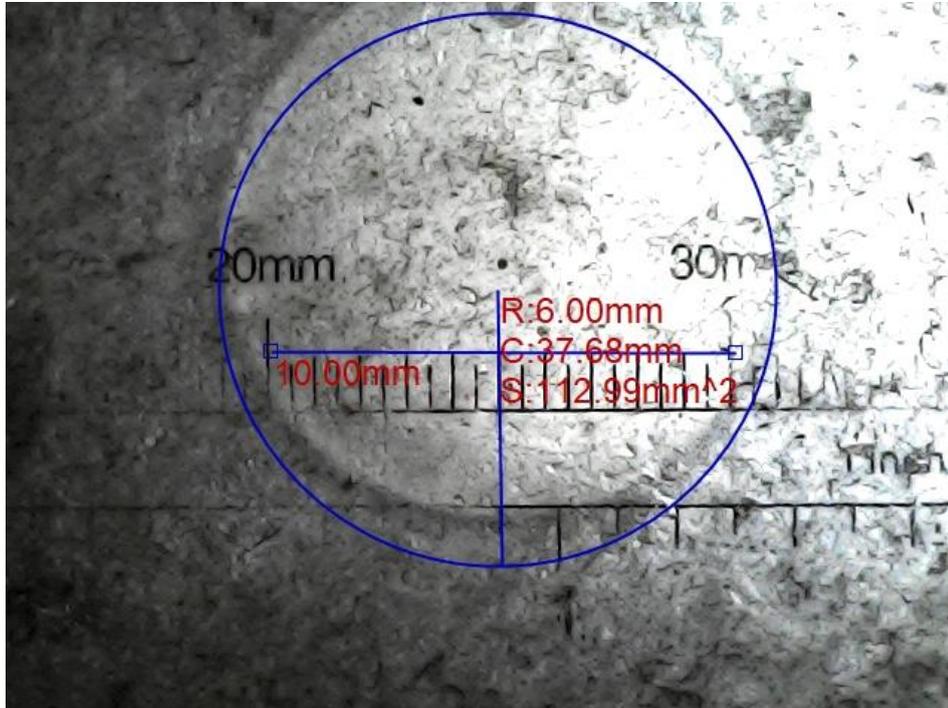
Gambar 4.6 Proses pengukuran kekasaran

7. Kemudian melakukan uji kebulatan menggunakan mikroskop USB, langkah pertama yaitu *set up* posisi mikroskop, laptop dan material spesimen. Selanjutnya melakukan kalibrasi seperti pada gambar 4.7 agar ukurannya sesuai yg diinginkan, setelah melakukan kalibrasi pengukuran sudah bisa dilakukan pengukuran pada lubang. Uji kebulatan dapat dilihat pada gambar di bawah:



Gambar 4.7 Proses uji kebulatan

8. Setelah *set up* alat mikroskop maka lakukan kalibrasi menggunakan penggaris khusus yang sudah di sediakan agar ukurannya sesuai yang diinginkan, sesudah proses kalibrasi maka sudah bisa dilakukan pengukuran pada lubang.



Gambar 4.8 Proses kalibrasi

4.1.1 Hasil pengukuran kekasaran

Proses pemesinan menggunakan mesin NC mill F4 dan spesimen menggunakan material baja ST 45 dan *twist drill* berbahan HSS (*high speed steel*) dengan sudut yang berbeda yaitu sudut 130° dan 140° , putaran spindle (rpm) yang digunakan 1100 rpm, serta menggunakan *coolant* berbasis nabati yaitu *crude palm oil* (CPO) dilakukan di Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara (UMSU). Setelah di lakukan pengeboran pada material spesimen maka dilakukan pengujian kekasaran menggunakan alat uji *surface roughness tester* yang terdapat di lab pengukuran Universitas Negeri Medan (UNIMED). Adapun hasil pengujian kekasaran dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data hasil pengujian kekasaran

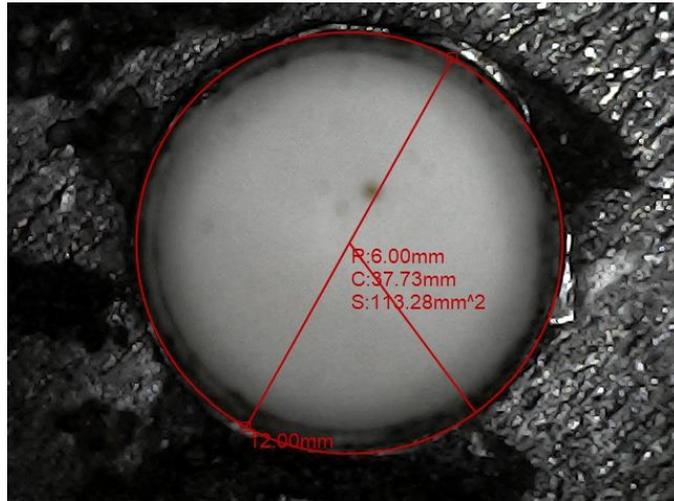
| No | Twist Drill | RPM | Kekasaran (Ra) | | |
|----|-------------|------|----------------|-------------------------|-------|
| | | | I | II (μm) | III |
| 1 | 130° | 1100 | 3.184 | 3.182 | 2.896 |
| 2 | 140° | 1100 | 2.967 | 2.144 | 2.174 |

4.1.2 Hasil pengukuran kebulatan

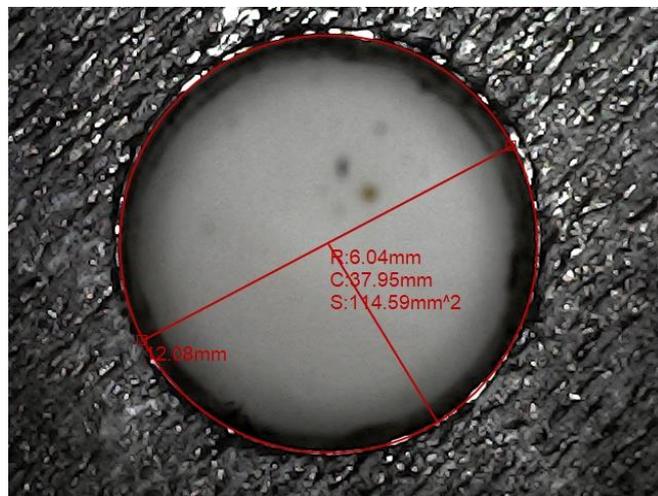
Proses pemesinan menggunakan mesin NC mill F4 dan spesimen menggunakan material baja ST 45 dan *twist drill* berbahan HSS (*high speed steel*) dengan sudut yang berbeda yaitu sudut 130° dan 140°, putaran spindle (rpm) yang digunakan 1100 rpm, serta menggunakan *coolant* berbasis nabati yaitu *crude palm oil* (CPO). Setelah dilakukan pengeboran pada material spesimen maka dilakukan pengukuran kebulatan menggunakan alat mikroskop USB. Adapun hasil pengukuran kebulatan dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data hasil pengukuran kebulatan

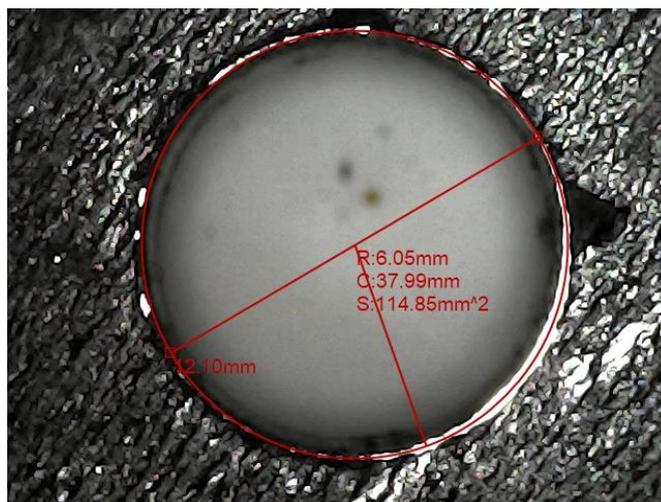
| No | Twist Drill | RPM | Kebulatan | | |
|----|-------------|------|-----------|------------|-------|
| | | | I | II (mm) | III |
| 1 | 130° | 1100 | 12,00 | 12,08 | 12,10 |
| 2 | 140° | 1100 | 12,02 | 12,06 | 12,16 |



Gambar a hasil pengukuran lubang 1 diameter 12,00 mm.

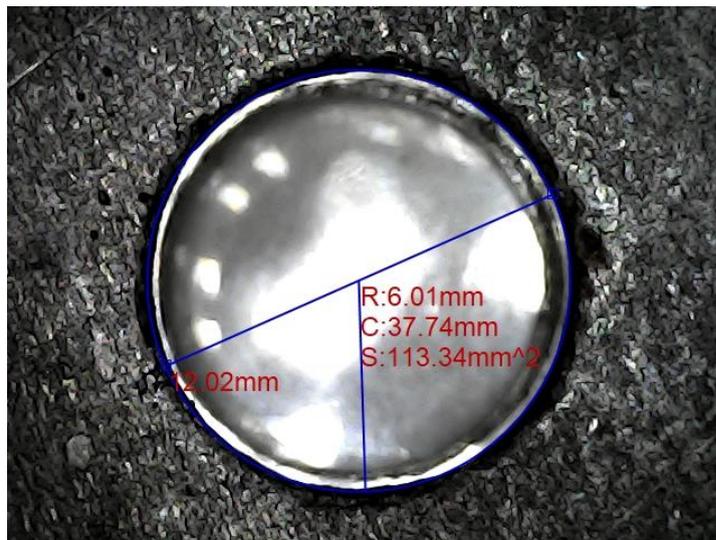


Gambar b hasil pengukuran lubang 2 diameter 12,08 mm.

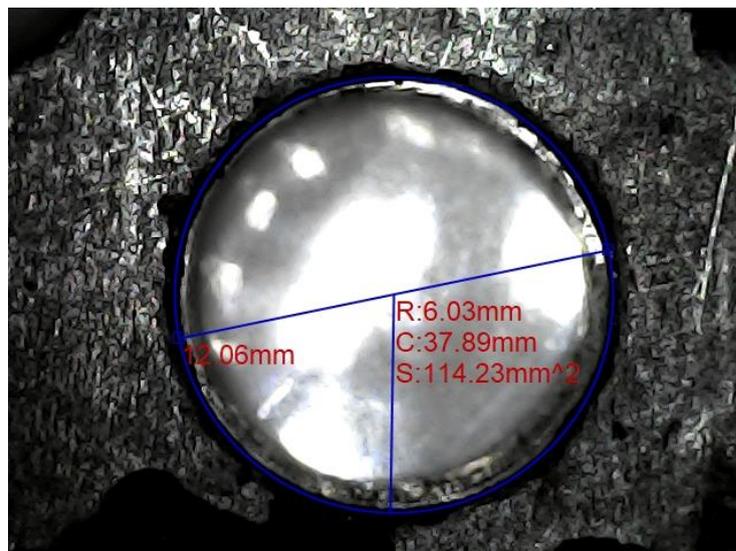


Gambar c hasil pengukuran lubang 3 diameter 12,10 mm.

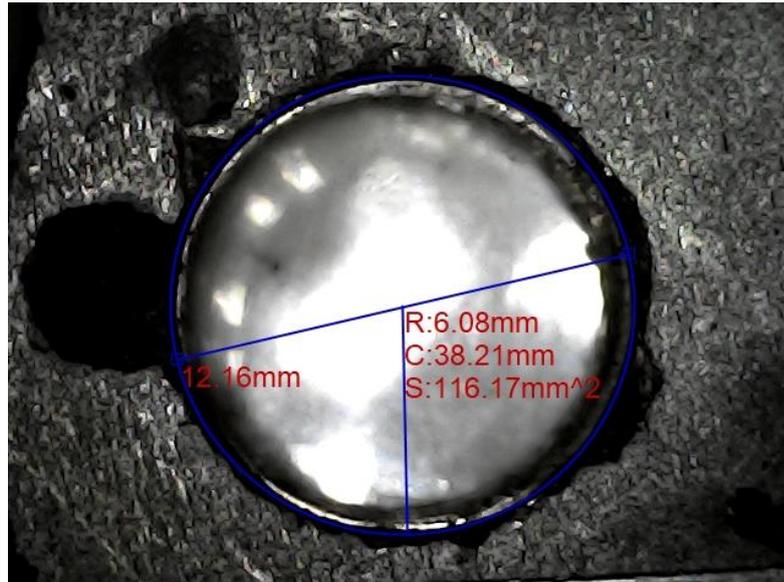
Gambar 4.9 Gambar a,b,c diameter *twist drill* 12mm dengan sudut 130°
Terlihat pada gambar di samping hasil pengukuran kebulatan dengan sudut *twist drill* 130° dan diameter 12mm terdapat perbedaan diameter antara 3 lubang tersebut, yaitu pada lubang 1=12,00mm lubang 2 = 12,08mm lubang 3 = 12,10mm. Perbedaan terjadi akibat timbulnya panas karena gesekan antara *twist drill* dengan spesimen benda kerja dan juga getaran yang ditimbulkan dari mesin *drilling* yang digunakan serta pengaruh sudut *twist drill*.



Gambar a hasil pengukuran lubang 1 diameter 12,02mm



Gambar b hasil pengukuran lubang 2 diameter 12,06mm



Gambar c hasil pengukuran lubang 3 diameter 12,16mm

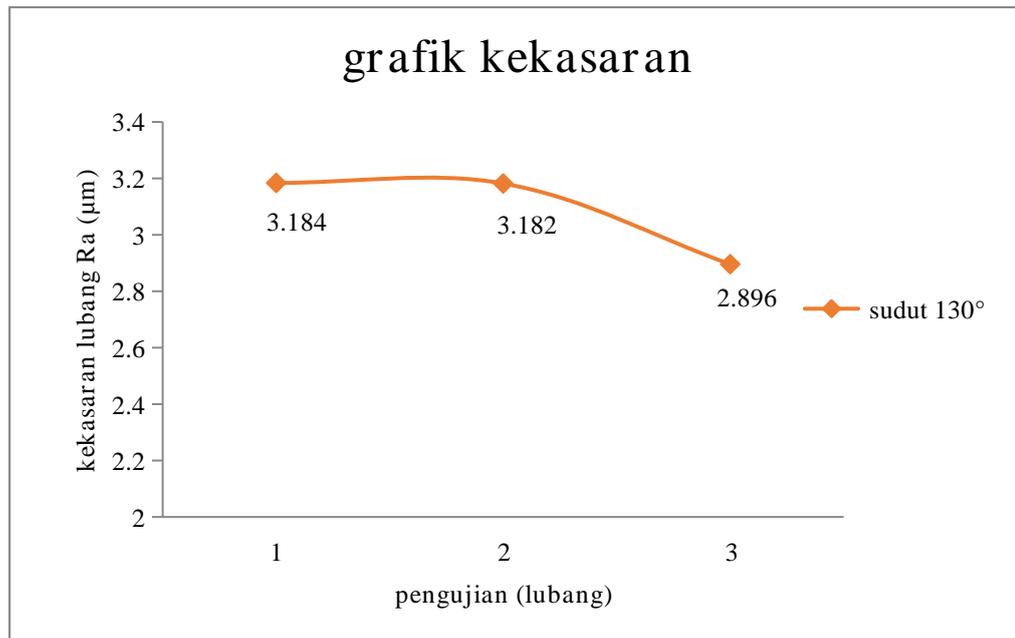
Gambar 4.10 Gambar a,b,c diameter *twist drill* 12mm dengan sudut 140°

Dapat dilihat pada gambar di atas hasil pengukuran kebulatan dengan sudut *twist drill* 140° dan diameter 12mm lubang 1,2,3 mempunyai diameter yang berbeda di setiap lubang, yaitu pada lubang 1 = 12,02mm lubang 2 = 12,06mm dan lubang 3 = 12,016mm. Pengukuran kebulatan di sudut 140 timbulnya panas karena gesekan antara *twist drill* dengan spesimen benda kerja dan juga getaran yang ditimbulkan dari mesin *drilling* yang digunakan serta pengaruh sudut *twist drill*.

4.2 Pembahasan

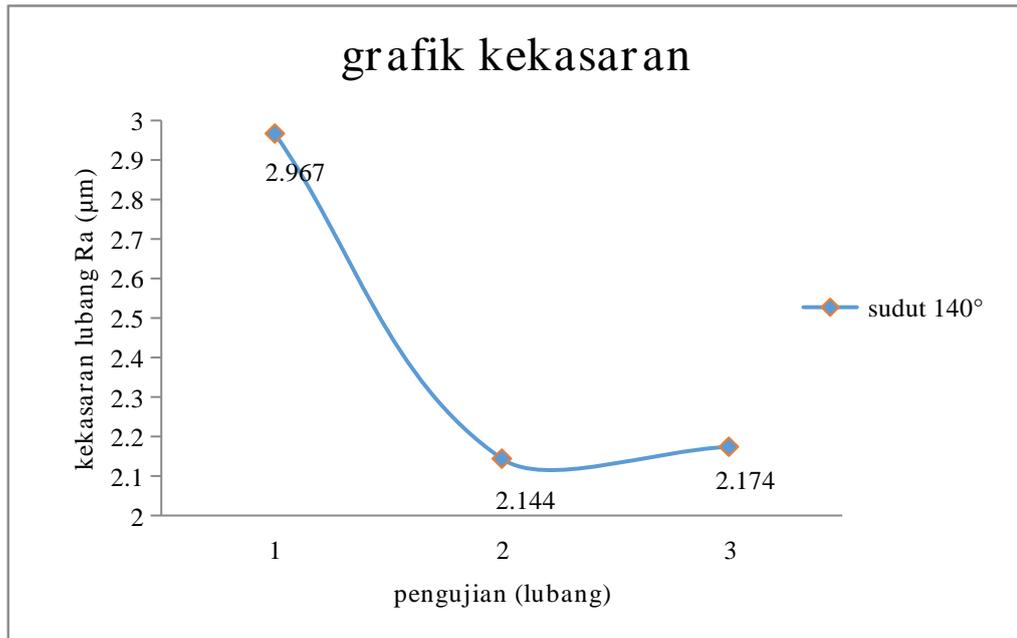
Hasil proses pemesinan (*twist drill*) yang telah dilakukan pada penelitian, terdapat pengaruh sudut mata pahat antara 130° dan 140° dengan media pendingin (*coolant*) *crude palm oil* (CPO). Terdapat perbedaan yang signifikan di setiap lubang dari hasil kekasaran dan kebulatannya. Lubang yang paling besar terdapat pada lubang 3 sudut 140° = 12,016mm dan lubang yang paling kecil pada lubang sudut 130 = 12,00mm. Hal ini karena proses pemesinan dengan sudut mata pahat yang berbeda sangat mempengaruhi hasil dan kualitas dari produk. Di tambah lagi dengan spesimen benda kerja dan juga getaran yang ditimbulkan dari mesin *drilling* yang digunakan.

4.2.1 Pembahasan hasil kekasaran



Gambar 4.11 Grafik kekasaran pada sudut *twist drill* 130°

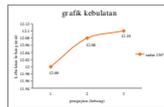
Pada grafik di atas terdapat perbedaan tingkat kekasaran pada tiap lubang, perbedaannya tampak pada lubang 1 sudut 130° Ra 3,184μm pada lubang 2 sudut 130° Ra 3,182μm pada lubang 3 sudut 130° Ra 2,896μm. Dapat kita lihat pada lubang 3 sudut *twist drill* 130° memiliki tingkat kekasaran paling rendah sedangkan pada lubang 1 dengan sudut mata pahat 130° memiliki tingkat kekasaran paling tinggi diantara 3 lubang lainnya.



Gambar 4.12 Grafik kekasaran pada sudut *twist drill* 140°

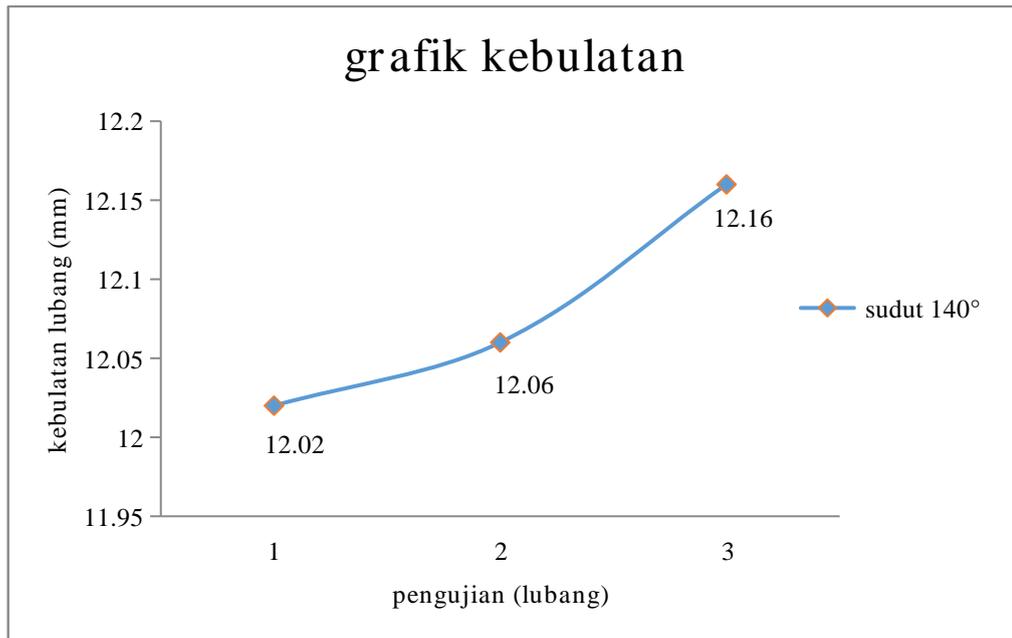
Pada gambar di atas terlihat perbedaan tingkat kekasaran pada tiap lubang perbedaannya tampak pada lubang 1 sudut 140° Ra 2,967 μm pada lubang 2 sudut 140° Ra 2,144 μm pada lubang 3 sudut 140° Ra 2,174 μm . Dapat kita lihat pada lubang 2 dengan sudut mata 140° memiliki tingkat kekasaran paling rendah, namun tampak pada lubang 1 dengan sudut mata pahat 140° memiliki tingkat kekasaran paling tinggi di antara 3 lubang yang lain.

4.2.2 Pembahasan hasil kebulatan



Gambar 4.13 Grafik kebulatan pada sudut *twist drill* 130°

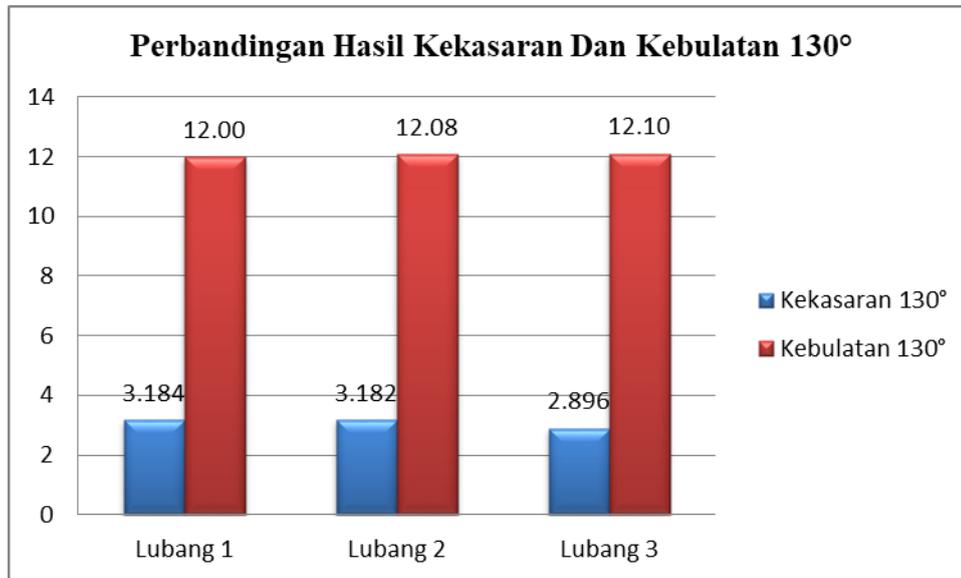
Pada gambar diatas dapat kita lihat grafik kebulatan tiap lubang hasil pengeboran dengan tingkat kebulatan yang berbeda, terlihat pada lubang 1 dengan sudut *twist drill* 130° dan diameter *twist drill* 12mm memiliki kebulatan yang sempurna yaitu 12,00mm. Terlihat pada grafik di atas terdapat grafik berwarna biru dengan sudut *twist drill* 130° dan diameter *twist drill* 12mm tampak pembesaran pada tiap lubang hasil pengeboran namun tidak terlalu jauh dan pada lubang 3 dengan sudut *twist drill* 130° diameter 12mm tampak pembesaran yaitu 12.10mm. Dari lubang 1 yaitu 12.00mm dan lubang 2 12.08mm. Lubang 1 yaitu 12.00mm kebulatan paling kecil dan lubang 3 kebulatan paling besar dari 3 lubang lainnya.



Gambar 4.14 Grafik kebulatan pada sudut *twist drill* 140°

Pada gambar diatas dapat kita lihat grafik kebulatan tiap lubang hasil pengeboran dengan tingkat kebulatan yang berbeda, pada lubang 1 dengan sudut *twist drill* 140° dan diameter 12mm memiliki tingkat kebulatan yang paling rendah dari 3 lubang diameter *twist drill* lainnya yaitu 12,02mm. Terlihat pada grafik di atas terdapat grafik berwarna merah dengan sudut *twist drill* 140° dan diameter *twist drill* 12mm tampak pembesaran pada tiap lubang hasil pengeboran dari diameter *twist drill*. Diameter kebulatan lubang 1 pada sudut 140° yang paling kecil yaitu 12.02mm sedangkan diameter kebulatan lubang yang paling besar yaitu pada lubang 3 dengan diameter 12,12mm.

4.2.3. Perbandingan hasil kekasaran & kebulatan

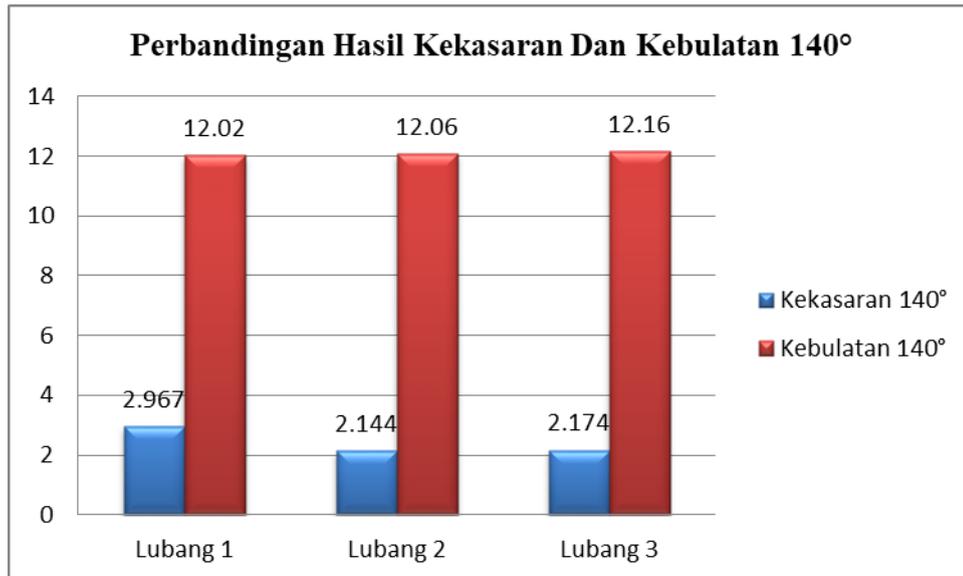


Gambar 4.15 Grafik perbandingan hasil kekasaran & kebulatan (130°)

Pada grafik di atas dapat kita lihat perbandingan antara hasil kekasaran dan kebulatan pada setiap lubang dengan sudut *twist drill* 130°. Pada lubang 1 di dapat hasil kekasaran dengan nilai 3,184 µm dan nilai kebulatan 12,00 mm. Pada lubang 2 di dapat hasil kekasaran dengan nilai 3,182 µm dan nilai kebulatan 12,08 mm. Dan pada lubang 3 di dapat hasil kekasaran dengan nilai 2,896 µm dan nilai kebulatan 12,10 mm.

Dari keterangan di atas dapat kita lihat nilai kekasaran pada lubang 1 memiliki nilai paling tinggi 3,184 µm sedangkan nilai kebulatannya paling rendah 12,00 mm. Pada lubang 2 kekasarannya memiliki nilai menengah 3,182 µm sedangkan nilai kebulatannya juga menengah 12,08 mm. Dan pada lubang 3 kekasarannya memiliki nilai paling rendah 2,896 µm sedangkan kebulatannya memiliki nilai paling tinggi 12,10 mm.

Hasil dari pengeboran dengan sudut *twist drill* 130° memiliki peningkatan nilai kebulatan dari lubang 1 sampai ke lubang 3. Sedangkan hasil pengeboran dengan sudut *twist drill* 130° memiliki penurunan pada nilai kekasaran dari lubang 1 sampai ke lubang 3.



Gambar 4.15 Grafik perbandingan hasil kekasaran & kebulatan (140°)

Pada grafik di atas dapat kita lihat perbandingan antara hasil kekasaran dan kebulatan pada setiap lubang dengan sudut *twist drill* 140° . Pada lubang 1 di dapat hasil kekasaran dengan nilai 2,967 μm dan nilai kebulatannya 12,02 mm. Pada lubang 2 di dapat hasil kekasaran dengan nilai 2,144 μm dan nilai kebulatannya 12,06 mm. Dan pada lubang 3 di dapat hasil kekasaran dengan nilai 2,174 μm dan nilai kebulatannya 12,16 mm.

Dari keterangan di atas dapat kita lihat untuk hasil kekasaran pada lubang 1 memiliki nilai paling tinggi 2,967 μm sedangkan hasil kebulatannya memiliki nilai paling rendah 12,02 mm. Pada lubang ke 2 dapat kita lihat hasil kekeasarannya memiliki nilai paling rendah 2,144 μm dan hasil kebulatannya memiliki nilai menengah 12,06mm. Dan pada lubang 3 dapat kita lihat hasil kekeasarannya memiliki nilai menengah 2,174 μm dan kebulatannya memiliki nilai paling tinggi 12,16 mm.

Hasil dari pengeboran dengan sudut *twist drill* 140° memiliki peningkatan nilai kebulatan dari lubang 1 sampai ke lubang 3. Sedangkan hasil pengeboran dengan sudut *twist drill* 140° memiliki penurunan pada kekasaran dari lubang 1 ke ke lubang 2 kemudian sedikit meningkat pada lubang 3.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dengan melihat hasil penelitian yang telah dilakukan dan dibahas maka dapat disimpulkan, sebagai berikut:

1. Pengaruh sudut mata bor dengan diameter 12mm terhadap kebulatan dan kekasaran diperoleh hasil yang bervariasi, untuk mendapatkan hasil nilai kebulatan yang bagus sudut mata bor yang digunakan adalah sudut 130°. Sedangkan untuk mendapatkan nilai kekasaran yang rendah sudut mata bor yang digunakan adalah sudut 140°.
2. Pada penelitian proses pemesinan yaitu proses *drilling* kekasaran terendah terdapat pada lubang 2 dengan *sudut twiss drill* 140° dan diameter 12mm, putaran spindle yang digunakan 1100 rpm dengan media pendingin berbasis *crude palm oil* (CPO). Dengan nilai kekasaran 2,144µm.
3. Sedangkan kekasaran tertinggi terdapat pada lubang 1 dengan sudut *twist drill* 130° dan berdiameter 12mm, putaran spindle yang digunakan 1100 rpm dengan media pendingin berbasis *crude palm oil* (CPO). Dengan nilai kekasaran 3,184µm.
4. Kebulatan hasil proses pemesinan *drilling* dengan tingkat kepresisian tertinggi terdapat pada lubang 1 dengan sudut *twiss drill* 130° dan diameter 12 mm, putaran spindle yang digunakan 1100 rpm dengan media pendingin berbasis *crude palm oil* (CPO). Dengan nilai kebulatan 12,00 mm.
5. Kebulatan hasil *drilling* dengan tingkat kepresisian terendah terdapat pada lubang 3 dengan sudut *twiss drill* 140° dan diameter 12mm, putaran spindle yang digunakan 1100 rpm dengan media pendingin berbasis *crude palm oil* (CPO). Dengan nilai kebulatan 12,16mm.
6. Pada penelitian proses pemesinan (*drilling*) terhadap material baja ST45 dapat dilihat dari grafik perbandingan sudut mata bor 130° lebih bagus dari pada sudut mata bor 140°.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pembahasan, dan kesimpulan. Saran yang dapat saya tuliskan untuk menjadikan pengujian kedepannya menjadi lebih baik lagi meliputi beberapa hal, sebagai berikut :

1. Untuk pengujian selanjutnya agar lebih di sempurnakan dengan menampilkan grafik *surface roughness*.
2. Lebih di sempurnakan lagi mesin drillingnya agar lebih optimal dalam pengeborannya.
3. Saat melakukan penelitian sebaiknya dilakukan dengan seteliti mungkin agar didapatkan hasil yang sebaik mungkin.
4. Pada saat pengujian berlangsung harus fokus dan bersungguh-sungguh agar tidak terjadi kecelakaan kerja di setiap proses pemesinan atau proses *drilling*.
5. Sebelum memainkan cairan pendingin (*coollant*) *crude palm oil* (CPO) harus dipanaskan dengan kompor karna *crude palm oil* (CPO) cepat membeku.

DAFTAR PUSTAKA

- Atedi, B., & Agustono, D. (2015). *STANDAR KEKASARAN PERMUKAAN BIDANG PADA YOKE FLANGE MENURUT ISO R.1302 dan DIN 4768 DENGAN MEMPERHATIKAN NILAI KETIDAKPASTIANNYA*. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 6(2), 63–69. <https://doi.org/10.23917/mesin.v6i2.2897>
- Daryanto. 2011. *Teori Kejuruan Teknik Mesin Perkakas*. Jakarta: PT RINEKA CIPTA.
- Delima, A., Hermawan, Y., Triono, A., Sakura, R. R., Jurusan, M., Mesin, T., Teknik, F., Jember, U., Pengajar, S., Teknik, J., Teknik, F., & Jember, U. (2022). *ANALISIS KEKASARAN PERMUKAAN DAN MORFOLOGI*. 5, 18–27. (Delima et al., 2022)
- Kencanawati, C. I. P. K. (2017). *Proses Pemesinan*. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 41.
- Manurung, V., Tri, Y., & Yudi, S. (2020). *Panduan metalografi*.
- Munadi, S dan Surono. (2017). *Pengukuran Dan Pengendalian Mutu Produk Pemesinan*. Yogyakarta: UNY Press.
- Mrihrenaningtyas dan Prayadi, Randi. 2015. *Analisis Umur Pahat Dengan Variasi Sudut Geram, Kecepatan Dengan Dan Tanpa Pendingin*. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*.
- Nasution, Affandi, Z. F. (2019). *Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi* [Http://Jurnal. Umsu. Ac. Id/Index. Php/RMME](http://Jurnal.Umsu.Ac.Id/Index.Php/RMME), 2(2), 131–139
- Nugroho, F. S. (2011). *Pengaruh Putaran Spindel dan Gerak Makan Terhadap Getaran Pahat dan Kebulatan Pahat dan Kebulatan Hasil Proses Drilling*.
- Paryanto, M. p. (2019). *Teori Permesinan Dasar Proses Bor Drilling (Gurdi)*. *Teori Permesinan Dasar*, Cii, 1–13. <http://staffnew.uny.ac.id/upload/131569341/pendidikan/teori-pemesinan-dasar-proses-bor-drilling.pdf> (Paryanto, 2019)
- Prabowo, Yustiar, R. (2012). *Pengaruh Temperatur Annealing Sambungan Las Smaw (Shielded Metal Arc Welding) Terhadap Sifat Mekanis Dan Fisis Baja*

- K-945 Ems-45. Journal of Mechanical Engineering Learning.*
- Rudi, A., Affandi, & Fuadi, Z. (2015). *Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Face Milling. Jurnal Rekayasa Material. Manufaktur DanEnergi, 3(1).*
- Santoso, Joko. 2013. *Pekerjaan Mesin Perkakas. Jakarta: Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan.*
- Sumbodo, Wirawan., et al. 2008. (n.d.). *Teknik Produksi Mesin Industri Jilid I. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional. (Sumbodo, Wirawan., n.d.)*
- Widarto, Wijanarka, B. S., Sutopo, & Paryanto. (2008). *Teknik Permesinan. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 505.*

LAMPIRAN



set up mesin milling



Mengasah sudut *twist drill*



Mengukur sudut *twist drill*



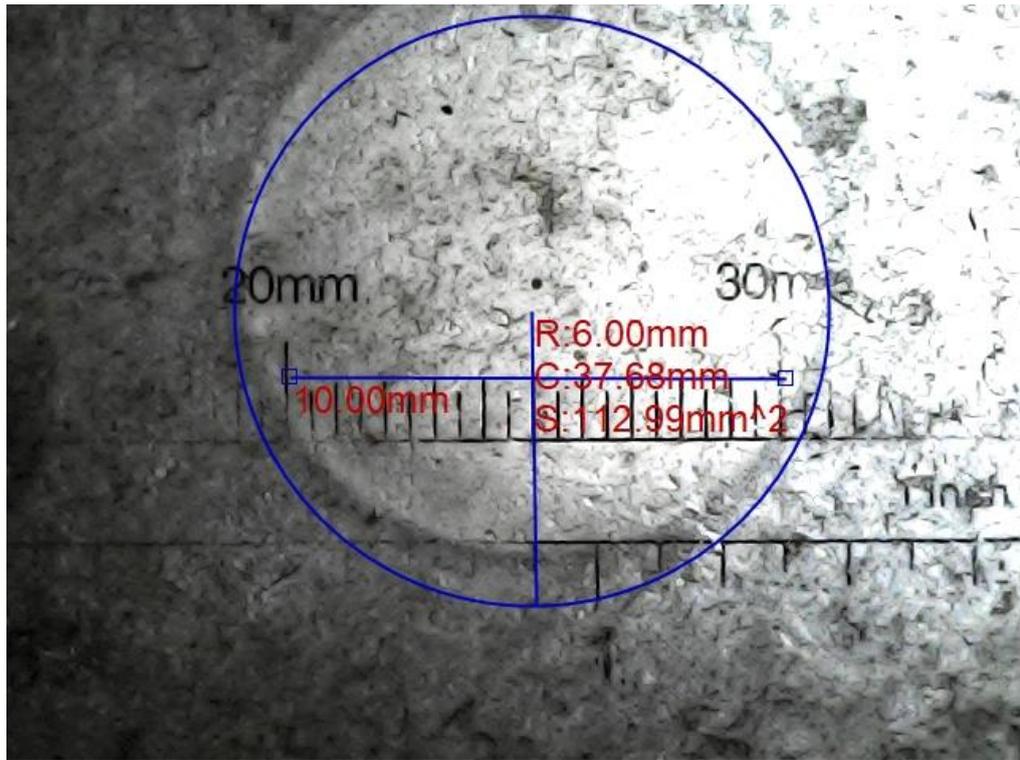
Melakukan pengeboran



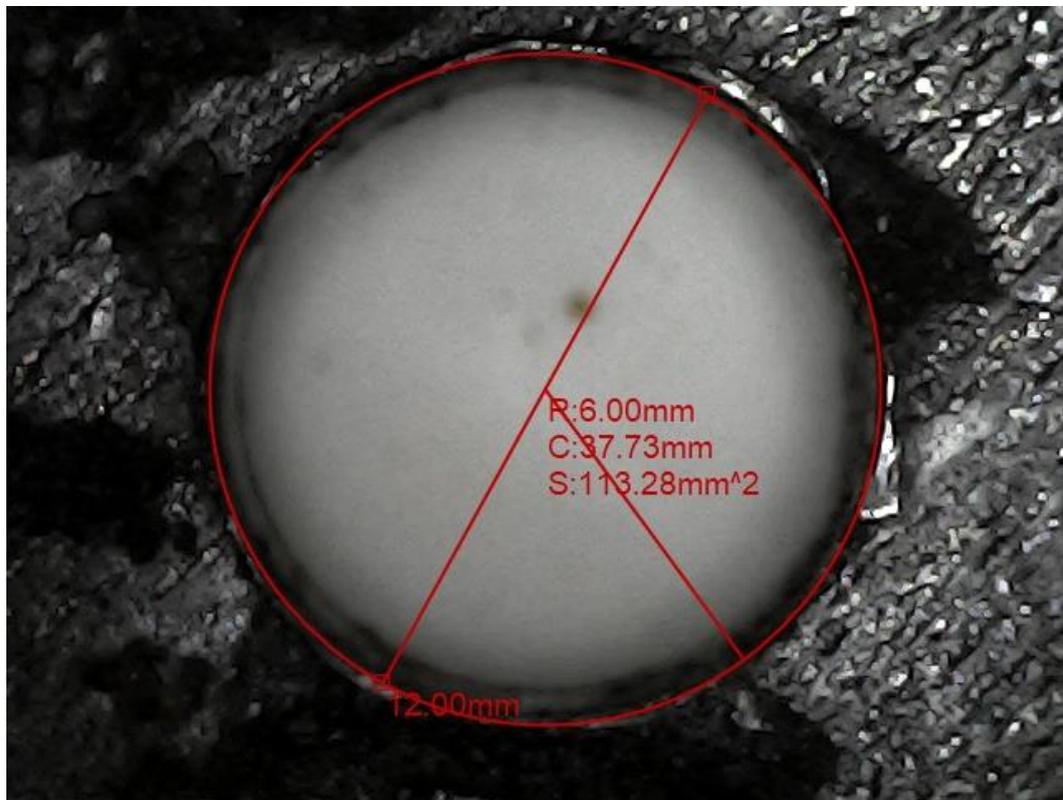
Pengukuran kekerasan



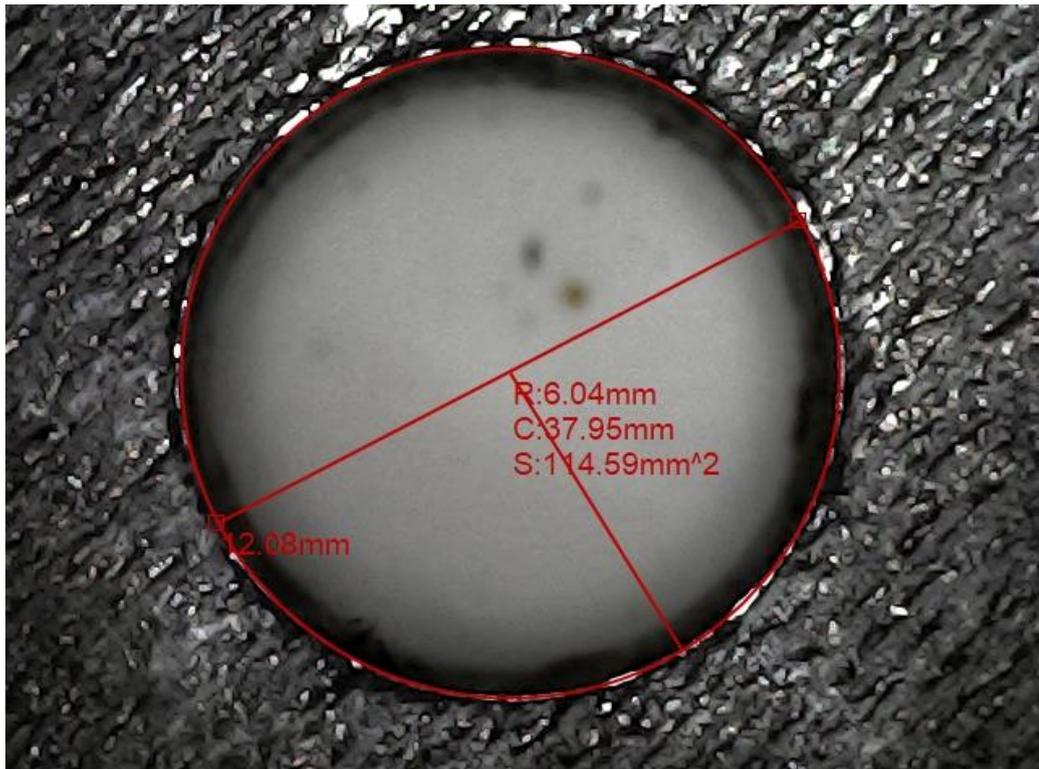
Pengukuran kebulatan



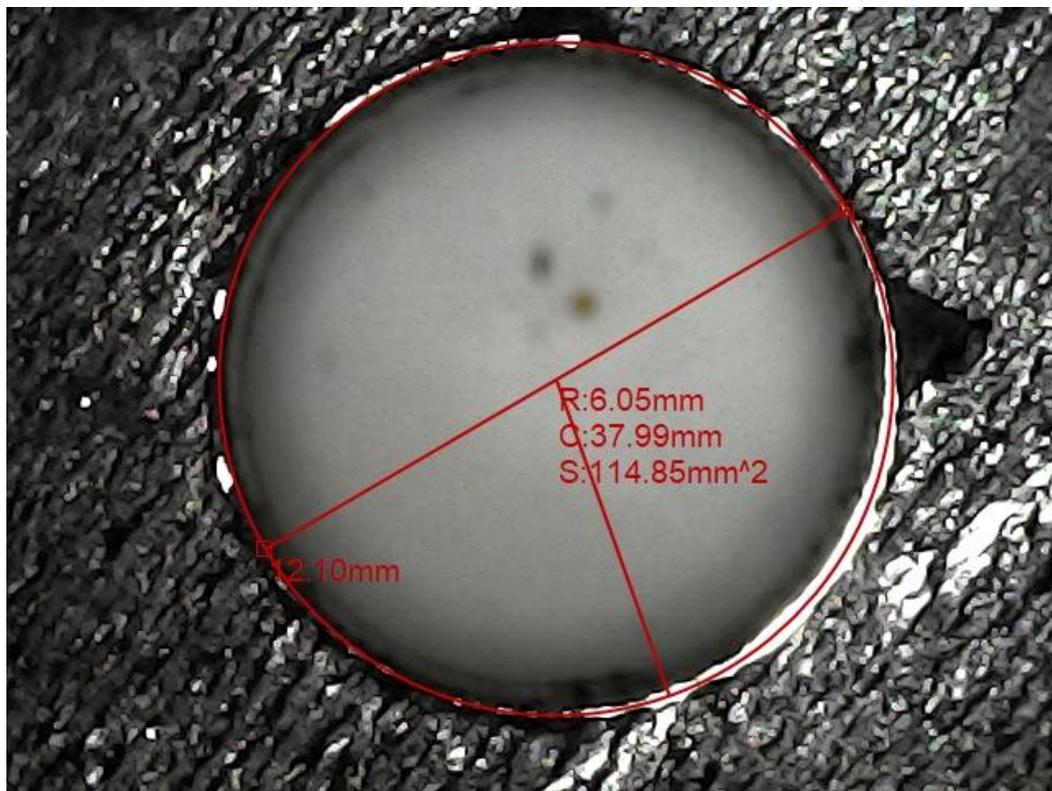
Proses kalibrasi



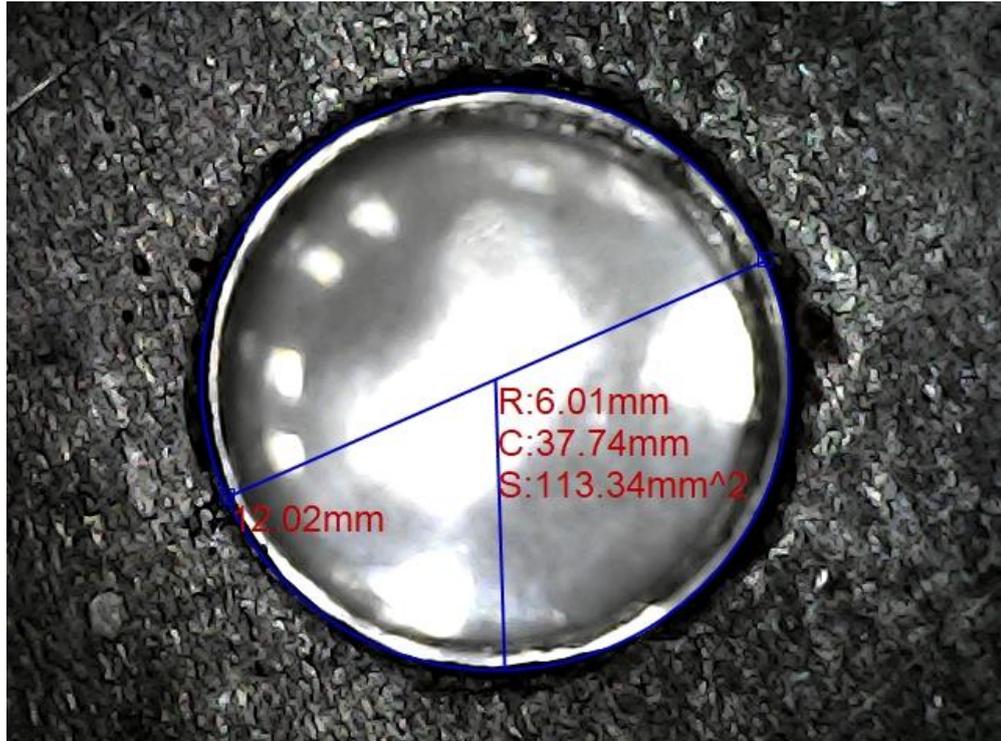
Hasil pengukuran pada lubang 1 sudut 130°



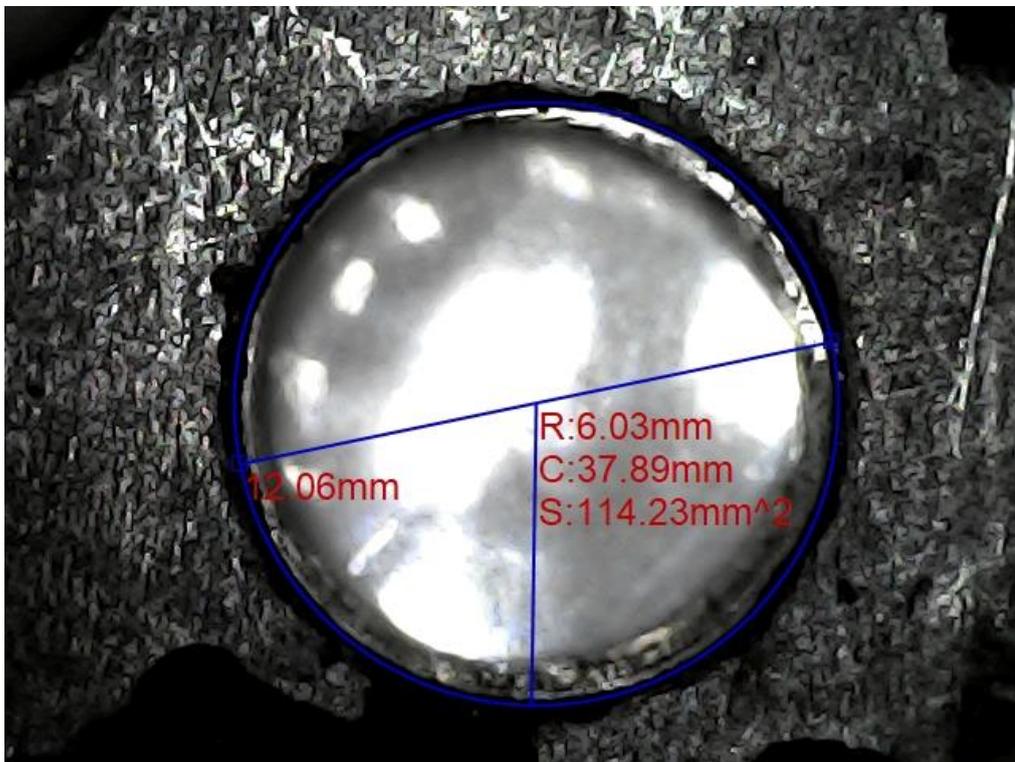
Hasil pengukuran pada lubang 2 sudut 130°



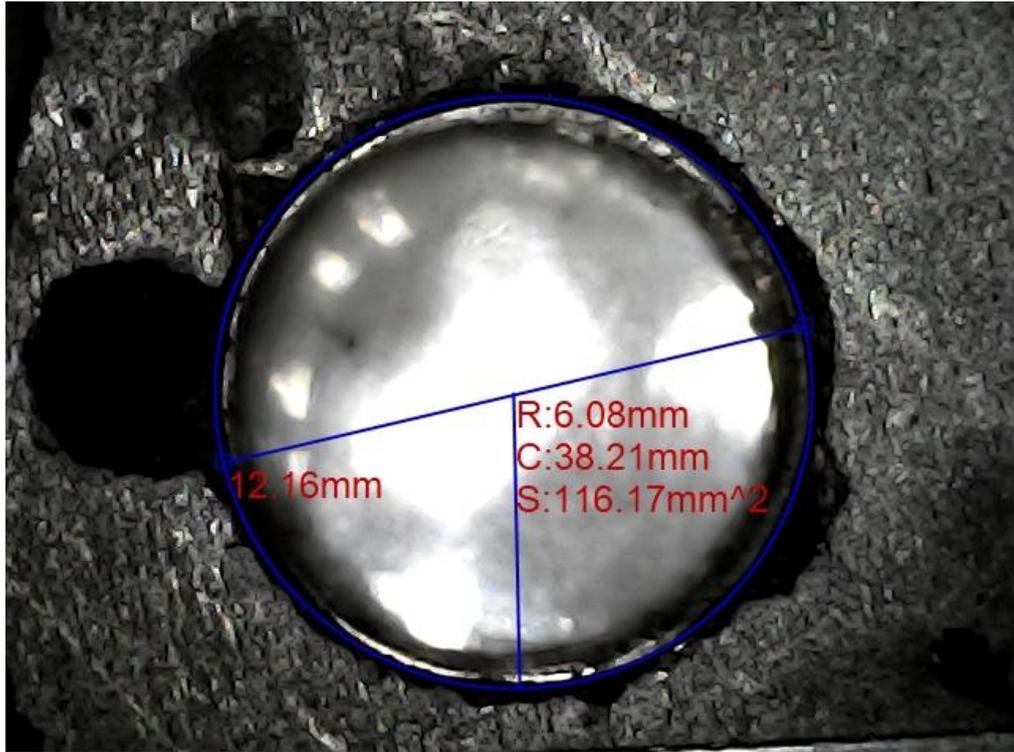
Hasil pengukuran pada lubang 3 sudut 130°



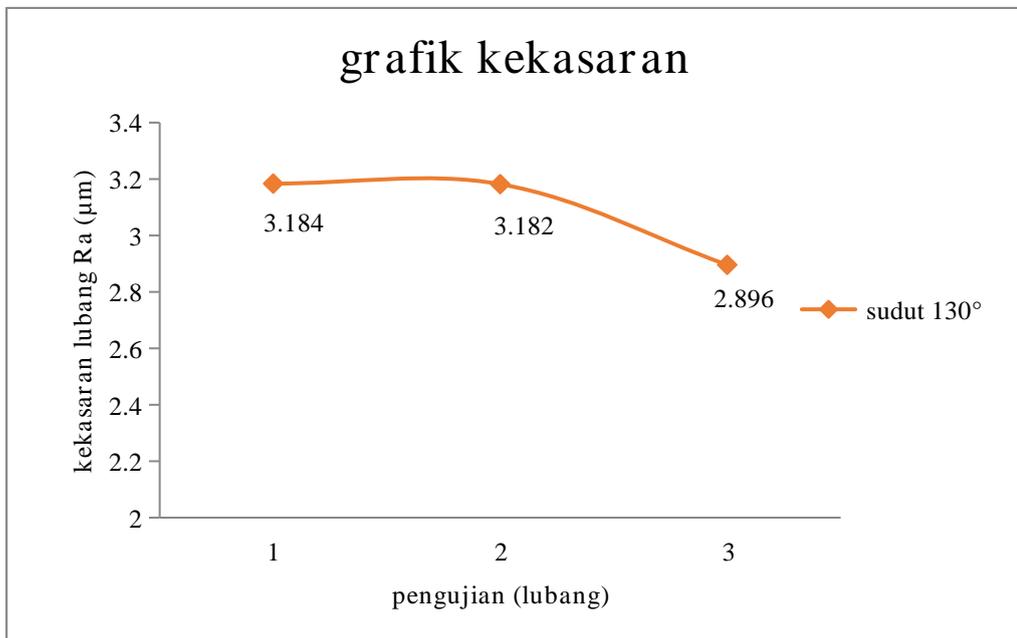
Hasil pengukuran pada lubang 1 sudut 140°



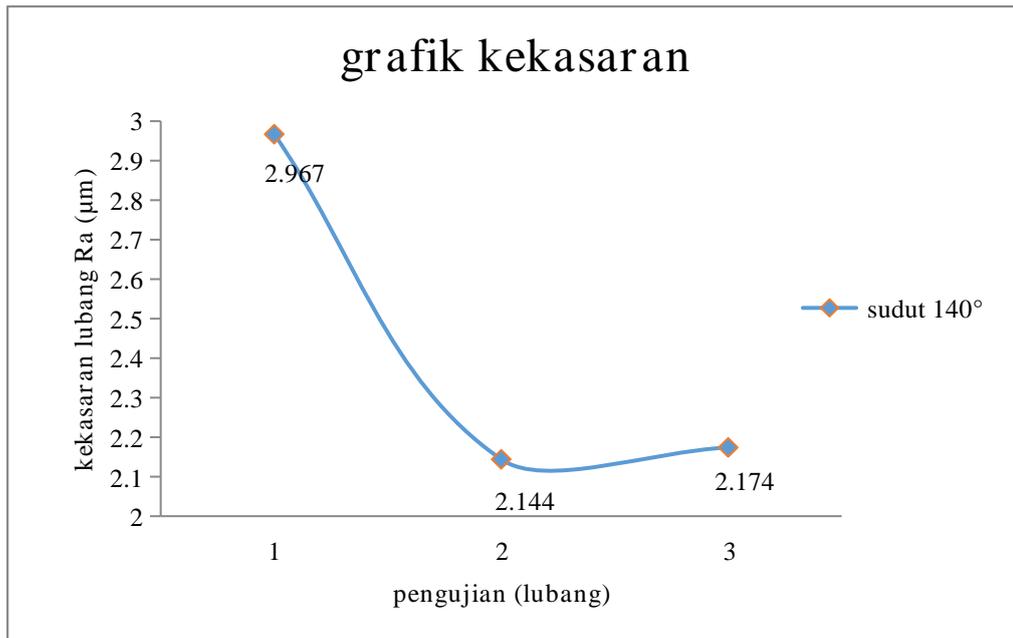
Hasil pengukuran pada lubang 2 sudut 140°



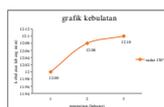
Hasil pengukuran pada lubang 3 sudut 140°



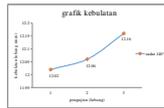
Grafik kekasaran pada sudut *twist drill* 130°



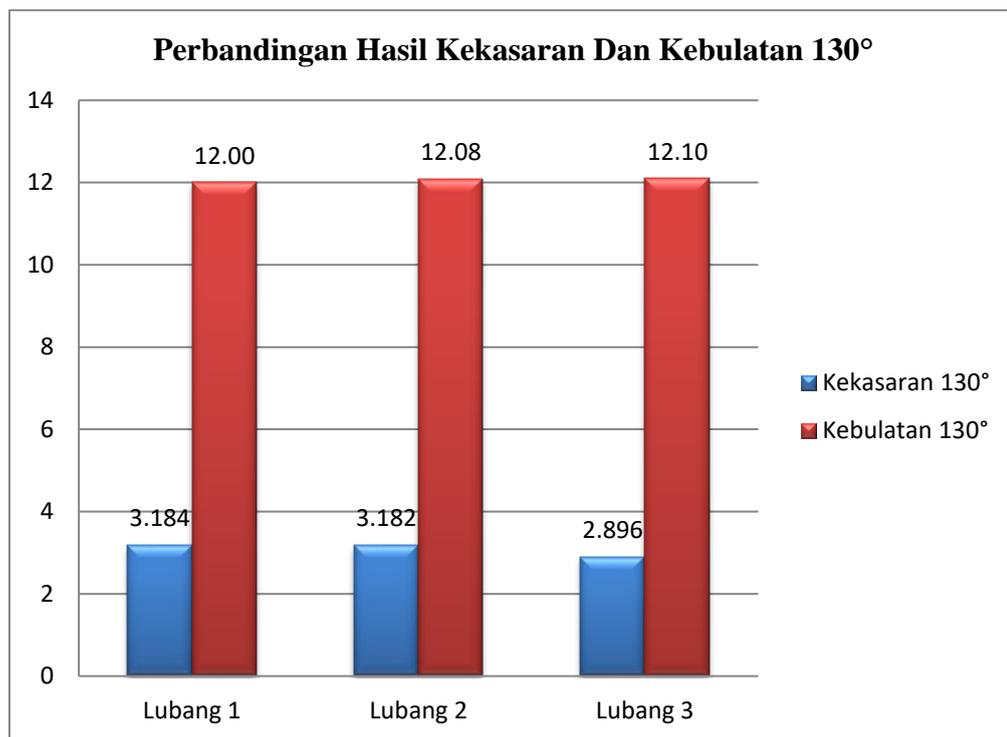
Grafik kekasaran pada sudut *twist drill* 140°



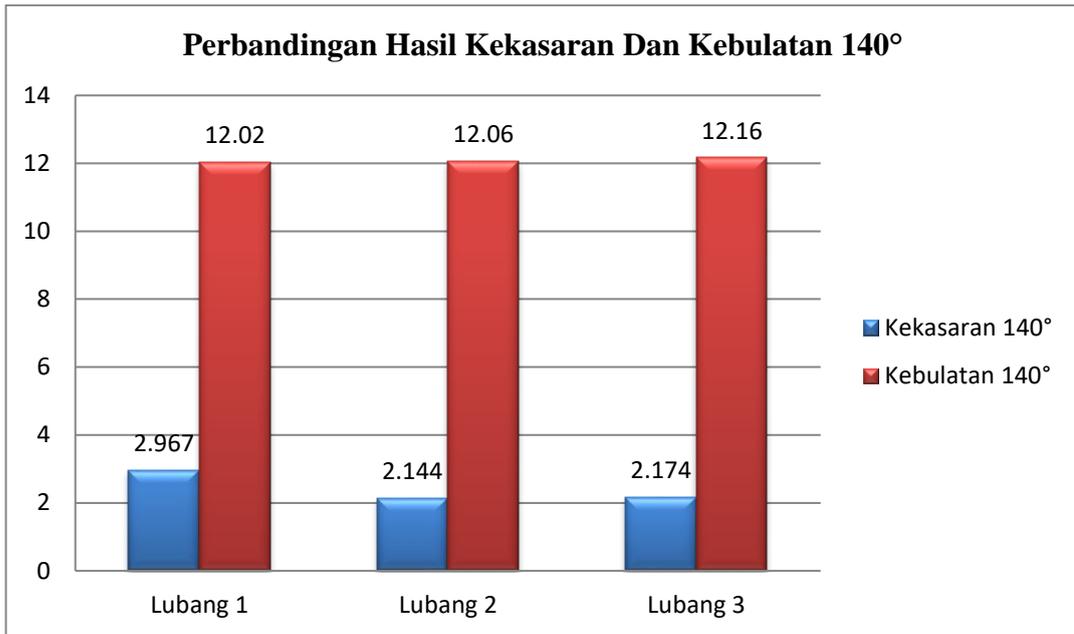
Grafik pengukuran kebulatan 130°



Grafik pengukuran kebulatan 140°



Grafik perbandingan hasil kekasaran dan kebulatan 130°



Grafik perbandingan hasil kekasaran dan kebulatan 140°



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
LABORATORIUM PENGUJIAN MATERIAL
Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate 20221
Telp. (061) 6625971/ 081536814773



SURAT KETERANGAN

No. 0124/UN.33/LL/2022

Tentang Pengujian Material

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dr. Ir. Riski Elpari Siregar, M.T
Jabatan : Kepala Laboratorium Pengujian Material
Teknik Mesin Unimed

Menyatakan bahwa :

Nama : Ardian Ariesandi
NIP : 180723008
Isntitusi : Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara (UMSU)

Adalah benar nama tersebut diatas dari Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara (UMSU) dengan Nomor Surat 1207/IL.B-AU/UMSU/2022 telah melakukan pengujian bahan Metode Uji Kekasaran (*Roughness Tester*) di Laboratorium Pengujian Material Teknik Mesin UNIMED dalam pelaksanaan penelitian TUGAS AKHIR yang berjudul Tentang "Pengaruh Sudut Mata Bor dan Media Pendingin Minyak Nabati (CPO) Terhadap Kebulatan Kekasaran dari Proses Drilling", dosen pembimbing Arya Rudi Nasution, ST, MT dan hasil telampir.

Demikian surat keterangan ini dibuat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 6 September 2022
Kepala Lab

Dr. Ir. Riski Elpari Siregar, M.T.
NIP. 196804041997021001



Lampiran :

HASIL PENGUJIAN

Nama : Ardian Ariesandi
NPM : 1807230087
Isntitusi : Fakultas Teknik Mesin UMSU
Jenis Pengujian : Rougness Roughness Tester (Kekasaran)
Model : Surfcoorder SE300
Standard Uji : JIS01R
Type Bahan : ST-45

A. Nilai Hasil Sampel Sudut Mata Bor 140°

| No | Titik 1 (Ra) | Titik 2 (Ra) | Titik 3 (Ra) | Rata-rata |
|----|--------------|--------------|--------------|-----------|
| 1 | 2.967 | 2.144 | 2.174 | 2.428 |

B. Nilai Hasil Sampel Sudut Mata Bor 130°

| No | Titik 1 (Ra) | Titik 2 (Ra) | Titik 3 (Ra) | Rata-rata |
|----|--------------|--------------|--------------|-----------|
| 1 | 3.184 | 3.182 | 2.896 | 3.087 |



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

**PENGARUH SUDUT MATA BOR (130° DAN 140°) DENGAN MEDIA PENDINGIN
MINYAK NABATI (CPO) TERHADAP KEBULATAN DAN KEKASARAN DARI
PROSES DRILLING**

Nama : Ardian Ariessandi
NPM : 1807230087

Dosen Pembimbing : Arya Rudi Nasution, S.T., M.T

| No | Hari/Tanggal | Kegiatan | Paraf |
|----|--------------|------------------------------------|-------|
| | 6/5-2023 | - Perbaiki Format penulisan | /s |
| | 8/5-2023 | - Perbaiki abstrak | /s |
| | 10/5-2023 | - Prosedur lebih rinci | /s |
| | 13/5-2023 | - Perbaiki kata pengantar & Grafik | /s |
| | 17/5-2023 | - Revisi BAB 5 kesimpulan & saran | /s |
| | 17/5-2023 | - Ace Review Skripsi | /s |



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Sila merujuk ke surat ini agar diketahui
jumlah dan bergiliran

MAJLIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA FAKULTAS TEKNIK

UMSU Akreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XU/2022

Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsu](#) [umsu](#) [umsu](#) [umsu](#)

PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN DOSEN PEMBIMBING

Nomor 675 //II.3AU/UMSU-07/F//2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 10 Mei 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : ARDIAN ARIESANDI
Npm : 1807230087
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : X (SEPULUH)
Judul Tugas Akhir : .PENGARUH SUDUT MATA BOR (130 DAN 140) DENGAN MEDIA
PENDINGIN MINYAK BANATI (CPO) TERHADAP KEBULATAN
DAN KEKASARAN DAN PROSES DRILLING .
Pembimbing : ARYA RUDI ST. MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.

Medan, 19 Syawal 1444 H

10 Mei 2023 M

Dekan



Mitrasury Siregar, ST., MT

NPM. 0101017202

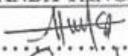
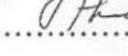
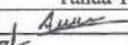
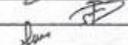
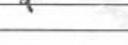
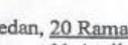


**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2022 – 2023**

Peserta seminar

Nama : Ardian Ariesandi
NPM : 1807230087

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Sudut Mata Bor (130° Dan 140°) Dengan Media Pendingin Minyak Nabati (CPO) Terhadap Kebulatan Dan Kekasaran Dari Proses Drilling

| DAFTAR HADIR | | TANDA TANGAN | |
|-----------------|---------------------------------|--------------------------|--|
| Pembimbing – I | : Arya Rudi Nasution, ST, MT | : |  |
| Pembanding – I | : Chandra A Siregar, ST, MT | : |  |
| Pembanding – II | : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT | : |  |
| No | NPM | Nama Mahasiswa | Tanda Tangan |
| 1 | 1907230185 | Alvinul Wahyu Subriyani |  |
| 2 | 1907230195 | CHAIKIL ANWAR SIMATUPANG |  |
| 3 | 1907230145 | Hellimuskita |  |
| 4 | 1807230050 | RIFANDI |  |
| 5 | 1807230007 | Alexander Romeo |  |
| 6 | 1807230026 | Filtra Ramadhan |  |
| 7 | 1807230109 | IMAM ARIF |  |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

Medan, 20 Ramadhan 1444 H
11 April 2023 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Ardian Ariesandi
NPM : 1807230087
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Sudut Mata Bor (130° Dan 140°) Dengan Media Pendingin Minyak Nabati (CPO) Terhadap Kebulatan Dan Kekasaran Dari Proses Drilling

Dosen Pembanding – I : Chandra A Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Arya Rudi Nasution, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

..... lihat buku tugas Alvin

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan, 20 Ramadhan 1444 H
11 April 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar, ST, MT

Dosen Pembanding- I



Chandra A Siregar, ST, MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Ardian Ariesandi
NPM : 1807230087
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Sudut Mata Bor (130° Dan 140°) Dengan Media Pendingin Minyak Nabati (CPO) Terhadap Kebulatan Dan Kekasaran Dari Proses Drilling

Dosen Pembanding – I : Chandra A Siregar, ST, MT
Dosen Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT
Dosen Pembimbing – I : Arya Rudi Nasution, ST, MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
- *lihat laporan steriposi*
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

Medan 20 Ramadhan 1444 H
11 April 2023 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II

Chandra A Siregar, ST, MT


Ahmad Marabdi Siregar, ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

| | |
|----------------------|--|
| Nama | : Ardian Ariesandi |
| Jenis Kelamin | : Laki – Laki |
| Tempat/Tanggal Lahir | : Medan/21 Maret 2001 |
| Alamat | : Jalan Langgar Gang Rukun Ujung No.09 |
| Agama | : Islam |
| E-Mail | : ardianariesandi01@gmail.com |
| No. Handphone | : 081349509885 |

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1. SD Negeri 064958 Medan Tahun 2006-2012
2. SMP Tamansiswa Medan Tahun 2012-2015
3. SMA Negeri 14 Medan Tahun 2015-2018
4. Universitas Muhammdiyah Sumatera Utara Tahun 2018-2023

