

PENGARUH VARIASI PUTARAN SPINDEL DAN KEDALAMAN PEMOTONGAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA ST 60 PADA PROSES BUBUT KONVENSIONAL

Muhammad Sabil¹, Ilyas Yusuf², Sumardi²,

¹Mahasiswa Prodi D-IV Teknik Mesin Produksi dan Perawatan

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata

Email : m.sabilaranda@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan (R_a) dan tingkat kekasaran permukaan (N) berdasarkan variasi putaran spindel dan kedalaman pemotongan pada proses bubut konvensional terhadap Baja ST 60 menggunakan pahat HSS. Langkah penelitian diawali dengan menentukan variabel bebas, yaitu kecepatan putaran spindel (n) dan kedalaman potong (a). Sedangkan untuk variasi pengukuran dibedakan sebanyak tiga variasi yaitu Putaran Spindel (n) = 155, 275, 550 Rpm dan kedalaman potong (a) = 0.25, 0.5, 0.75 mm. proses permesinan terhadap spesimen akan dilakukan sebanyak sembilan kali percobaan silang dengan menggunakan mesin bubut Pindad. Metode pengukuran kekasaran permukaan menggunakan alat ukur Surface roughness tester Type mitutoyo SV-400 menghasilkan nilai kekasaran permukaan terhalus yang dicapai yaitu (R_a) = 3.99 μm yang terjadi pada putaran spindel (n) = 275 Rpm dan kedalaman pemotongan (a) = 0.25 mm. Sedangkan nilai kekasaran terkasar yang dicapai yaitu (R_a) = 10.796 μm yang terjadi pada putaran spindel (n) = 550 Rpm dan kedalaman pemotongan (a) = 0.75 mm. Kemudian pencapaian tingkat kekasaran permukaan adalah berkisar antara N8 sampai N10. Tingginya nilai kekasaran pada putaran 550 Rpm, hal ini dikarenakan ketidak sesuaian jenis pahat dengan benda kerja dan tingginya penyimpangan error yang terjadi pada putaran spindel 550 Rpm, yaitu 7,72%.

Kata kunci : Kekasaran Permukaan, Putaran Spindel, Kedalaman Pemotongan, Baja ST 60, Pahat HSS.

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Ketelitian dan ketepatan pekerjaan menjadi nilai lebih dalam penggunaan mesin bubut. Parameter kekasaran permukaan hasil penyayatan akan berdampak terhadap kualitas produksi mesin bubut. Untuk menghasilkan produksi benda kerja yang baik, tuntutan yang harus dipenuhi adalah tingkat kekasaran permukaan hasil permesinan pembubutan. Tuntutan ini harus diperhatikan karena memiliki pengaruh terhadap fungsi dari produk atau komponen, terutama untuk bagian-bagian yang berpasangan. Kekasaran (*roughness*) suatu produk permukaan permesinan dapat mempengaruhi beberapa fungsinya, antara lain gesekan permukaan (*surface friction*), perpindahan panas, kemampuan penyebaran pelumasan. Dimana semakin halus kekasaran permukaan semakin kecil gesekan yang terjadi dan juga semakin halus kekasaran permukaan semakin merata penyebaran perpindahan panasnya, begitu juga halnya dengan penyebaran pelumasan.

Oleh karena itu, kekasaran permukaan menjadi tolak ukur mutu permukaan dari proses manufaktur. Dalam praktek dilapangan sering kali yang pertama ditetapkan adalah tingkat kekasaran yang diinginkan, kemudian berdasarkan tingkat kekasaran tersebut, dengan menentukan parameter pemotongan yaitu kedalaman pemotongan, laju pemotongan, dan putaran spindel. Jika kekasaran permukaan yang didapat tidak sesuai dengan yang diinginkan maka dilakukan lagi proses permesinan dengan pengaturan parameter pemotongan yang lain.

Parameter pemotongan dan geometri benda kerja akan mempengaruhi hasil dari proses pembubutan. Kekasaran permukaan sangat menentukan nilai dari kualitas suatu produk. Pemilihan parameter pemotongan yang tepat dan geometri benda kerja yang baik menjadi faktor penentu untuk mendapatkan kekasaran permukaan yang baik.[1]

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang masalah tersebut dapat dirumuskan permasalahan yaitu, bagaimana pengaruh variasi putaran spindel dan

kedalaman pemotongan terhadap nilai kekasaran permukaan (Ra) dan tingkat kekasaran permukaan (N) pada proses pembubutan konvensional terhadap baja ST 60 menggunakan pahat HSS.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat berjalan secara fokus dan terarah serta dapat mencapai tujuan yang diinginkan, maka penulis membuat batas masalah yang meliputi :

1. Proses pembubutan yang dilakukan adalah proses bubut silindris orthogonal.
2. Proses permesinan menggunakan mesin bubut konvensional Pindad.
3. Benda kerja yang digunakan dari bahan Baja ST 60.
4. Pahat yang digunakan adalah pahat baja kecepatan tinggi (HSS).
5. Putaran spindel dan kedalaman pemotongan ditentukan.
6. Menggunakan alat ukur *surface roughness test*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan (Ra) dan tingkat kekasaran permukaan (N) berdasarkan variasi putaran spindel dan kedalaman pemotongan pada proses bubut konvensional terhadap Baja ST 60 menggunakan pahat HSS.

2 Metoda Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Produksi dan Permesinan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe dan di devisi Metrologi dan Industri, Laboratorium Desain dan Manufacture (LDM) Teknik Mesin Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

2.1 Bahan dan Peralatan

Material sebagai bahan dasar variabel penelitian dibagi 2 jenis, yaitu pahat HSS sebagai bahan dasar pemotong material dan baja ST 60 berbentuk poros diameter 22 mm sepanjang 80 mm sebagai objek spesimen pemotongan. bahan yang digunakan lazim didapatkan pada dunia industri dan perbengkelan mesin bubut. Pahat yang digunakan adalah pahat HSS jenis (BOHLER) dengan ukuran $1\frac{1}{2} \times 6$ inci. Seperti ditunjukkan pada Gambar 1.[2]



Gambar 1. Pahat HSS

Geometri pahat yang digunakan adalah :

- α = clearance angle = 8°
- α_n = end clearance angle = 8°
- β = lip angle (Sudut potong) = 58°
- γ = rake angle (Sudut total) = 14°
- α_n = end entering angle = 10°
- r_ϵ = Radius Pojok = 0.5 mm

Pahat bubut digunakan sebanyak 3 pahat untuk semua parameter putaran (n) mesin yang ditentukan sebanyak 3 level putaran. Spesimen pemotongan yang digunakan adalah poros baja ST 60 dengan ukuran diameter 22 mm dan panjang 80 mm. Spesimen yang digunakan sebanyak 9 spesimen sesuai dengan parameter pengukuran yang telah dibagi.

Peralatan pendukung penelitian digunakan adalah sebagai berikut :

a. Mesin Bubut Pindad

Mesin bubut yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 2, memiliki standar putaran terendah 83 Rpm dan tertinggi 1800 Rpm.[3] Spesifikasi mesin bubut yang digunakan adalah :

- Merk : Pindad
- Type : PL – 1000 G
- Tahun Pembuatan : 1988
- Buatan Negara : Indonesia

| | | | | | | |
|----------------|----|-----|-----|-----|------|------|
| Putaran | 83 | 155 | 275 | 550 | 1020 | 1800 |
|----------------|----|-----|-----|-----|------|------|



Gambar 2. Mesin bubut

b. Jangka Sorong

Fungsi jangka sorong untuk mengukur ketelitian benda kerja sebelum dan sesudah pemotongan

c. Busur Derajat

Busur derajat berfungsi untuk menggambar sudut pahat dan mengukur sudut pahat seperti yang kita inginkan.

d. Mesin Gerinda

Mesin Gerinda disini berfungsi sebagai alat pengasah mata pahat bubut dengan sudut pahat yang telah ditentukan. Mesin gerinda yang digunakan merek Christen.

e. Mesin Gergaji

Mesin gergaji disini berfungsi untuk memotong benda kerja baja ST 60 dengan ukuran yang telah ditentukan.

f. Alat Uji Kekasaran Permukaan

Surface roughness tester berfungsi sebagai alat pengukur kekasaran permukaan dari hasil pembubutan spesimen benda kerja. Alat uji kekasaran permukaan yang digunakan Surface roughness tester Type mitutoyo SV-400. Ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Surface roughness tester Type mitutoyo SV-400

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Menentukan Variabel Pemotongan

Langkah penelitian diawali dengan menentukan variabel bebas penelitian, yang ditentukan adalah kecepatan putaran spindel (n) dan kedalaman potong (a). Sedangkan untuk variasi pengukuran dibedakan sebanyak tiga variasi kecepatan putaran mesin dan kedalaman potong. Maka proses bubut spesimen dilakukan sebanyak sembilan kali percobaan silang, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Variasi Percobaan

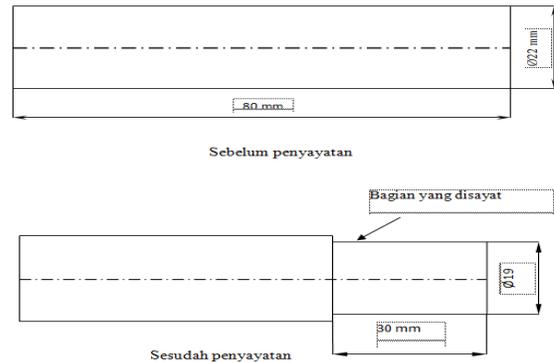
| Percobaan (x) | Variasi | |
|---------------|---------------|-----------------------|
| | Putaran (Rpm) | Kedalaman potong (mm) |
| 1 | 155 | 0,25 |
| 2 | | 0,5 |
| 3 | | 0,75 |
| 4 | 275 | 0,25 |
| 5 | | 0,5 |
| 6 | | 0,75 |
| 7 | 550 | 0,25 |
| 8 | | 0,5 |
| 9 | | 0,75 |

Gerak makan (f) ditentukan sebesar 0.125 mm/(r) untuk seluruh percobaan pemotongan spesimen.

2.2.2 Persiapan Spesimen Baja ST 60

Spesimen dipersiapkan sejumlah percobaan pemotongan proses bubut yaitu sembilan potong.

Dimensi yang dipersiapkan panjang penyayatan ditunjukkan pada Gambar 4.

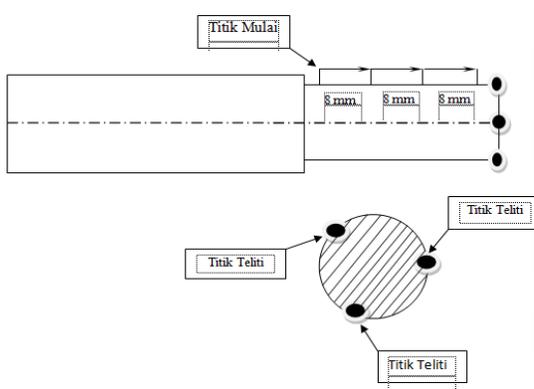


Gambar 4. Dimensi spesimen dan panjang penyayatan

Berdasarkan Gambar 4, dapat dijelaskan bahwa panjang penyayatan (lt) adalah 30 mm untuk seluruh spesimen yang dicoba. Panjang ini ditetapkan untuk mengurangi keausan mata potong pahat jika dipilih panjang yang melebihi panjang yang ditetapkan tersebut. Kedalaman penyayatan (depth of cut) ditentukan tiga variasi kedalaman, yaitu 0,25 mm, 0,5 mm, dan 0,75 mm untuk seluruh perlakuan percobaan specimen.

2.2.3 Proses Uji Kekasaran Permukaan

Pengukuran kekasaran permukaan benda kerja dilakukan dengan menggunakan alat Surface roughness tester Type mitutoyo SV-400 adalah alat ukur kekasaran digital yang dapat mengukur kekasaran permukaan dari berbagai proses permesinan. Keakuratan hasil pengukuran dapat dicapai dengan melakukan pengukuran berulang-ulang yang berkisar disekitar rata-rata atau dengan menyatel (stylus) penunjuk keposisi nol setiap berganti pengukuran. Titik pengukuran pada permukaan benda kerja diteliti sebanyak 3 titik. Kemudian setiap titik penelitian di uji sepanjang 8 mm sebanyak 3 kali pengulangan sehingga panjang sampel titik pengukuran keseluruhan menjadi 24 mm setiap titik penelitian, dimana titik teliti dapat dilihat pada Gambar 5.

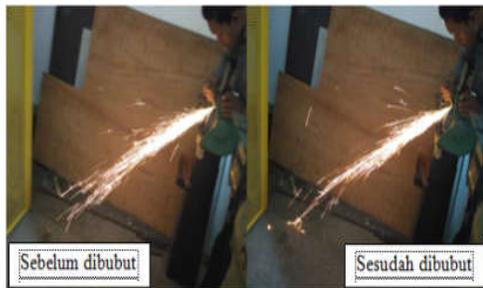


Gambar 5. Titik Teliti Kekasaran Permukaan Benda kerja

3 Hasil Penelitian

3.2 Pengujian Spark Test Material Uji

Pengujian *spark test* terhadap material uji bertujuan untuk mengamati percikan bunga api yang dihasilkan pada waktu penggerindaan seperti diperlihatkan pada Gambar 6, kemudian mengklasifikasikan jenis baja paduan sesuai dengan komposisi kimia yang dikandung oleh logam tersebut.



Gambar 6. Pengujian Spark Test Material Uji

Setelah dilakukan pengujian maka dapat disimpulkan bahwa material uji tersebut tidak dapat dipastikan termasuk dalam katagori baja karbon tinggi, karena terjadi perbedaan percikan bunga api antara material sebelum dibubut dan setelah dibubut. Sedangkan ciri-ciri katagori baja karbon tinggi sebagai berikut : Garis-garis terang, kelimpahan cetusan api sangat dekat dengan roda gerinda, tidak ada daun sama sekali.[4]

3.3. Perhitungan Putaran Mesin

Benda kerja yang digunakan dari baja ST 60 sepanjang 80 mm dengan diameter 22 mm. Pahat yang digunakan adalah jenis HSS, dimana harga kecepatan potong (v) sudah ditentukan untuk benda kerja baja ST 60 dengan pahat HSS, kecepatan potongnya antara 18 – 21 m/menit. Dalam penelitian ini penulis memvariasikan nilai

kecepatan putaran spindel (n) sesuai harga teoritis, harga dibawah teoritis dan harga diatas teoritis yang telah di tentukan. Gerak makan (f) ditentukan sebesar 0,125 mm/(r), panjang penyayatn untuk semua spesimen 30 mm. Mesin bubut yang digunakan adalah mesin bubut Pindad Type PL – 1000 G.

Diketahui :

- Kecepatan potong (v) = 19 m/menit.
- Diameter spesimen (d) = 22 mm
- Panjang penyayatn (lt) = 30 mm
- Gerak makan (f) = 0,125 mm/(r)

Maka :

a. kecepatan putaran spindel [5]

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d} : \text{Rpm}$$

$$n = \frac{19 \times 1000}{3.14 \times 22}$$

$$= \frac{19000}{69.08}$$

$$= 275.04 \text{ Rpm, digenapkan} = 275 \text{ Rpm.}$$

Setelah melakukan perhitungan putaran spindel dengan mengambil harga kecepatan potong teoritis untuk baja ST 60 dengan pahat HSS, yaitu antara 18–21 m/menit. Maka penulis mengambil putaran spindel teoritis, yaitu 275 Rpm dengan kecepatan potong 19 m/menit, dikarenakan putaran spindel tersebut yang terdapat pada tabel putaran mesin Pindad Tipe PL – 1000 G. Untuk variasi putaran lain diambil putaran batas bawah dan atas yang mendekati putaran teoritis, yaitu 155 Rpm dan 550 Rpm.

3.4 Hasil Pengujian Putaran Spindel

Pengujian putaran spindel dengan menggunakan alat digital Tachometer bertujuan untuk membuktikan kesesuaian putaran spindel yang tertulis pada tabel putaran mesin dengan putaran yang terjadi pada saat mesin bekerja. Adapun hasil pengujian seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Putaran Spindel

| No | Putaran Spindel | | Error (%) |
|-----------------|-----------------|-------|-----------|
| | Tachometer | Mesin | |
| 1 | 160 | 155 | 3,1 |
| 2 | 284 | 275 | 3,17 |
| 3 | 596 | 550 | 7,72 |
| Error rata-rata | | | 4,68 % |

Berdasarkan dari hasil pengujian putaran spindel seperti ditunjukkan pada tabel 2,

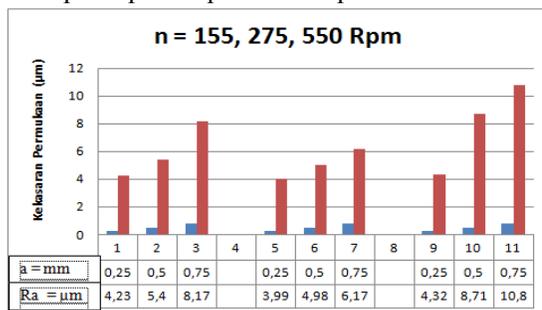
maka dapat di simpulkan bahwa kesalahan yang terjadi pada putaran spindle sangat kecil, yaitu error rata-rata 4,68%. Penyimpangan yang tertinggi terjadi pada putaran spindle 550 Rpm sehingga mempengaruhi hasil kekasaran permukaan benda kerja yang tidak sesuai dengan teoritis.

3.5 Hasil Pengujian Kekasaran Permukaan dan Pembahasan

Berdasarkan data hasil pengukuran kekasaran permukaan menggunakan alat ukur *Surface Roughness Tester* pada spesimen baja ST 60 dari hasil pengerjaan proses bubut konvensional menggunakan pahat potong HSS yang divariasikan dengan Kecepatan putaran spindle dan kedalaman pemotongan, maka diperoleh data hasil pengukuran seperti diperlihatkan pada Tabel 3.

| Kecepatan Putaran Spindel (n) Rpm | Kedalaman Pemotongan (a) mm | Nilai Kekasaran Permukaan rata-rata (Ra) (μm) |
|-----------------------------------|-----------------------------|--|
| 155 | 0.25 | 4.23 |
| | 0.5 | 5.4 |
| | 0.75 | 8.17 |
| 275 | 0.25 | 3.99 |
| | 0.5 | 4.983 |
| | 0.75 | 6.176 |
| 550 | 0.25 | 4.326 |
| | 0.5 | 8.71 |
| | 0.75 | 10.796 |

Berdasarkan data hasil pengukuran kekasaran permukaan pada Tabel 3, maka dapat pula dibuat suatu grafik yang menjelaskan hubungan kedalaman pemotongan dan kekasaran permukaan pada putaran spindle (n) = 155, 275, 550 Rpm seperti diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan Kedalaman Pemotongan Dan Kekasaran Permukaan Pada Tiga Variasi Putaran Spindel

Kekasaran permukaan rata-rata yang dicapai pada putaran 155 Rpm, yaitu 4.23 μm terjadi pada kedalaman potong 0.25 mm, dan kekasaran 5.4 μm terjadi pada kedalaman potong 0.5 mm, serta kekasaran 8.17 μm terjadi pada kedalaman potong 0.75 mm. Kemudian terjadi penurunan kekasaran permukaan rata-rata pada putaran 275 Rpm, yaitu 3.99 μm terjadi pada kedalaman potong 0.25 mm, dan kekasaran 4.98 μm terjadi pada kedalaman potong 0.5 mm, serta kekasaran 6.17 μm terjadi pada kedalaman potong 0.75 mm, yang artinya ada penurunan kekasaran permukaan pada putaran spindle teoritis, yaitu 275 Rpm dibandingkan dengan putaran spindle dibawah teoritis, yaitu 155 Rpm. Namun fenomena berbeda terjadi pada putaran spindle diatas teoritis, yaitu putaran 550 Rpm, dimana putaran yang tertinggi pada penelitian ini terjadi kekasaran permukaan yang tinggi, yaitu 4.32 μm terjadi pada kedalaman potong 0.25 mm, dan 8.71 μm terjadi pada kedalaman potong 0.5 mm, serta 10.8 μm terjadi pada kedalaman potong 0.75 mm. Besarnya nilai kekasaran permukaan rata-rata yang terjadi pada putaran spindle 550 Rpm dikarenakan ada beberapa faktor. Faktor ketidak sesuaian jenis-jenis pahat dengan benda kerja pada hasil putaran spindle 550 Rpm dan tingginya penyimpangan error yang terjadi pada putaran spindle 550 Rpm, yaitu 7,72%. Hal ini dapat menyebabkan angka kekasaran permukaan, selain itu putaran spindle 550 Rpm yang digunakan jauh melampaui angka putaran spindle yang didapatkan secara teoritis yaitu 275 Rpm. Keadaan inilah yang menyebabkan besarnya angka kekasaran permukaan yang terjadi pada putaran spindle 550 Rpm.

4 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan tahapan pada diagram alir penelitian tentang variasi putaran spindle dan kedalaman pemotongan terhadap kekasaran permukaan baja ST 60 pada proses bubut konvensional, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kekasaran permukaan terhalus yang dicapai yaitu (Ra) = 3.99 μm yang terjadi pada putaran spindle (n) = 275 Rpm dan kedalaman pemotongan (a) = 0.25 mm. Sedangkan nilai kekasaran terkasar yang dicapai yaitu (Ra) = 10.796 μm yang terjadi pada putaran spindle (n) = 550 Rpm dan kedalaman pemotongan (a) = 0.75 mm. Kemudian pencapaian tingkat kekasaran permukaan pada proses bubut konvensional

- dengan variasi putaran spindel (n) = 155, 275, 550 Rpm dan kedalaman pemotongan (a) = 0.25, 0.5, 0.75 mm terhadap baja ST 60 dengan menggunakan pahat HSS adalah berkisar antara N8 sampai N10, yang artinya tingkat kekasaran permukaan yang dicapai masih dalam teoritis yang diizinkan dari hasil proses bubut (ISO Roughness Number).
2. Nilai kekasaran pada putaran spindel 550 Rpm menyebabkan angka kekasaran permukaan rata-rata meningkat dari nilai yang diharapkan sesuai dengan teoritis. Hal ini dikarenakan ketidaksesuaian jenis pahat dengan benda kerja.
 3. Meningkatnya nilai kekasaran permukaan rata-rata pada putaran spindel 550 Rpm disebabkan tingginya penyimpangan error

[5] Taufiq Rochim. 1993. *Teori dan Teknologi Proses Permesinan*. Bandung: Jurusan Teknik Mesin-ITB.

5. Saran

Adapun saran-saran penelitian ini adalah:

1. Untuk mendapatkan hasil kekasaran permukaan yang halus dari proses bubut baja ST 60, penulis menyarankan kepada peneliti selanjutnya untuk menggunakan pahat potong karbida dan memperhatikan geometri pahat. Karena pada penelitian ini penulis menggunakan pahat potong HSS, dimana saat proses pembubutan terjadi getaran pada pahat potong.
2. Untuk mendapatkan kekasaran permukaan yang halus dari hasil proses bubut, penulis menyarankan kepada peneliti selanjutnya untuk melakukan pengujian kandungan unsur-unsur karbon (*element content*) terlebih dahulu terhadap material uji sehingga tidak salah pemilihan jenis pahat potong.

6 Daftar Pustaka

- [1] Hasrin Lubis. 2013. Pengaruh Tebal Pemotongan Dan Kecepatan Potong Pada Pembubutan Kering Menggunakan Pahat Karbida Terhadap Kekasaran Permukaan Material ST 60. *Jurnal Teknologi Volume 10. Nomor 1. Tahun 2013*.
- [2] Ivan N.S, zaini Arifin, Didik Djoko Susila. 2013. Pengaruh Sudut Potong Pahat terhadap Gaya Pemotongan Pada Proses Bubut Beberapa Material dengan Pahat HSS. *Jurnal Mekanika Volume 12. Nomor 1. September 2013*.
- [3] Daryanto. 1987. *Pengetahuan Teknik Mesin Perkakas Bengkel*. Jakarta: PT BinaAksara.
- [4] Hasrin Lubis. 2015. *Job Sheet Praktikum Spark Test*. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.