

THE EFFECT OF ST 37 STEEL ROUGHNESS IN THE TURNING PROCESS WITH OIL COOLING MEDIA TO VARIATION OF SPINDLE SPEED AND TYPE OF TOOLS

PENGARUH KEKASARAN BAJA ST 37 PADA PROSES PEMBUBUTAN DENGAN MEDIA PENDINGIN OLI TERHADAP VARIASI KECEPATAN SPINDLE DAN JENIS PAHAT

Syaiful^{1*}

¹Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Indonesia

*e-Mail Corresponding Author: syaiful@akom-bantaeng.ac.id

ABSTRACT

The development of increasingly advanced and modern technology in the industrial sector, both machine tools and metallurgical machines, plays a very important role in the industrial world. The specimens in this study were ST 37 steel whose roughness value would be determined through a turning process using HSS and carbide chisels with oil-cooling media, as well as different machine rotation speeds, where the specimens were turned at machine spindle speeds of 330 rpm, 660 rpm, and 900 rpm. Then tested for roughness using a Surface Roughness Tester machine. The results of the analysis yield the lowest roughness average of the R-curve (Ra) (smooth facing) at a spindle speed of 900 rpm using a carbide chisel and the highest Ra (coarse facing) at a spindle speed of 330 rpm using an HSS chisel, from the roughness value obtained, then macro photo testing is carried out to see the structure of the material more closely. The results of this study indicate that the roughness value is influenced by the material, speed variation, type of tool and cooling treatment.

Keywords: lathe, macro photo, oil cooler, roughness test, steel ST 37

ABSTRAK

Perkembangan teknologi yang semakin maju dan modern dalam bidang industri, baik mesin perkakas, mesin genset dan metalurgi memegang peranan yang sangat penting dalam dunia industri. Spesimen pada penelitian ini adalah baja ST 37 yang akan di tentukan nilai kekasarannya melalui proses pembubutan dengan menggunakan pahat HSS dan karbida dengan media pendingin oli, serta kecepatan putaran mesin yang berbeda, dimana spesimen di bubut pada kecepatan *spindle* mesin 330 rpm, 660 rpm, dan 900 rpm. Selanjutnya diuji kekasaran dengan menggunakan mesin uji kekasaran *Surface Roughness Tester*. Hasil analisis menghasilkan nilai kekasaran *roughness average of the R-curve* (Ra) terendah (*facing* halus) pada kecepatan *spindle* 900 rpm dengan menggunakan pahat karbida dan Ra tertinggi (*facing* kasar) pada kecepatan *spindle* 330 rpm dengan menggunakan pahat HSS, dari nilai kekasaran yang di dapatkan, kemudian dilakukan pengujian foto makro untuk melihat struktur material lebih dekat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai kekasaran dipengaruhi dari material, variasi kecepatan, jenis pahat dan perlakuan pendinginan.

Kata kunci: baja ST 37, foto makro, mesin bubut, pendingin oli, uji kekasaran

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin maju dan modern dalam bidang industri, baik mesin perkakas, mesin genset dan metalurgi memegang peranan yang sangat penting dalam dunia industri. Tarage & Harling (2020) berpendapat bahwa untuk mendukung perkembangan teknologi tersebut dibutuhkan tenaga kerja yang berkualitas, calon karyawan harus memiliki pengetahuan lebih tentang proses produksi dan cara penggunaan mesin di industri permesinan. Sehingga para tenaga kerja dapat memperoleh keterampilan atau keahlian yang sesuai dengan bidang keahlian yang dimiliki dan tersedianya tenaga kerja yang berpengalaman serta berdaya saing. Kekuatan tarik baja yang digunakan sebagai bahan penelitian harus antara 400 dan 800 N/mm², baja ST 37 merupakan material karbon rendah (*low carbon steel*) karena kandungan karbonnya kurang dari 0,30% menurut (Aminuddin et al., 2020). Kekuatan tariknya mencapai 370 N/mm². Baja ST 37 mengandung berbagai unsur seperti karbon (C) = 0,15%, silikon (Si) = 0,01%, mangan (Mn) = 0,6%, belerang (S) = 0,0011 dan fosfor (P) = 0,050%.

Mesin bubut memiliki peran yang sangat besar dalam perkembangan teknologi hingga saat ini, Menurut Kelen et al. (2020), pada dasarnya mesin bubut adalah salah satu mesin perkakas yang mempunyai gerakan utama berputar, yang berfungsi untuk mengubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan cara menyayat benda kerja tersebut dengan suatu pahat penyayat, posisi benda searah sumbu mesin bubut untuk melakukan penyayatan atau pemakanan. Pada proses pembubutan sangat dibutuhkan pendinginan untuk benda kerja, pendingin memiliki kegunaan khusus dalam proses pembubutan. Pendingin tidak hanya memperpanjang umur alat, tetapi dalam beberapa kasus juga dapat mengurangi gaya dan menghaluskan permukaan pemesian. Secara umum menurut Abda et al. (2014) fungsi utama *coolant* adalah untuk mendinginkan dan melumasi. Pendingin suhu tinggi yang ada di lapisan luar benda kerja dapat dikurangi sehingga tidak mengubah struktur metalografi benda kerja. Diasumsikan bahwa proses kimia juga terjadi selama pembubutan. Dari sini dapat disimpulkan bahwa pendingin memiliki pengaruh yang besar terhadap kekasaran permukaan. Masalahnya adalah sulit untuk mencapai kualitas yang baik dari hasil proses permesinan ialah dari segi dimensi geometris, kekasaran permukaan, dan reflektifitas geometris yang sudah tepat saat membuat komponen dari mesin bubut konvensional dengan operatornya, parameter pemotongan yang digunakan, dan kondisi mesin itu sendiri. Kekasaran permukaan bertujuan untuk menganalisa suatu permukaan material (struktur) atau kedalaman permukaan material yang diukur dari titik referensinya di dalam penelitian Rosandi et al. (2021).

Pada penelitian yang di lakukan oleh Beki (2019), meningkatkan kecepatan *spindel* pada kekasaran permukaan material baja ST 37 pada proses gerinda permukaan maka nilai kekasaran permukaan (Ra) menjadi semakin rendah, dengan kecepatan *spindel* mesin 260 rpm menjadikan permukaannya kasar. Nilai kekasaran permukaan Ra 3,71 µm dengan kecepatan *spindel* mesin 440 rpm nilai kekasaran permukaan terendah adalah Ra 2,51 µm dan permukaannya yang halus. Untuk pendinginan pada proses pembubutan, Arsana et al. (2019) membandingkan

pendinginan dengan menggunakan air, *oli dromus*, dan pendingin radiator. Dari penelitian tersebut dinyatakan bahwa *oli dromus* memberikan pendinginan, pelumasan, dan perlindungan yang sangat baik terhadap permukaan dan korosi pada material. Terlihat sangat bersih dan suhu material stabil serta beram yang disebabkan oleh penyayatan pada proses pembubutan dapat dihilangkan secara keseluruhan. Pada artikel Made et al. (2022), menganalisa suatu metode eksperimen dengan variabel terikat yaitu menganalisa nilai kekasaran suatu permukaan hasil pembubutan kedalaman dan kecepatan *feeding*, dengan kecepatan *feeding* yang digunakan adalah 0.10 mm/putaran dan 0.13 mm/putaran.

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini fokus untuk menganalisa perbandingan kecepatan *spindle* mesin pada proses pembubutan *facing* dan jenis pahat yang berbeda, yaitu pahat HSS dan pahat Karbida serta di bantu dengan media pendingin *oli*. Seperti pada penelitian sebelumnya, setelah proses pembubutan maka dilakukan analisa pada nilai kekasarannya dengan menggunakan *Surface Roughness Tester* dan terakhir melakukan pengujian foto makro. Menurut Wahjono & Permana (2021), foto makro berguna untuk mengambil sebuah foto dengan hasil gambar atau objek berukuran kecil dengan jarak pengambilan gambar yang sangat dekat, detail, dan tajam, alat ini sangat cocok untuk melihat secara visual struktur hasil pembubutan pada material ST 37.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kekasaran permukaan dari hasil proses pembubutan bagian *facing* pada material dengan variasi kecepatan *spindle* dan jenis pahat yang berbeda dengan media pendingin oli serta proses pengujian foto makro untuk melihat struktur material tersebut. Manfaat penelitian ini menunjukkan bahwa kecepatan *spindle* pada mesin bubut sangat berpengaruh terhadap signifikan terhadap getaran pada pahat dan kekasaran permukaan. Selain itu, media pendingin oli yang digunakan dapat mengurangi nilai kekasaran pada material tersebut.

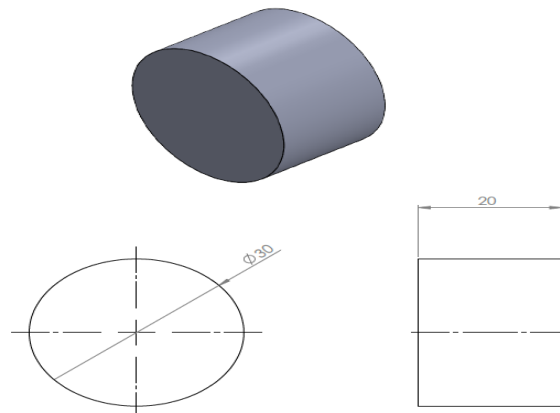
2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kecepatan *spindel* terhadap nilai kekasaran hasil pembubutan *facing* baja ST 37 dengan menggunakan pahat HSS dan karbida dengan media pendingin oli pada mesin bubut *GEDEE WEILER LZ 330 G*. Penelitian ini dilaksanakan di workshop Teknik Perawatan Mesin Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng untuk pembentukan spesimen dan pengujian kekasaran spesimen dilaksanakan di workshop Politeknik ATI Makassar. Waktu penelitian dilaksanakan Februari hingga Maret 2023. Di bawah ini merupakan prosedur penelitian dan diagram alir penelitian. Prosedur penelitian mempunyai tahapan penelitian, antara lain:

- a) Dimulai dengan mempersiapkan alat dan bahan penelitian, Putri (2014) mengingatkan bahwa sebelum melaksanakan pekerjaan diwajibkan memakai Alat Pelindung Diri (APD) sesuai mesin yang di gunakan dan di tempat kerja selama dalam proses pengerjaan spesimen. mengharuskan pekerja untuk memakai Alat Pelindung Diri (APD). Risiko kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja tidak cukup meyakinkan perusahaan untuk hanya menyediakan alat

pelindung diri akan tetapi memaksa para pekerja diwajibkan untuk menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) di tempat kerja.

- b) Persiapan spesimen uji, terlebih dahulu dilakukan pemilihan material spesimen uji, material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja ST 37 dengan diameter 30 mm dan panjang 20 mm.



Gambar 1. Material bahan uji

- c) Proses pembubutan, pada proses pembubutan melintang (*transversal Turning*) dengan meratakan bagian muka benda kerja (*facing*) dengan menggunakan pahat HSS dan pahat karbida dengan media pendingin oli pada mesin bubut *GEDEE WEILER LZ 330 G*.



Gambar 2. Mesin bubut

- d) Pada spesimen yang akan di bubut dilakukan pemasangan pahat dengan menggunakan pahat HSS dan pahat karbida, menurut Irvan & Qolik (2018) pahat *HSS (High Speed Steel)* baja berkecepatan tinggi yang terdiri dari kombinasi lebih dari 7% molybdenum, vanadium dan tungsten serta lebih dari 0,06% karbon. Jenis pahat karbida menurut Pradana et al. (2020) adalah pahat yang disemen dengan bahan padat dan dibuat dengan cara sintering serbuk karbida, antara lain nitrida dan oksida dengan bahan pengikat yang umumnya dari kobalt (Co). Kedua jenis pahat ini dilakukan proses pembubutan yang sama pada material ST 37, pada gambar di bawah ini menjelaskan perbedaan secara visual jenis pahatnya.



Gambar 3. (a) Pahat HSS dan (b) pahat karbida

- e) Media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan spesimen pada proses pembubutan adalah oli pertamina *Rored EPA SAE 90*. Media pendingin tersebut digunakan sesuai kemampuan untuk mendapatkan hasil yang diharapkan. Oli Pertamina *Rored EPA SAE 90* adalah pelumas roda gigi tugas berat berkemampuan tinggi yang kemudian dapat diformulasikan dari *base oil* bermutu tinggi dan aditif *Extreme Pressure*.



Gambar 4. Media pendingin (oli)

Benda kerja yang di bubut secara melintang pada bagian permukaannya (*facing*) dengan jenis variasi kecepatan *spindle* mesin yang berbeda yaitu 330 rpm, 660 rpm, dan 900 rpm. Disaat proses pembubutan berlangsung diwajibkan benda kerja diberi pendingin dengan media oli agar tidak terjadinya pahat kerusakan pada mata pahat dan tidak mempermudah korosi pada benda kerja, serta sangat berpengaruh pada hasil pembubutan.



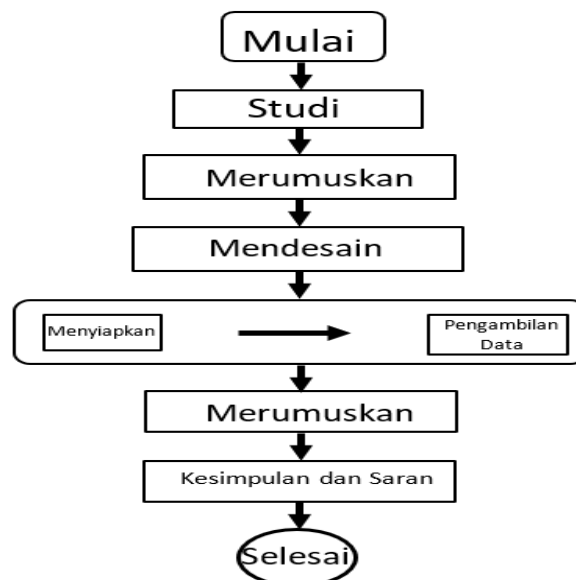
Gambar 5. Pembubutan muka (*facing*)

- f) Spesimen yang telah di bubut pada bagian muka (*facing*) dengan media pendingin oli, kemudian hasil benda kerja di lakukan pengujian kekasarannya dengan menggunakan alat *Surface Roughness Tester*.



Gambar 6. Alat *surface roughness tester*

- g) Membuat dokumentasi selama kegiatan pengambilan data berlangsung dan dijadikan lampiran sebagai bukti dilaksanakannya penelitian tersebut.
h) Diagram alir penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 7. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

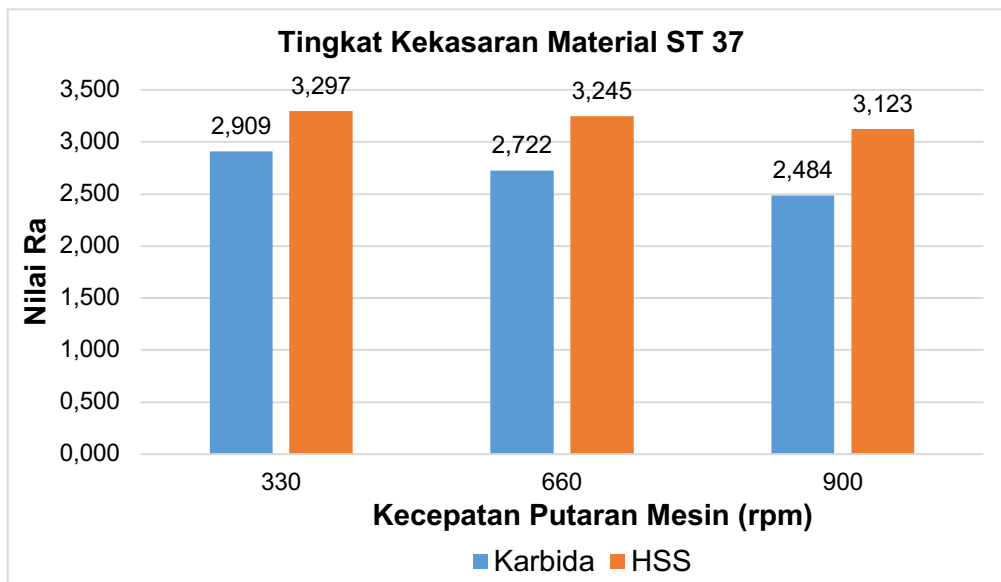
3.1 Hasil

Hasil dari penelitian ini meliputi hasil pembubutan spesimen material baja ST 37 menggunakan pahat HSS dan karbida dengan media pendingin oli, pengujian kekasaran dengan menggunakan alat uji kekasaran (*Surface Roughness Tester*) dan pengujian foto makro. Sebelum spesimen material baja ST 37 di uji terlebih dahulu, maka di lakukan proses pembubutan spesimen material pada bagian muka (*facing*) dengan jenis variasi kecepatan putaran (*spindle*) mesin yang berbeda yaitu 330 rpm, 660 rpm, dan 900 rpm, dengan menggunakan pahat karbida dan media pendingin oli. Setelah hasil pembubutan pada tiap spesimen baja ST 37, maka di lakukan uji kekasaran terhadap hasil pembubutan dengan menggunakan alat uji kekasaran

(*Surface Roughness Tester*). Proses selanjutnya pengambilan foto makro pada spesimen material untuk melihat objek/struktur lebih dekat dari hasil pembubutan, maka data-data yang di peroleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Pengujian Kekasaran Permukaan

Hasil pengujian kekasaran dengan menggunakan alat uji kekasaran (*Surface Roughness Tester*) pada spesimen material baja ST 37 dengan kecepatan putaran (*spindle*) 330 rpm, 660 rpm, dan 900 rpm. Pahat yang digunakan adalah pahat HSS dan pahat karbida dengan media pendingin oli dapat diperlihatkan seperti pada gambar diagram di bawah ini.



Gambar 8. Perbandingan nilai kekasaran material ST 37

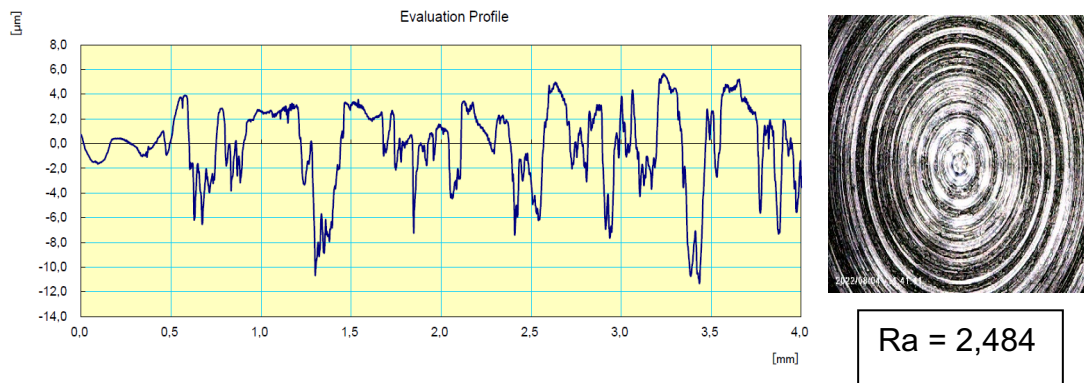
Dari gambar di atas dapat dijelaskan bahwa kecepatan putaran (*spindle*) mesin untuk spesimen material baja ST 37 dengan pahat menggunakan pahat HSS dan pahat karbida dengan media pendingin oli, sangat berpengaruh terhadap nilai tingkat kekasaran permukaan (*facing*), dimana nilai kekasaran terendah (paling rendah) terjadi pada kecepatan putaran (*spindle*) mesin 660 rpm yaitu sebesar $Ra = 2,484 \mu m$, sedangkan untuk nilai kekasaran tertinggi (paling tinggi) terjadi pada kecepatan potong putaran (*spindle*) mesin 330 rpm yaitu sebesar $Ra = 3,297 \mu m$.

Tabel 1. Nilai tingkat kekasaran permukaan *facing* baja ST 37

Spesimen Material	Jenis pahat	Kecepatan spindle (rpm)		
		330	660	900
ST 37	Karbida	Ra = 2,909	Ra = 2,722	Ra = 2,484
	HSS	Ra = 3,297	Ra = 3,245	Ra = 3,123

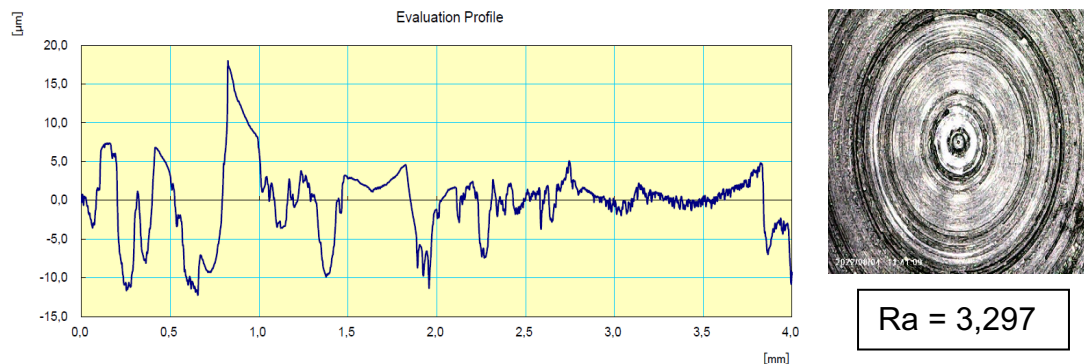
Dari tabel diatas, menunjukkan hasil pengujian kekasaran dengan menggunakan alat uji kekasaran (*Surface Roughness Tester*) pada spesimen material ST 37 untuk bagian permukaannya (*facing*), dengan jenis variasi kecepatan

putaran mesin (*spindle*) 330 rpm, 660 rpm, dan 900 rpm menggunakan pahat HSS dan pahat karbida dengan media pendingin oli.



Gambar 9. Grafik kekasaran dan pengujian foto makro nilai terendah

Dari gambar di atas, proses pemotongan yang menghasilkan tingkat kekasaran permukaan (*facing*) yang terendah (paling rendah) terjadi pada kecepatan putaran (*spindle*) mesin 900 rpm dengan menggunakan pahat karbida dan media pendingin oli yaitu sebesar $Ra = 2,484 \mu m$.

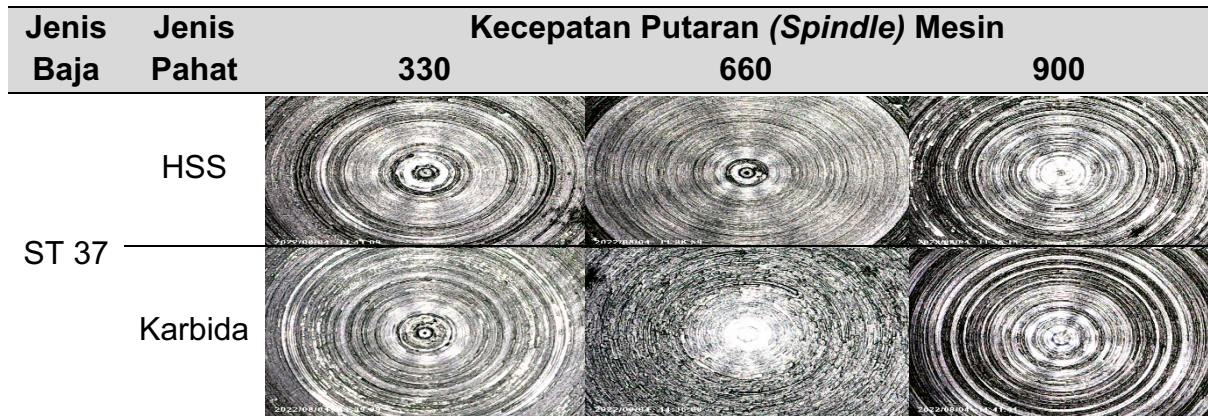


Gambar 10. Grafik kekasaran dan pengujian foto makro nilai tertinggi

Dari gambar di atas, proses pemotongan yang menghasilkan tingkat kekasaran permukaan (*facing*) tertinggi (paling tinggi) adalah proses pemotongan dengan kecepatan putaran (*spindle*) mesin 330 rpm pada spesimen material baja ST 37 dengan menggunakan pahat karbida dan media pendingin oli. Nilai kekasarannya yaitu sebesar $Ra = 3,297 \mu m$. Sedangkan hasil dari pengujian foto makro berdasarkan visual struktur permukaan spesimen material sangat kasar.

b. Hasil Pengujian Foto Makro

Pengujian foto makro dilakukan dengan *microscope digital USB* perbesaran 600x. Dimana penelitian sebelumnya belum ada pengujian foto makro untuk melihat struktur materialnya, dengan menggunakan metode ini hanya berdasarkan visual sehingga hanya dapat menghasilkan perbandingan sebagai pendukung dari pengujian kekasaran permukaan menggunakan alat ukur (*surface roughness tester*). Pengamatan dilakukan pada posisi tegak lurus sehingga diperoleh seperti gambar di bawah ini:



Gambar 11. Hasil pengujian foto makro

Pada proses pembubutan muka (*facing*) pada mesin bubut *GEDEE WEILER LZ 330 G* yang menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang paling baik (paling rendah) adalah proses pemotongan dengan kecepatan putar (*spindle*) mesin 900 rpm untuk spesimen material baja ST 37 menggunakan pahat karbida dan media pendingin oli, hasil dari pengujian foto makro berdasarkan visual struktur permukaan spesimen material sangat halus. Sedangkan untuk proses pembubutan muka (*facing*) pada mesin bubut yang menghasilkan tingkat kekasaran permukaan tertinggi (paling tinggi) adalah proses pemotongan dengan kecepatan putaran (*spindle*) mesin 330 rpm, untuk spesimen material baja ST 37 menggunakan pahat HSS dengan media pendingin oli, hasil dari pengujian foto makro berdasarkan visual struktur permukaan spesimen material sangat kasar.

3.2 Pembahasan

Dari hal di atas diperoleh hasil pembubutan spesimen material baja ST 37 dengan menggunakan pahat karbida dan media pendingin oli, menunjukkan bahwa adanya pengaruh kecepatan putaran (*spindle*) mesin terhadap tingkat kekasaran hasil pembubutan permukaan (*facing*) spesimen dan jenis pahat yang di gunakan dengan media pendingin oli, proses pembubutan yang menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang paling baik (paling rendah) adalah proses pemotongan dengan kecepatan putaran (*spindle*) mesin 900 rpm pada spesimen material ST 37 menggunakan pahat karbida dan media pendingin oli, sedangkan hasil dari pengujian foto makro berdasarkan visual struktur permukaan (*facing*) spesimen material sangat halus. Dan proses pembubutan yang menghasilkan tingkat kekasaran permukaan tertinggi (paling tinggi) adalah proses pembubutan dengan kecepatan putaran (*spindle*) mesin 330 rpm pada spesimen material baja ST 37 dengan menggunakan pahat HSS dan media pendingin oli, sedangkan hasil dari pengujian foto makro berdasarkan visual struktur permukaan (*facing*) spesimen material sangat kasar. Hal ini terjadi karena semakin tinggi kecepatan putaran mesin (*spindle*) maka semakin rendah tingkat kekasaran hasil pembubutan permukaan (*facing*) spesimen material dan berpengaruh terhadap jenis pahat dan media pendingin yang digunakan. Selain itu sifat struktur baja karbon ST 37 sangat rendah,

sehingga dalam proses pembubutan memudahkan pemahatan dan menghasilkan struktur permukaan yang halus.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian-uraian yang telah dibahas, maka dapat diambil kesimpulan bahwa baja ST 37 adalah bahan karbon rendah di mana jika dilakukan proses pembubutan material tersebut akan memiliki nilai kekasaran rendah (halus) menggunakan kecepatan *spindle* 900 rpm dengan jenit pahat karbida serta perlakuan pendinginan oli. Nilai kekasaran tertinggi (kasar) adalah kecepatan *spindle* 300 rpm dengan jenis pahat HSS serta perlakuan pendingin yang sama. Terlihat jelas saat dilakukan pengujian foto makro secara visual perbandingan nilai kekasarannya.

Berdasarkan dari kesimpulan diatas, maka terdapat beberapa saran yaitu perlunya menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) dan menerapkan *Standard Operating Procedure* (SOP) K3 di tempat kerja. Sebaiknya dalam pembubutan harus memperhatikan jenis material, pahat dan kecepatan putaran *spindle* suatu mesin yang digunakan, karena hal tersebut sangat berpengaruh hasil yang akan diperoleh, ini tak lepas dari getaran yang dihasilkan dari proses penyayatan. Untuk mengamati struktur hasil pembubutan sebaiknya menggunakan foto *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk melihat visual lebih dekat lagi daripada pengujian menggunakan foto makro.

ACKNOWLEDGEMENT

Kelancaran penelitian ini tidak lepas dari kontribusi dari berbagai pihak, khususnya kepada Workshop Teknik Perawatan Mesin Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng, Bapak Roberth Marshall Ratlalan, M.T., Laboratorium Sistem Produksi Politeknik ATI Makassar, Bapak Zuingli Santo Bandaso, M.T. dan Bapak Dr. Aryanto, M.T.

REFERENSI

- Abda, F., Mahendra Sakti, A., Kunci, K., Permukaan, K., Permukaan, K., Pahat, J., & Pemakanan, K. (2014). Pengaruh Jenis Pahat, Jenis Pendinginan Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kerataan Dan Kekasaran Permukaan Baja St 42 Pada Proses Bubut Rata Muka. *Teknik Mesin*, 3(1), 23–32.
- Aminuddin, R. R., Santoso, A. wibawa B., & Yudo, H. (2020). Jurnal Teknik Perkapalan 37 sebagai Bahan Poros Baling-baling Kapal (Propeller Shaft) setelah Proses Tempering. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8(3), 368–374. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- Arsana, P., Pasek Nugraha, I. N., & Dantes, K. R. (2019). Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Hasil Pembubutan Rata Pada Baja St. 37. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 7(1), 7–17. <https://doi.org/10.23887/jjtm.v7i1.18746>
- Irvan, M. F., & Qolik, A. (2018). *Pengaruh Metode Penyayatan Laju Tinggi dan Sudut Buang Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Hasil Bubut Rata Menggunakan Pahat HSS Pada Bahan Bronze*. 1, 1–4.
- Putri, Kartika Dyah Sertiya (2014). *Menggunakan Alat Pelindung Diri Kartika Dyah Sertiya Putri , Yustinus Denny A . W Departemen Keselamatan dan Kesehatan*

- Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Email: kartikadyahsertiyaputri@yahoo.com Pendahuluan Sebagai negara yang memi. 24–36.
- Kelen, Y. L., Idkhan, A. M., & Anwar, B. (2020). Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Nilai Kekasaran Hasil Pembubutan Baja St 37. *Mechanical Engineering*, 1–14. <http://eprints.unm.ac.id/18116/>
- Made, I., Suadnyana, B., Pasek Nugraha, I. N., & Dantes, R. (2022). Pengaruh Variasi Kedalaman dan Kecepatan Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Baja ST.37. 10(2), 194–202. <http://10.0.93.79/jptm.v10i2.38695>
- Pradana, R. A., Usman, M. W. J., & Faoji, A. (2020). Perbandingan Mata Pahat Hss Dengan Mata Pahat Karbida. 71.
- Rosandi, A., Sumbodo, W., & Yudiono, H. (2021). Variasi, Analisis Potong, Kecepatan Kedalaman, Dan Terhadap, Potong Permukaan, Kekasaran Getaran, Dan Pembubutan, Pada Material, Silindris Rosandi, Anwar Sumbodo, Wirawan Yudiono, Heri Artikel, Info. 3(1), 1–12.
- Bekti, Suroso P. D. (2019). Pengaruh Kecepatan Putaran Spindle Dan Kedalaman Penggerindaan Terhadap Kekasaran Permukaan Material Baja St 37 Menggunakan Mesin Bubut Bergerinda. 2(1), 24–33.
- Suryani, D. A., Hamzah, F., & Johan, V. S. (2018). Variasi Waktu Aktivasi terhadap Kualitas Karbon Aktif Tempurung Kelapa. *Jom Faperta Ur*, 5(1), 1–10.
- Tarage, F. P. O., & Harling, V. N. Van. (2020). Analisis Perbandingan Kecepatan Dan Hasil Pemotongan Baja Lunak Jenis St-37 Dengan Menggunakan Pisau Pahat Hss Dan Caribida. 3(1).
- Wahjono, H. B., & Permana, A. C. P. C. (2021). Pengujian Kekerasan Dan Pengamatan Foto Makro Automatic Surface Treatment Rel Dengan Variasi Jarak Torch Pemanas Dan Nozzle Pendingin. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia (Indonesian Railway Journal)*, 5(2), 46–54. <https://doi.org/10.37367/jpi.v5i2.158>