

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri manufaktur menuntut peningkatan kualitas produk yang semakin tinggi, baik dari segi ketelitian dimensi maupun kualitas permukaan. Dalam proses manufaktur, pemesinan (*machining*) merupakan salah satu metode utama yang digunakan untuk menghasilkan komponen dengan bentuk dan ukuran tertentu. Salah satu proses pemesinan yang paling banyak digunakan adalah proses bubut (*turning*), khususnya untuk pembuatan komponen berbentuk silindris. Keberhasilan proses bubut tidak hanya ditentukan oleh ketepatan ukuran, tetapi juga oleh kualitas permukaan hasil pemesinan.

Kualitas permukaan suatu produk hasil pemesinan umumnya dinyatakan dalam parameter kekasaran permukaan (*surface roughness*). Kekasaran permukaan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap performa komponen, seperti ketahanan aus, umur pakai, tingkat gesekan, dan kualitas perakitan. Oleh karena itu, pengendalian kekasaran permukaan menjadi aspek penting dalam proses perencanaan dan pelaksanaan proses bubut. Kualitas permukaan hasil pembubutan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kecepatan putaran spindle, kecepatan potong (*cutting speed*) dan sudut potong (Yufrizal et al., 2019).

Dalam praktek di lapangan, industri kecil dan menengah sering menghadapi permasalahan terkait pengendalian kualitas permukaan pada proses bubut, khususnya ketika menggunakan mesin bubut konvensional dengan pahat HSS. Mesin bubut konvensional masih sering dipakai, tetapi permasalahannya mesin bubut konvensional sulit mendapatkan kualitas produk yang benar-benar baik (dimensi geometri, kekasaran permukaan dan reflektif geometri yang sesuai) disebabkan karena faktor dari manusia, parameter pemotongan yang digunakan dan faktor kondisi mesin itu sendiri (Anwar Rosandi dkk. 2021).

Salah satu material yang banyak digunakan dalam industri manufaktur adalah Aluminium paduan, khususnya Aluminium 6061. Aluminium 6061 banyak

diaplikasikan pada industri otomotif, dirgantara, konstruksi, dan manufaktur umum karena memiliki sifat mekanik yang baik, ringan, mudah dibentuk, serta memiliki ketahanan korosi yang tinggi. Selain itu, Aluminium 6061 juga dikenal memiliki machinability yang cukup baik dibandingkan paduan Aluminium lainnya.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi permasalahan penggunaan pahat HSS dalam pemotongan Aluminium. (Aminy & Aji, 2021) menemukan bahwa kekasaran permukaan hasil pembubutan Aluminium 6061 sangat bergantung pada geometri pahat HSS, khususnya sudut potong, dengan sudut potong optimal 65° menghasilkan nilai kekasaran terendah sebesar $0,341 \mu\text{m}$. Sementara itu (Firdaus & Susanti, 2021) melalui studi literatur pada proses frais menggunakan endmill cutter HSS mengungkapkan bahwa kecepatan putar mesin berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan, dengan kecepatan optimal 1100 RPM menghasilkan nilai kekasaran $1,24 \mu\text{m}$. Kedua penelitian tersebut mengindikasikan bahwa ketergantungan tinggi terhadap geometri pahat dan kompleksitas dalam menentukan parameter pemotongan optimal menjadi tantangan utama dalam penggunaan pahat HSS, terutama karena keterbatasan ketahanan panasnya yang mengharuskan operator lebih cermat dalam memilih kombinasi parameter pemotongan agar tidak mempercepat keausan pahat dan menurunkan kualitas permukaan benda kerja.

Dalam konteks tersebut, parameter pemotongan seperti kecepatan potong, gerak makan (*feed rate*), dan kedalaman potong memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap nilai kekasaran permukaan. Kecepatan potong yang terlalu rendah dapat meningkatkan pembentukan *built-up edge*, sedangkan kecepatan potong yang terlalu tinggi dapat mempercepat keausan pahat, terutama pada pahat HSS. Gerak makan yang besar umumnya menyebabkan peningkatan kekasaran permukaan akibat terbentuknya jejak pahat yang lebih kasar pada permukaan benda kerja. Sementara itu, kedalaman potong juga memengaruhi gaya pemotongan dan stabilitas proses bubut yang pada akhirnya berdampak pada kualitas permukaan.

Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan terkait parameter pemotongan dan kekasaran permukaan, namun masih terdapat kesenjangan (*gap*) dalam literatur. (Aminy & Aji, 2021) mengkaji optimasi kualitas pembubutan

Aluminium 6061 akibat perubahan sudut potong pahat HSS dengan sudut potong optimal 65° yang menghasilkan nilai kekasaran terendah sebesar $0,341\text{ }\mu\text{m}$, namun penelitian tersebut lebih berfokus pada variasi geometri pahat dan belum mengkaji secara mendalam pengaruh sudut potong utama (K_r) pada kondisi pemotongan kering. Selanjutnya, (A. I. Pratama et al., 2024) menganalisis pengaruh variasi putaran spindle dan feeding terhadap kekasaran permukaan Aluminium seri 6 pada proses surface turning menggunakan mesin bubut CNC, sehingga hasil penelitian lebih berfokus pada proses berbasis CNC dan belum merepresentasikan karakteristik proses bubut konvensional. Di sisi lain, penelitian oleh (Lesmono & Yunus, 2013) mengkaji pengaruh jenis pahat, kecepatan spindle, dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan, namun objek material yang digunakan adalah baja ST 42, sehingga temuan tersebut belum dapat digeneralisasi untuk material Aluminium 6061 yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik pemotongan yang berbeda. Sementara itu, (Firdaus & Susanti, 2021) yang juga telah dibahas sebelumnya melalui studi literatur menemukan bahwa kecepatan putar endmill cutter HSS berpengaruh terhadap kekasaran Aluminium pada mesin CNC dengan kecepatan optimal 1100 RPM menghasilkan kekasaran $1,24\text{ }\mu\text{m}$, namun penelitian tersebut dilakukan pada proses frais sehingga belum dapat langsung diaplikasikan pada proses bubut. Selain itu, (A. Pratama et al., 2025) meneliti kekasaran permukaan pada proses bubut baja karbon dengan penerapan pendingin *Minimum Quantity Lubrication* (MQL), sehingga belum memberikan gambaran kondisi pemotongan kering (dry cutting).

Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, sebagian besar penelitian sebelumnya lebih banyak membahas proses bubut Aluminium 6061 menggunakan pahat karbida atau dilakukan pada kondisi pemotongan basah dan MQL. Penelitian yang secara khusus membahas penggunaan pahat HSS pada proses bubut Aluminium 6061 dengan kondisi pemotongan kering masih relatif terbatas, khususnya pada mesin bubut konvensional. Padahal, penggunaan mesin bubut konvensional dan pahat HSS masih sangat umum dijumpai di industri kecil dan menengah serta institusi pendidikan. Berdasarkan uraian tersebut, teridentifikasi kesenjangan penelitian (*research gap*) yang signifikan, yaitu belum adanya kajian

komprehensif mengenai pengaruh sudut potong utama (K_r) terhadap kekasaran permukaan Aluminium 6061 yang secara spesifik menggunakan kombinasi pahat HSS dan kondisi pemotongan kering pada mesin bubut konvensional. Kesenjangan ini penting untuk diisi karena kondisi tersebut merupakan realitas yang dihadapi oleh sebagian besar pelaku industri kecil dan menengah di Indonesia, namun belum tersedia panduan empiris yang memadai untuk menentukan parameter pemotongan optimal.

Keausan mata pahat (tool wear) merupakan salah satu fenomena yang tidak dapat dihindari dalam proses pemesinan dan menjadi faktor penentu kualitas hasil permukaan benda kerja. Keausan pahat terjadi akibat interaksi mekanis dan termal antara pahat dengan benda kerja selama proses pemotongan berlangsung. Pada pahat High Speed Steel (HSS), keausan umumnya terjadi dalam bentuk aus sisi (flank wear), aus kawah (crater wear), maupun penyerpihan (chipping) yang dapat menurunkan ketajaman mata potong secara progresif. Seiring bertambahnya keausan, gaya pemotongan meningkat, getaran mesin semakin besar, dan kualitas permukaan benda kerja mengalami penurunan yang signifikan. Oleh karena itu, pemahaman mengenai mekanisme dan laju keausan pahat HSS pada proses pembubutan Aluminium 6061 sangat diperlukan agar operator dapat menentukan batas pemakaian pahat yang optimal sebelum terjadi kerusakan yang berdampak pada kualitas produk.

Pemesinan kering (dry machining) adalah proses pemesinan yang dilakukan tanpa menggunakan cairan pendingin (coolant) maupun pelumas (lubricant) apapun selama proses pemotongan berlangsung. Pendekatan ini semakin banyak diterapkan karena pertimbangan ekonomis, lingkungan, dan keselamatan kerja, mengingat penggunaan cairan pendingin konvensional dapat menimbulkan risiko pencemaran lingkungan serta biaya pengelolaan yang tinggi. Namun demikian, tanpa adanya cairan pendingin, panas yang dihasilkan selama proses pemotongan sepenuhnya ditanggung oleh pahat, benda kerja, dan chip, sehingga suhu pemotongan meningkat secara signifikan. Kondisi ini berpotensi mempercepat laju keausan pahat HSS yang memiliki ketahanan panas lebih rendah dibandingkan pahat karbida. Pada proses bubut Aluminium 6061 dengan pemesinan kering, sifat

material Aluminium yang lunak dan memiliki konduktivitas termal yang baik membantu mendisipasi sebagian panas melalui chip, namun risiko pembentukan built-up edge (BUE) akibat adhesi material pada permukaan pahat tetap perlu diwaspadai karena dapat memperburuk kekasaran permukaan benda kerja.

Penelitian ini penting dilakukan untuk menyediakan panduan teknis berbasis bukti ilmiah mengenai sudut potong utama (K_r) pada proses bubut Aluminium 6061 menggunakan pahat HSS dalam kondisi pemotongan kering, yang dapat diaplikasikan langsung oleh industri kecil-menengah dan institusi pendidikan untuk meningkatkan kualitas produksi sekaligus mendukung praktik manufaktur berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah pengaruh sudut potong utama (K_r) terhadap kekasaran permukaan Aluminium 6061 pada proses bubut menggunakan pahat HSS dalam kondisi pemotongan kering?
2. Apakah sudut potong utama (K_r) berdampak pada jenis kerusakan alat potong pada pemotongan Aluminium 6061 tanpa menggunakan cairan pemotongan?
3. Bagaimanakah pengaruh sudut potong utama (K_r) terhadap temperatur pemotongan pada proses bubut Aluminium 6061 menggunakan pahat HSS dalam kondisi pemotongan kering?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan terfokus, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Material benda kerja yang digunakan adalah Aluminium 6061 dengan dimensi 50 mm.
2. Jenis pahat yang digunakan adalah pahat bubut High Speed Steel (HSS).
3. Proses pemesinan dilakukan pada mesin bubut konvensional.

4. Kondisi pemotongan yang digunakan adalah pemotongan kering (*dry machining*) tanpa penggunaan cairan pendingin atau pelumas.
5. Parameter pemotongan yang divariasikan adalah sudut potong utama (Kr) .
6. Parameter kecepatan makan, gerak makan (*feed rate*), kedalaman potong, laju putaran spindle dijaga konstan selama penelitian.
7. Parameter yang diukur adalah kekasaran permukaan (*surface roughness*) dengan parameter Ra (*Roughness Average*) dan Temperatur pemotongan °C.
8. Pengukuran kekasaran permukaan dilakukan menggunakan *surface roughness tester*.
9. Kondisi pahat diasumsikan dalam keadaan tajam dan belum mengalami keausan signifikan.
10. Temperatur pemotongan diukur menggunakan infrared thermometer yang diarahkan pada zona kontak antara pahat dan benda kerja selama proses pembubutan berlangsung.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menemukan kekasaran permukaan berdasarkan sudut potong utama (Kr) pada proses bubut paduan Aluminium 6061 menggunakan pahat HSS dalam kondisi pemotongan kering.
2. Menentukan jenis kerusakan alat potong dengan variasi sudut potong utama (Kr) pada pemotongan paduan Aluminium 6061 menggunakan pahat HSS dalam kondisi pemotongan kering.
3. Mengetahui pengaruh variasi sudut potong utama (Kr) terhadap temperatur pemotongan pada proses bubut Aluminium 6061 menggunakan pahat HSS dalam kondisi pemotongan kering.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat bagi Penulis

1. Menambah wawasan dan pemahaman mengenai pengaruh sudut potong utama (K_r) terhadap kualitas permukaan hasil proses pemesinan, khususnya pada proses bubut Aluminium 6061.
2. Meningkatkan kemampuan dalam melakukan penelitian eksperimental di bidang teknik manufaktur dan proses pemesinan.
3. Mengembangkan kompetensi dalam menganalisis data hasil eksperimen serta menginterpretasikan fenomena yang terjadi pada proses pemesinan.
4. Memperoleh pengalaman praktis dalam pengoperasian mesin bubut konvensional dan penggunaan alat ukur kekasaran permukaan.
5. Memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada program studi Teknik Mesin.

1.5.2 Manfaat bagi Akademik

1. Memberikan kontribusi data empiris mengenai pengaruh sudut potong utama (K_r) terhadap kekasaran permukaan Aluminium 6061 hasil proses bubut menggunakan pahat HSS pada kondisi pemotongan kering yang dapat memperkaya literatur ilmiah di bidang teknik manufaktur.
2. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan proses pemesinan Aluminium 6061, penggunaan pahat HSS, dan penerapan pemesinan kering (dry machining).
3. Memberikan dasar ilmiah untuk pengembangan penelitian lanjutan terkait optimasi parameter pemotongan dengan memvariasikan parameter lainnya seperti gerak makan dan kedalaman potong.
4. Mendukung upaya peningkatan kualitas proses pemesinan pada industri kecil dan menengah yang masih menggunakan mesin bubut konvensional dan pahat HSS dengan memberikan panduan praktis pemilihan kecepatan potong yang sesuai.