

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan bahan produksi berupa logam di dunia industri pada era industri 4.0 ini menunjukkan peningkatan yang sangat besar, peningkatan kebutuhan bahan logam ini didasari berkembangnya dan bertambahnya kegiatan usaha industri terutama pada industri manufaktur. Kebutuhan bahan logam sangat beragam jenisnya baik itu logam murni ataupun logam paduan. Bahan baku berupa logam yang banyak diaplikasikan dalam proses pembuatan produk industri manufaktur adalah jenis bahan logam paduan/ *alloy* terutama paduan unsure besi (Fe) dan unsure karbon (C). Paduan besi dan karbon yang disebut juga dengan baja karbon banyak digunakan dalam industri manufaktur hal ini sesuai dengan sifat yang dimiliki yaitu mampu mesin / *machinability*. Baja paduan karbon memiliki karakter/ sifat mekanis yang mampu pemesinan baik (*machinability*), keausan *wear resistance*-nya baik/ tahan terhadap keausan dan sifat mekanis menengah (Iqbal, Ibrahim and Azwinur, 2019). Jenis baja paduan karbon yang digunakan dalam industri manufaktur sangatlah beragam dengan sifat mekanis/ karakter bahan yang berbeda beda. Pada akhir - akhir ini jenis baja paduan karbon yang banyak digunakan dalam industri manufaktur adalah baja karbon rendah jenis ST 37.

Secara umum dalam industri manufaktur banyak menggunakan baja karbon jenis ST37 yang diaplikasikan sebagai bahan utama pembuatan sparepart otomotif dan konstruksi. Baja paduan karbon rendah jenis ST 37 memiliki kegunaan yang luas sebagai baja untuk konstruksi, rangka kendaraan, sparepart, mur, baut, pipa, tangki minyak, dan penggunaan lain-lainnya. Baja paduan karbon rendah jenis ST37 memiliki sifat /karakter pengerjaan pemesinan yang baik seperti sifat mekanis berupa keuletan, mampu tempa, kelunakan, dan sifat mampu pemesinan (Baroto & Sudargo, 2017).

Sifat mampu mesin yang baik pada baja ST37 ini menjadikan material ini dapat dikerjakan dengan beberapa proses pemesinan sesuai dengan kebutuhan dalam penggunaannya. Penggunaan baja ST 37 ini memiliki beberapa kriteria dalam hal hasil proses pemesinan yang secara umum disesuaikan dengan tingkat

kekasaran yang dihasilkan setelah dilakukan proses pemesinan. Proses pemesinan pada dasarnya akan menghasilkan getaran akibat proses atau sumber gerakan dalam proses pemesinan dan getaran yang dihasilkan ini akan mempengaruhi kualitas hasil dari proses pengerjaan pemesinan (Abbas, 2018). Proses pemesinan yang banyak digunakan salah satunya adalah pemesinan dengan mesin frais atau yang sering disebut proses *milling*. Proses pemesinan berupa *milling* merupakan salah satu proses pemesinan yang banyak diterapkan/ diaplikasikan untuk pembuatan suatu komponen (Yanuar, Syarief and Kusairi, 2014).

Proses *milling* dilakukan dengan gerak pemakanan oleh pahat/pisau potong pada benda kerja sehingga setiap parameter yang digunakan akan memberikan hasil yang berbeda dalam hal tingkat kekasaran permukaan hasil *milling*. Proses pengerjaan dengan *milling* merupakan suatu proses pemesinan untuk pengurangan/pemakanan bahan dalam membentuk suatu produk pengerjaan dengan prinsip kerja proses *milling* ini adalah pahat (*cutter*) berputar dan setiap giginya melakukan kerja pemakanan dengan meja mesin yang bergerak ke kiri dan kanan sehingga material bergerak melakukan proses pemakanan bahan dengan mengikuti gerakan meja, akibat dari gerakan ini terjadilah penyayatan, pemakanan atau pemotongan oleh pahat (*cutter*) *milling* (Yanuar, Syarief and Kusairi, 2014).

Parameter pengerjaan dalam proses *milling* seperti kecepatan pemakanan, kedalaman pemakanan, kecepatan spindel dan parameter lainnya serta penggunaan jenis tools pekerjaan *milling*, jenis cairan pendingin, jenis bahan yang dikerjakan dalam proses *milling* sangat mempengaruhi hasil pekerjaan *milling* yaitu pada nilai kekasaran yang ditimbulkan. Penelitian yang dilakukan oleh Abbas (2018) tentang karakteristik dari getaran dan tingkat kekasaran permukaan (*surface roughness*) akibat pengaruh dari parameter pemotongan pada operasi pekerjaan *up-milling* mesin frais horizontal bahan baja ST 42 dan baja ST 60 menunjukkan hasil pengujian kekasaran permukaan diperoleh nilai tingkat kekasaran terkecil adalah pada material baja ST 42 sebesar $1.4 \mu\text{m}$ dengan amplitudo getaran $1.0 \mu\text{m}$ yang terjadi pada putaran *spindel* 240 rpm pada kedalaman pemotongan sebesar 0.2 mm dengan gerak insut sebesar 12 mm/menit sedangkan nilai kekasaran maksimum terjadi pada material baja ST 60

yaitu sebesar 11.0 μm yang terjadi pada putaran *spindel* 180 rpm, kedalaman pemotongan sebesar 1.0 mm, dengan gerak insut sebesar 38 mm/menit menghasilkan amplitudo getaran sebesar 17.0 μm .

Yanuar, Syarief and Kusairi (2014) dalam penelitiannya tentang studi pengaruh variasi kecepatan pemakanan dan kedalaman pemakanan terhadap nilai tingkat kekasaran permukaan dengan variasi berbagai media pendingin proses milling dengan menggunakan mesin frais konvensional pada bahan baja paduan karbon rendah dimana penelitian yang dilakukan adalah penelitian jenis *experiment* laboratorium dengan hasil penelitian ini menunjukkan tingkat kekasaran permukaan atau nilai kehalusan permukaan benda uji yang telah dilakukan proses milling untuk semua perlakuan pekerjaan milling yang digunakan dengan menggunakan cutter carbide menunjukkan hasil termasuk kedalam kelompok nilai kekasaran permukaan pada standard nilai kekasaran permukaan N6 sampai dengan nilai kekasaran N9 dengan nilai kekasaran permukaan adalah 0,8 μm dan sampai dengan nilai kekasaran permukaan 6,3 μm . Nilai kekasaran permukaan yang paling kecil/ rendah yang didapat dalam penelitian ini adalah sebesar 0.67 μm dan Nilai kekasaran permukaan yang paling tinggi/ besar yang didapat dalam penelitian ini adalah 4.83 μm .

Penelitian yang dilakukan oleh Aditya *et al.*, (2015) tentang studi pengaruh kecepatan spindel, kecepatan pemakanan dan jumlah mata pahat (*ball nose end mill*) terhadap *tingkat* kekasaran permukaan bahan aluminium pada proses pekerjaan *convencional milling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan pemakanan yang semakin tinggi maka hal ini berpengaruh pada nilai kekasaran permukaan yang menunjukkan hasil semakin besar nilainya, sedangkan semakin tinggi kecepatan spindel proses *milling* dan semakin banyak jumlah mata pahat end mill maka nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan adalah semakin kecil/ semakin halus permukaannya.

Penelitian yang dilakukan Yudistria *et al.*, (2015) tentang pengaruh parameter dari pemotongan proses *milling* menggunakan pahat *end mill* pada proses *climb milling* terhadap tingkat kekasaran permukaan baja paduan karbon rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa parameter pemotongan kecepatan pemotongan, kedalaman pemakanan, kecepatan spindel memiliki

pengaruh terhadap nilai kekasaran permukaan proses milling baja paduan karbon rendah. Parameter pemotongan proses milling yang paling berpengaruh secara signifikan secara berturut - turut adalah parameter kecepatan pemakanan, kecepatan spindle dan kedalaman pemotongan. Persamaan regresi untuk kekasaran permukaan dalam menentukan nilai parameter pemotongan dengan variabel *feed rate*, *spindle speed* dan *depth of cut* yaitu dengan tingkat kebenaran sebesar 89,9 % : $Ra = 0,552 + 0,023vf - 0,0002n + 0,193t^2$. Dimana *feed rate* dan *depth of cut* berbanding lurus dengan nilai kekasaran permukaan. Sedangkan *spindle speed* berbanding terbalik dengan nilai kekasaran permukaan. Hal ini dipengaruhi oleh pembentukan geram pada hasil pemotongan logam.

Penelitian yang dilakukan oleh Dwijana (2019), tentang studi pengaruh dari parameter pemotongan proses *milling* terhadap nilai kekasaran permukaan *blok head* menggunakan frais konvensional menunjukkan hasil penelitian dimana nilai kekasaran permukaan yang paling mendekati dengan kekasaran standar *blok head silinder* adalah pada pekerjaan proses milling dengan parameter pengerjaan berupa kedalaman pemotongan yaitu sebesar 0,3 mm dengan gerak pemakanan proses milling yaitu 10 mm/ langkah. Dari penelitian yang dilakukan ini dapat diketahui bahwa semakin besar/ tinggi parameter kedalaman pemotongan dan gerak pemakanan yang dilakukan pada proses pekerjaan proses *milling* maka akan membuat nilai kekasaran permukaan bahan *blok head silinder* menjadi semakin kasar juga.

Berdasarkan kriteria akan kebutuhan dari penggunaan baja paduan karbon rendah jenis ST 37 yang dalam bidang industri manufaktur dan berdasarkan pada beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan menunjukkan ada kemungkinan bahwa parameter – parameter pekerjaan milling berupa kecepatan spindle, kecepatan pemakanan dan kedalaman pemakanan proses *side milling* baja paduan karbon rendah jenis ST 37 memiliki keterkaitan atau berpengaruh terhadap nilai tingkat kekasaran permukaan yang dihasilkan, hal ini terjadi karena banyaknya variabel dalam penelitian yang dapat berpengaruh/ mempengaruhi hasil penelitian yaitu berupa tingkat kekasaran permukaan hasil proses *side milling*.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang dapat disimpulkan berdasarkan uraian latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi kecepatan pemakanan terhadap nilai kekasaran permukaan proses *side milling* pada baja ST 37?
2. Bagaimana pengaruh variasi kedalaman Pemakanan terhadap nilai kekasaran permukaan proses *side milling* pada baja ST 37?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah penelitian yang di simpulkan. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi kecepatan pemakanan terhadap nilai kekasaran permukaan proses *side milling* pada baja ST 37?
2. Mengetahui pengaruh variasi kedalaman pemakanan terhadap nilai kekasaran permukaan proses *side milling* pada baja ST 37?

1.4 Batasan Masalah

Nilai kekasaran hasil pekerjaan proses *side milling* baja paduan karbon rendah jenis ST37 dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga dalam penelitian ini permasalahan atau faktor- faktor yang dapat berpengaruh akan dibatasi dengan cara memberikan parameter – parameter batas penelitian dengan tujuan agar permasalahan atau factor – factor yang berpengaruh dalam penelitian dapat lebih terfokus pada tujuan yang ingin di capai. Adapun parameter atau batasan - batasan masalah dalam penelitian ini ditentukan sebagai berikut.

1. Pisau milling

Pisau milling yang digunakan dalaha jenis *side milling cutter*

2. Parameter milling

Parameter proses milling dalam penelitian ini ditentukan dengan kecepatan spindle 360 rpm, variasi kecepatan pemakanan 32 mm/menit, 48 mm/menit, 80 mm/menit, dan kedalaman pemakanan 0,25 mm, 0,5 mm, 0,75 mm.

3. Jenis milling

Proses milling adalah *side milling*.

4. Cairan pendingin

Cairan pendingin dalam penelitian ini menggunakan perpaduan dromus dan air dengan perbandingan (3 : 1)

5. Bahan

Bahan baja ST 37 yang diasumsikan homogen yang belum dilakukan perlakuan sebelumnya, Panas yang ditimbulkan dari proses pemotongan sebelumnya dianggap tidak mempengaruhi struktur atau sifat dari baja ST37.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian experiment dengan hasil penelitian yang diharapkan dapat memberikan kontribusi berupa informasi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya proses manufaktur/ proses pemesinan yang terkait dengan parameter pekerjaan milling. Beberapa manfaat dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut.

1. Bagi Peneliti, penelitian ini dapat menambah wawasan pengetahuan, keterampilan serta sebagai bentuk kontribusi nyata kemampuan keterampilan untuk menganalisis pengaruh parameter kecepatan pemakanan dan parameter kedalaman pemakanan terhadap nilai kekasaran permukaan pada proses *side milling* baja ST 37.
2. Bagi akademisi, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi dan bukti *empiric* sebagai kontribusi ilmiah tentang pengaruh parameter kecepatan pemakanan dan parameter kedalaman pemakanan terhadap kekasaran permukaan pada proses *side milling* baja ST 37, serta dapat pustaka bagi Program studi Teknik Mesin Universitas Nahdlatul Ulama Sunan Giri.
3. Bagi praktisi, hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu informasi dalam perencanaan/ langkah upaya untuk proses pemotongan *side milling* dengan hasil yang baik dalam hal nilai kekasaran permukaan baja karbon rendah.

1.6 Definisi Istilah

Beberapa definisi istilah yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. *Down milling* : Proses pengefraisan dengan arah ujung sayat (*teeth*) alat potong searah dengan arah pemakanan ketika *teeth* memotong benda kerja.

2. *Up milling* : Proses pengefraisan dengan arah gerak ujung sayat (*teeth*) alat potong berlawanan dengan arah pemakanan (*feed*) ketika *teeth* memotong benda kerja
3. Proses freis *slab* : merupakan dasar proses freis peripheral di mana lebar alat potong lebih panjang daripada jarak kedua tepi benda kerja.
4. *Slotting* : merupakan proses freis/ milling di mana lebar pisau potong berukuran lebih kecil daripada lebar benda kerja. sloting ini akan membentuk slot karena lebar pisau potong yang tipis. Pisau potong yang tipis juga dapat dipakai untuk memotong benda kerja menjadi dua bagian, proses pemotongan tersebut dikenal dengan istilah pengefraisan *saw* (*saw milling*).
5. Proses side freis/ *milling* : Proses freis/ milling di mana pisau potong menyayat sisi tepi / samping benda kerja.
6. Proses freis/ milling *straddle* : Proses freis/ milling yang sama dengan freis/ milling sisi/ side milling..
7. Pengefraisan bentuk : Proses pengefraisan di mana alat potong yang digunakan memiliki ujung sayat (*teeth*) dengan bentuk khusus. Pengefraisan muka konvensional Proses pengefraisan di mana diameter alat potong lebih besar daripada benda kerja.
8. Pengefraisan muka sebagian : Proses *freis/ milling* di mana alat potong menggantung (*overhand*) pada salah satu sisi benda kerja.
9. *End milling*: merupakan proses *freis/ milling* di mana diameter alat potong lebih kecil daripada lebar benda kerja, sehingga sebuah slot dapat terbentuk.
10. Pengefraisan bentuk atau pengefraisan pulau : Proses *freis/ milling* memotong keliling luar benda kerja sehingga membentuk pulau.
11. Pengefraisan kantong : Proses *freis/ milling* yang membentuk kantong yang dangkal.
12. Pengefraisan kontur permukaan : merupakan *freis/ milling* dengan alat potong yang ujungnya berbentuk bola. Pengefraisan ini dapat menghasilkan bentuk permukaan tiga dimensi.
13. Alas Mesin (*Base*) : Alas adalah bagian terbawah dari mesin milling yang berfungsi sebagai pondasi. Alas mesin berisi reservoir pendingin (*coolant*) yang digunakan selama operasi pemesinan yang membutuhkan pendingin.

14. Kolom atau Badan Mesin : Kolom adalah kerangka penopang utama yang menopang semua mekanisme penggerak seperti spindel, tuas, motor penggerak dan dudukan meja.
15. Dudukan Meja (*Saddle*): Dudukan meja berada di antara meja dan lutut mesin frais. Bagian ini dapat digerakkan maju dan mundur, serta dapat dikunci ke bagian lutut.
16. Meja Mesin (*Table*) : Meja mesin dipasang di atas dudukan meja (*saddle*) yang dapat diputar secara horizontal ke kedua arah.
17. Lutut (*Knee*) : Lutut memiliki 2 alur yang saling tegak lurus, salah satu dipasang dengan meja mesin dan yang lainnya dipasang dengan kolom mesin. Dapat digerakkan secara vertikal dan memiliki roda gigi yang mengatur gerakan tersebut.
18. Spindel : Spindel berfungsi sebagai penggerak atau pemutar alat potong dan arbor. Spindel digerakkan oleh motor listrik melalui roda gigi.
19. Arbor : bagian mekanis mesin milling yang terpasang pada spindel pada posisi horizontal sehingga ikut berputar bersama spindel. Fungsi arbor adalah sebagai ekstensi spindel (terutama tipe horizontal) dan sebagai pemegang pisau frais yang berputar sesuai dengan arah pergerakannya.
20. Penahan Arbor (*Arbor Support*) : bagian dari mesin yang menahan atau menyangga arbor bergerak dengan stabil. Secara umum, terdapat 2 jenis penahan arbor yang digunakan pada mesin frais. Yang pertama memiliki lubang bantalan berdiameter kecil dengan diameter maksimum 1 inci. Yang kedua memiliki lubang bantalan berdiameter besar hingga 2 3/4 inci.
21. Pemotong : alat potong yang berfungsi sebagai penyayat benda kerja dalam bentuk dan ukuran yang bervariasi.
22. Lengan (*Over Arm*) : balok horizontal yang terdapat di atas kolom dan bertindak sebagai penopang arbor.
23. Ram : sebuah lengan pada mesin milling vertikal yang ujungnya dihubungkan secara langsung dengan bagian kolom mesin.



UNUGIRI