

ANALISIS KEAUSAN PAHAT PADA VARIASI DIAMETER MATA BOR BENCH DRILL IXION BT 25

Meldi Steri Tumetel¹⁾, Rudy Poeng²⁾, I Nyoman Gede³⁾
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi

ABSTRAK

Penelitian ini adalah metode pengujian yang dilakukan pada mesin bor *bench drill* IXION BT 25 yang telah dikembangkan menggunakan sistem pendingin. Setelah dilakukan proses bor pada benda uji, maka pahat bor tersebut dilakukan pengukuran keausan pahat dengan menggunakan alat ukur *digital microscope*.

Dari hasil pengukuran keausan pahat bor diperoleh untuk diameter bor 8 mm menghasilkan keausan pahat 0,3608 mikron, untuk diameter bor 12 mm menghasilkan keausan pahat 0,0540 mikron, untuk diameter bor 17 mm menghasilkan keausan pahat 0,1030 mikron dan untuk diameter bor 23 mm menghasilkan keausan pahat 0,0108 mikron. Dari hasil ini keausan pahat yang terjadi pada proses bor dengan menggunakan cairan pendingin yang dikembangkan pada mesin bor mesin *bench drill* IXION BT 25 akan menurun dengan semakin besar ukuran diameter bor. Dan dari hasil analisis korelasi diperoleh bahwa Hubungan diameter bor terhadap keausan pahat adalah cenderung sangat erat dengan koefisien korelasi 0,78467 dan menunjukkan pasangan diameter bor dan keausan pahat tersebut memiliki arah yang berlawanan.

Kata Kunci: Keausan Pahat, Diameter Mata Bor, Mesin *Bench Drill* IXION

ABSTRACT

This research is a test method carried out on the IXION BT 25 bench drill machine which has been developed using a cooling system. After the drill process is carried out on the test object, the drill chisel is measured for tool wear using a digital microscope measuring instrument.

From the results of the measurement of drill chisel wear, it is obtained that a drill diameter of 8 mm results a tool wear of 0.3608 microns, a drill diameter of 12 mm brings a tool wear of 0.0540 microns. Whereas, a drill diameter of 17 mm results a tool wear of 0.1030 microns and a drill diameter of 23 mm brings a tool wear of 0.0108 microns. From these results, tool wear that occurs in the drilling process using the coolant developed on the IXION BT 25 bench drill machine will decrease with the larger the drill diameter. From the correlation analysis, it is found that the relationship between drill diameter and tool wear tends to be very close with a correlation coefficient of 0.78467 and shows that the drill diameter and tool wear have opposite directions.

Keywords: Chisel Wear, Drill Bit Diameter, Bench Drill Machine IXION

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada umumnya mesin bor konvensional yang sering dijumpai di bengkel-bengkel industri tidak menggunakan sistem pendinginan, salah satunya adalah mesin bor *bench drill* IXION BT 25 yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Unsrat. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini melakukan teknologi produksi keberlanjutan dengan merancang dan membuat sistem pendingin pada mesin bor tersebut.

Penelitian pembahasan tentang keausan pahat sudah pernah dilakukan dengan judul skripsi pengaruh kecepatan putar dan laju pemakanan terhadap keausan pahat HSS pada pembubutan baja poros (Lintang, 2020) yang menfokuskan pada keausan pahat pada mesin bubut, hasilnya pengaruh kecepatan putar maupun laju pemakanan terhadap keausan pahat HSS pada pembubutan baja poros yaitu semakin bertambah kecepatan putar dan laju pemakanan, maka kecenderungan keausan pahat meningkat secara signifikan. Jika hal ini dibiarkan pahat tersebut masih tetap digunakan maka

pertumbuhan keausan akan semakin cepat dan pada suatu saat ujung pahat sama sekali akan rusak yang mengakibatkan benda kerja yang dihasilkan kurang maksimal. Sedangkan penelitian ini menfokuskan pada analisis keausan pahat mesin perkakas yang berbeda yaitu mesin bor dengan menggunakan cairan pendingin.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang diangkat dalam penelitian ini:

1. Bagaimana melakukan pengukuran keausan pahat yang terjadi ketika melakukan proses bor pada mesin bor *bench drill* IXION BT 25 yang dikembangkan dengan penggunaan cairan pendingin;
2. Bagaimana mengetahui hubungan diameter mata bor terhadap keausan pahat bor.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis keausan pahat dengan variasi diameter mata bor melalui pengujian pada mesin bor *bench drill* IXION BT 25 yang telah

dikembangkan menggunakan cairan pendingin;

2. Untuk menganalisis korelasi antara diameter mata bor dengan hasil pengukuran keausan pahat.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan jelas, perlu adanya pembatasan masalah yang dibatasi:

1. Bahan yang digunakan sebagai benda uji, yaitu baja strip S 45 C yang ada dipasaran berjumlah 16 benda uji;
2. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur keausan pahat bor, yaitu *digital microscope* ;
3. Proses bor dilakukan menggunakan 4 variasi pahat bor HSS (*High Speed Steel*) yaitu ukuran 8, 12, 17 dan 23 mm, dengan menggunakan putaran yang berbeda sesuai dengan spesifikasi pada mesin bor *bench drill* IXION BT 25.
4. Pengukuran keausan pahat bor setelah dilakukan empat kali pengujian proses bor pada benda kerja, lalu dirata-ratakan hasil pengukuran keausan tersebut.
5. Mesin bor *bench drill* IXION BT 25 yang dijadikan obyek penelitian ini, gerak makan tergantung dari kekuatan tangan untuk menekan lengan penekan dari poros utama.

1.5 Manfaat Penulisan

1. Sebagai masukan serta informasi dalam meningkatkan kualitas produk dari proses bor terkait dengan keausan pahat bor pada mesin bor *bench drill* IXION BT 25 yang telah dikembangkan dengan penggunaan cairan pendingin;
2. Mengetahui prosedur pengukuran keausan pahat bor;
3. Memberikan masukan kondisi mesin bor *bench drill* IXION BT 25 yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Unsrat, sehingga dapat dilakukan tindakan pemakaian dan pemeliharaan yang sesuai.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Proses Pemesinan

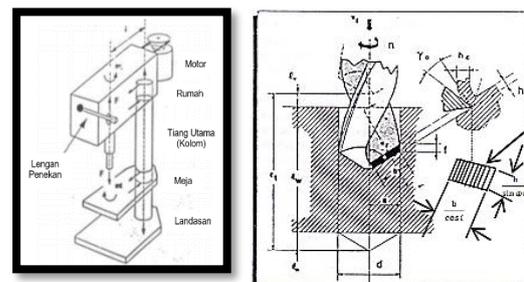
Proses pemesinan dengan menggunakan prinsip pemotongan logam dibagi dalam tiga kelompok dasar, yaitu : proses pemotongan dengan mesin pres, proses pemotongan konvensional dengan mesin perkakas, dan proses pemotongan non konvensional . Proses pemotongan dengan menggunakan mesin pres meliputi pengguntingan (*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 pemesinan, yang dilakukan dengan cara membuang bagian benda kerja yang tidak digunakan menjadi geram (*chips*) sehingga terbentuk benda kerja. Proses pemesinan 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 pemesinan. (Rochim, T, 1993)

2.2 Proses Bor

Pahat bor mempunyai dua mata potong dan melakukan gerak potong karena di putar poros utama mesin bor. Putaran tersebut dapat dipilih dari beberapa tingkatan putaran yang tersedia pada mesin tersebut, atau ditetapkan sekehendak bila sistem transmisi putaran mesin bor merupakan sistem berkesinambungan (*stepless spindle drive*). Gerak makan dengan tenaga motor (*power feeding*), sedangkan untuk jenis

mesin bor yang kecil (mesin bor bangku) gerak makan tersebut tidak dapat dipastikan karena tergantung dari kekuatan tangan untuk menekan lengan penekan dari poros utama. Selain itu proses bor dapat dilakukan pada mesin bubut dimana benda kerja di putar oleh pencekam dari poros utama dan gerak makan dilakukan dengan pahat bor yang dipasang pada kepala lepas pada mesin bubut. (Rochim, T, 1993)



Gambar 2.1. Mesin bor dan proses bor
(Rochim, T, 1993)

Pada proses bor geram (*chips*) harus keluar melalui alur *helix* pahat bor ke luar lubang. Ujung pahat menempel pada benda kerja yang terpotong, sehingga proses pendinginan menjadi relatif sulit. Proses pendinginan biasanya dilakukan dengan disemprotkan cairan pendingin, atau cairan pendingin dimasukkan melalui lubang di tengah pahat bor.

Karakteristik proses bor agak berbeda dengan proses pemesinan yang lain:

- Geram harus keluar dari lubang yang dibuat;
- Geram yang keluar dapat menyebabkan masalah ketika ukurannya besar dan atau kontinyu;
- Proses pembuatan lubang bisa sulit jika membuat lubang yang dalam;
- Untuk pembuatan lubang dalam pada benda kerja yang besar;
- Cairan pendingin dimasukkan ke permukaan potong melalui tengah pahat bor.

Semua mesin bor memiliki karakteristik konstruksi yang tipikal: spindel, *sleeve* atau *quill*, tiang, kepala, meja kerja dan dasar.

- Spindel memegang pahat bor dan berputar pada sumbu yang tetap di dalam a *sleeve*. Pada kebanyakan mesin bor, spindle terpasang pada posisi vertikal;
- *Sleeve* atau *quill* tidak berputar, tapi bantalanya dapat bergeser pada arah paralel sumbu putar. Jika *sleeve* digerakan turun di bawa spindel dan pahat, maka pahat akan melakukan gerak pemakanan ke dalam benda kerja dan jika *sleeve* dinaikan, pahat akan

keluar dari benda kerja. Gerak pemakanan dapat di lakukan dengan tangan atau tenaga mesin, bergantung dari jenis mesin bor;

- Tiang (*column*) dari sebagian besar mesin bor tekan (drill proses) berbentuk silindrik yang dibuat pejal dan kaku. Tiang berfungsi untuk menyokong kepala dan rakitan sleeve;
- Kepala (*head*) mesin bor terdiri dari sleeve, spindle motor listrik dan mekanisme pemakanan. Kepala mesin dibaut pada tiang;
- Meja Kerja (*table*) didukung pada lengan yang terpasang pada tiang. Meja kerja dapat di geser pada arah vertikal agar dapat di sesuaikan dengan ketinggian benda kerja. meja kerja juga dapat diayun keluar dari jalur gerak sleeve dan dapat dimiringkan sampai 90° pada kedua arah, untuk di sesuaikan dengan bentuk dan ukuran benda kerja;
- Dasar (*base*) mesin bor menumpu seluruh konstruksi mesin dan di baut pada lantai, agar mampu menghasilkan proses bor yang bebas dari getaran dan akurasi mesin yang baik. Seperti pada meja kerja, bagian atas dari mesin di lengkapi dengan alur-T untuk memasang benda kerjayang terlalu besar di letakan pada meja kerja;

2.3 Pengertian Penggunaan Cairan Pendingin

2.3.1 Cairan Pendingin

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.

Berdasarkan komposisi cairan pendingin terdiri atas: (Rochim, T, 1993)

1. Cairan sintetik

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;

2. Cairan emulsi

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 (*Extreme Pressure Additives*) daya lumasnya akan meningkat;

3. Cairan semi sintetik

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*).

4. Minyak

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.

2.3.2 Metode Pendingin

Metode pendinginan suatu pengerjaan dalam pemesinan ada 4 cara: (Rochim, T, 1993)

a. Manual

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

b. Disiramkan ke benda kerja

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

Dilakukan dengan cara mengalirkan cairan pendingin dengan tekanan tinggi melewati saluran pada pahat. Untuk pengboran 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

Pemberian cairan pendingin dengan cara ini cairan pendingin dikabutkan dengan menggunakan semprotan udara dan kabutnya langsung diarahkan ke daerah pemotongan.

2.3.3 Pengaruh Cairan Pendingin pada Proses Pemesinan

Cairan pendingin pada proses pemesinan memiliki beberapa fungsi, yaitu fungsi utama dan fungsi kedua. Fungsi utama adalah fungsi yang dikehendaki oleh perencana proses pemesinan dan operator mesin perkakas. Fungsi kedua adalah fungsi tak langsung yang menguntungkan

dengan adanya penerapan cairan pendingin tersebut. Fungsi cairan pendingin tersebut adalah: (Rochim, T, 1993)

- Fungsi utama dari cairan pendingin pada proses pemesinan
 - Melumasi proses pemotongan khususnya pada kecepatan potong rendah;
 - Mendinginkan benda kerja khususnya pada kecepatan potong tinggi;
 - Membuang seram dari daerah pemotongan.
- Fungsi kedua cairan pendingin
 - Melindungi permukaan yang disayat dari korosi;
 - Memudahkan pengambilan benda kerja, karena bagian yang panas telah didinginkan.

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

- 1) Memperpanjang umur pahat;
- 2) Mengurangi deformasi benda kerja karena panas;
- 3) Permukaan benda kerja menjadi lebih baik (halus) pada beberapa kasus;
- 4) Membantu membersihkan geram.

2.4 Keausan Pahat

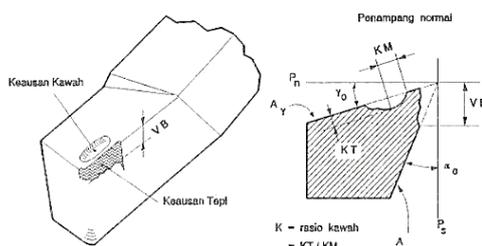
Selama proses pembentukan geram berlangsung, pahat (*Tools*) akan menderita tekanan dan temperatur yang tinggi. Gesekan antara geram dengan pahat, antara benda kerja dengan pahat, menyebabkan keausan pada bidang-bidang utama dari pahat (bidang muka pahat dan bidang potong utama). Proses keausan ini berlangsung terus sehingga dapat mengubah bentuk dari mata potong. Karena perubahan bentuk ini maka gaya-gaya pemotongan akan menjadi besar, demikian pula permukaan benda kerja akan menjadi kasar. Oleh karena itu suatu pahat disebut sudah mencapai batas umurnya apabila batasan-batasan yang telah ditentukan terlampaui. Batasan-batasan tersebut dapat berupa kehalusan permukaan, toleransi dimensi ataupun gaya pemotongan. Untuk memperpanjang daya tahan pahat, maka material dari pahat harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut: (Rochim, T, 1993)

1. Cukup kuat dan keras untuk menahan tekanan tinggi, akan tetapi tidak boleh terlalu rapuh;
2. Kekuatan dan kekerasannya harus tetap tinggi walaupun temperatur tekanan pemotongan adalah tinggi;

3. Pada temperature yang tinggi daya tahan keausannya harus tetap baik.

Pada proses pembubutan keausan pahat dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu beban yang bekerja pada pahat, temperatur yang ditimbulkan karena gesekan, dan gesekan antara pahat dan material yang dibubut. Keausan tergantung juga pada jenis material dan pahat bubut dan benda kerja yang dipilih, geometri pahat bubut dan fluida yang digunakan sebagai pendingin. Tahapan keausan pahat dapat dibagi menjadi dua:

- a. Keausan bagian muka pahat yang ditandai dengan pembentukan kawah/lekukan (*Crater wear*) sebagai hasil dari gesekan serpihan (*Chip*) sepanjang muka pahat;
- b. Keausan pada bagian sisi (*Flank wear*) yang terbentuk akibat gesekan benda kerja yang bergerak (dengan gerak makan tertentu).



Gambar 2.2 Keausan kawah dan keausan tepi
(Rochim, T, 1993)

2.5 Analisis Korelasi

Untuk menunjukkan besarnya keeratan hubungan antara dua variabel acak yang masing-masing memiliki skala pengukuran minimal interval dan berdistribusi bivariat, digunakan koefisien relasi dengan persamaan koefisien korelasi Pearson sebagai berikut, (Supranto, 2001)

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (2.1)$$

Keterangan:

- Besar r adalah $-1 \leq r \leq +1$;
- Tanda $+$ menunjukkan pasangan X dan Y dengan arah yang sama, sedangkan tanda $-$ menunjukkan pasangan X dan Y dengan arah yang berlawanan;
- r yang besarnya semakin mendekati 1 menunjukkan hubungan X dan Y cenderung sangat erat. Jika mendekati 0 hubungan X dan Y cenderung kurang kuat;
- $r = 0$ menunjukkan tidak terdapat hubungan antara X dan Y .

Dalam analisis regresi, koefisien korelasi yang dihitung tidak untuk diartikan sebagai ukuran keeratan hubungan variabel bebas (X) dan variabel tidak bebas (Y), sebab dalam analisis regresi asumsi normal bivariat tidak terpenuhi. Untuk itu, dalam analisis regresi agar koefisien korelasi yang diperoleh dapat diartikan maka dihitung

indeks determinasinya, yaitu hasil kuadrat dari koefisien korelasi, (Supranto, 2001)

$$R^2 = (r)^2 \cdot 100\% \quad (2.2)$$

Indeks determinasi yang diperoleh tersebut digunakan untuk menjelaskan persentase variasi dalam variabel tidak bebas (Y) yang disebabkan oleh bervariasinya variabel bebas (X). Hal ini untuk menunjukkan bahwa variasi dalam variabel tak bebas (Y) tidak semata-mata disebabkan oleh bervariasinya variabel bebas (X), bisa saja variasi dalam variabel tak bebas tersebut juga disebabkan oleh bervariasinya variabel bebas lainnya yang mempengaruhi variabel tak bebas. (Supranto, 2001)

$$R^2 + K^2 = 100\%$$

$$K^2 = 100\% - R^2 \quad (2.3)$$

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Unsrat. Dan waktu pelaksanaan penelitian bulan Januari sampai dengan bulan Mei 2021.

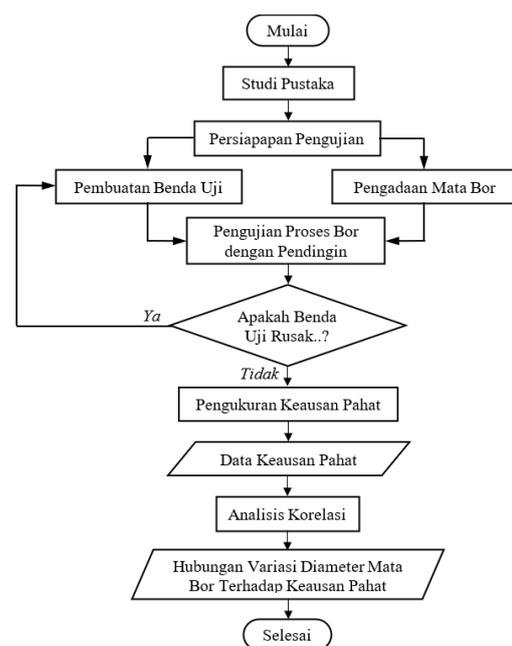
3.2 Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, berupa bahan atau benda kerja yang dijadikan benda uji, yaitu baja strip, dengan menggunakan peralatan:

1. Mesin bor *bench drill* IXION BT 25 yang dikembangkan dengan proses pendingin dan perlengkapannya;
2. Mesin potong *cut-off*;
3. Sigmat dan mistar baja;
4. Penetik dan palu besi;
5. *Digital microscope*;
6. Labtop dan perangkatnya;
7. *Software hiView*.

3.3 Prosedur Penelitian

Metode penelitian ini adalah metode eksperimental karena penelitian yang dilakukan untuk menyelidiki adanya kemungkinan hubungan sebab akibat antara mata bor dengan keausan pahat. Prosedur penelitian seperti pada Gambar 3.1. Penjelasannya adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

- **Studi Literatur**
Pada tahap ini merupakan suatu proses untuk mempelajari referensi-referensi yang berhubungan dengan penelitian ini;
- **Persiapan Pengujian**
Persiapan pengujian dilakukan dengan dua tahap yaitu pembuatan benda uji dan pengadaan mata bor;
- **Pembuatan Benda Uji**
Dilakukan proses pemotongan pada baja strip berukuran 50 x 50 x 5 (mm), berjumlah 16 benda uji;
- **Pengadaan Mata Bor**
Pahat bor (mata bor) HSS diperoleh dari pasaran berjumlah 4 buah;
- **Pengujian Proses Bor dengan Pendingin**
Dilakukan proses bor pada mesin bor IXION yang telah dikembangkan dengan penggunaan cairan pendingin. Pengeboran dilakukan pada 16 benda uji dengan menetapkan 4 variasi diameter mata bor (sesuai dengan kondisi mesin bor). Setiap diameter mata bor dilakukan 4 kali pengujian untuk mendapatkan hasil rata-rata pengukuran;
- **Apakah Benda Uji Rusak**
Jika terjadi kendala pada benda uji ketika melakukan proses bor atau benda uji rusak, maka dilakukan proses pembuatan benda uji kembali. Akan tetapi jika benda uji yang dihasilkan baik dilanjutkan dengan proses pengukuran keausan pahat;
- **Data Keausan Mata Bor**
Dilakukan proses pengukuran keausan pada keempat mata bor yang telah digunakan untuk proses bor dengan pendingin. Pengamatan langsung yaitu melakukan pengukuran dengan menggunakan alat mikroskop *magnifier ganda portabel*. Hasil ini merupakan input dari penelitian ini;
- **Analisis Korelasi**
Setelah diperoleh hasil pengukuran keausan pahat yang dilakukan, maka dilanjutkan untuk mengetahui kekuatan hubungan antara diameter mata bor dan keausan pahat yang terjadi dengan menggunakan analisis korelasi;
- **Hubungan Variasi Diameter Mata Bor Terhadap Keausan Pahat**
Dari data keausan pahat dan variasi diameter mata bor, maka dapat dibuatkan grafik untuk diperoleh hubungan antara diameter mata bor terhadap keausan pahat. Hasil ini merupakan output atau luaran dari penelitian ini.

3.4 Pengolahan Data

3.4.1 Sumber Data

Sumber data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data primer yang langsung didapatkan dari obyek pelaksanaan penelitian ini, yaitu melakukan pengujian proses bor pada salah satu mesin perkakas yaitu mesin bor *bench drill* IXION BT 25 yang telah dikembangkan dengan penggunaan cairan pendingin di Laboratorium Teknik Mesin Unsrat.

3.4.2 Mesin Bor dengan Menggunakan Cairan Pendingin



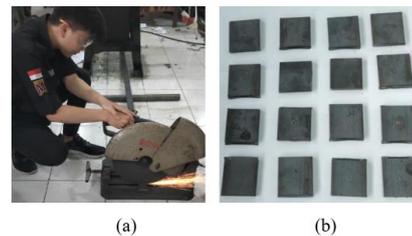
Gambar 3.2 Hasil pembuatan sistem pendingin pada mesin bor

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengamatan

4.1.1 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji menggunakan bahan baja strip dengan ketebalan 5 mm. Bahan tersebut dilakukan proses pemotongan dengan menggunakan mesin potong *cut-off* dengan panjang 50 mm berjumlah enam belas benda uji, seperti diperlihatkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pembuatan benda uji

Gambar 4.1 merupakan dokumentasi bagian (a) pemotongan material menjadi benda uji dengan menggunakan mesin *cut-off* yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Unsrat dan bagian (b) hasil pemotongan benda uji berjumlah enam belas benda uji.

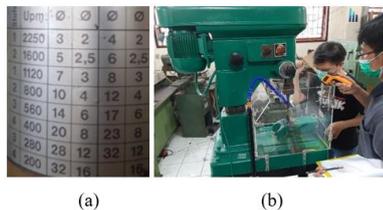
4.1.2 Tahapan Pengujian

Adapun tahapan pengujian yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut,

I. Proses Bor

1. Dilakukan pembuatan 16 benda uji baja strip S 45 C dengan menggunakan mesin *cut-off*. Ukuran benda uji 50x50x5 (mm);

2. Setiap benda uji diberi tanda titik dibagian tengahnya dengan menggunakan penetik dan palu besi;
 3. Pasangkan benda uji pada ragum meja bor dengan tepat;
 4. Pasangkan mata bor pada poros spindel dengan cekam bor;
 5. Atur putaran sesuai dengan ukuran mata bor;
 6. Nyalakan mesin bor lalu tekan tuas penekan untuk melakukan pengeboran;
 7. Lakukan pengeboran sebanyak 4 kali setiap ukuran mata bor.
3. Fokuskan lensa *microscope* pada pahat mata bor untuk melihat keausan pahat melalui monitor laptop;
 4. Lakukan pengukuran keausan pahat melalui monitor laptop dengan menarik garis ukur;
 5. Pengukuran keausan pahat bor ini dilakukan pada ukuran mata bor 8, 12, 17 dan 23 mm sesudah melakukan proses bor pada benda uji.



Gambar 4.2 (a) Pengaturan putaran dan
(b) Proses bor



Gambar 4.3 (a) Proses pengukuran keausan pahat bor
(b) Hasil pengukuran keausan pahat bor

4.1.3 Data Hasil Pengukuran Keausan Pahat

II. Pengukuran Keausan Pahat

1. Kalibrasi ukuran *sheet* dengan *digital microscope* menggunakan laptop dengan *software hiView*;
 2. Sesudah proses bor benda uji, akan dilakukan pengukuran keausan pahat. Mata bor tersebut diletakan di atas meja dibawah alat ukur *digital microscope*;
- Hasil pengukuran keausan pahat setelah dilakukan proses bor menggunakan cairan pendingin pada keempat pahat bor HSS dengan ukuran diameter yang bervariasi, diperlihatkan seperti diperlihat pada Tabel 4.1. Pada Tabel 4.1, terlihat bahwa pengujian proses bor menggunakan 4 variasi ukuran diameter mata bor yaitu 8 mm, 12 mm, 17 mm dan 23 mm. Setiap ukuran mata bor dilakukan 4 kali pengujian proses bor.

Pahat bor yang telah digunakan proses bor pada setiap benda uji langsung dilakukan pengukuran keausan pahat dengan menggunakan *Digital microscope*. Hasil pengukuran keausan pahat bor dirata-ratakan dari 4 kali pengukuran keausan tersebut.

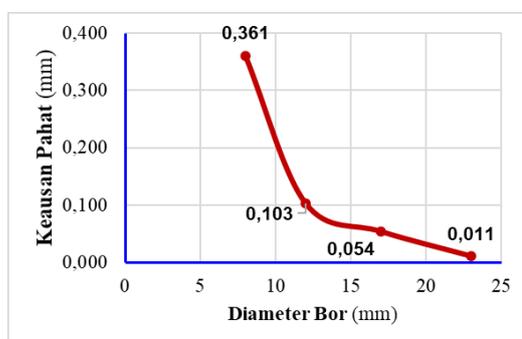
Tabel 4.1 Hasil pengukuran keausan pahat bor

Material Benda Uji : Baja Strip S 45 C Pahat Bor : High Speed Steel (HSS) Diameter benda Uji : 50x50x5 (mm)						
No	Diameter Mata Bor (mm)	Keausan Pahat Bor (mm)				Rata-Rata
		I	II	III	IV	
1	8	0,277	0,299	0,337	0,530	0,3608
2	12	0,054	0,062	0,126	0,170	0,1030
3	17	0,006	0,012	0,014	0,184	0,0540
4	23	0,000	0,000	0,001	0,042	0,0108

4.2 Hasil Pengolahan Data

4.2.1 Grafik Hubungan Variasi Diameter mata bor Terhadap Keausan Pahat

Hasil pengolahan data dari penelitian ini memuat tentang pembuatan grafik hubungan variasi diameter mata bor terhadap keausan pahat. Dari Tabel 4.1, dapat dibuatkan grafik seperti diperlihatkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Variasi diameter mata bor terhadap keausan pahat

Gambar 4.4, memperlihatkan bahwa garis horisontal adalah diameter mata bor dan garis vertikal adalah keausan pahat dan terdapat empat titik pengamatan hasil pengukuran keausan pahat bor. Titik pertama diameter mata bor 8 mm menghasilkan keausan pahat 0,3608 mm, titik kedua diameter mata bor 12 mm menghasilkan keausan pahat 0,1030 mm, titik ketiga diameter mata bor 17 mm menghasilkan keausan pahat 0,0540 mm dan titik keempat diameter mata bor 23 mm menghasilkan keausan pahat 0,0108 mm. Dari hasil ini keausan pahat yang terjadi pada proses bor dengan menggunakan cairan pendingin yang dikembangkan akan menurun dengan semakin besar ukuran diameter mata bor.

4.2.2 Analisis Korelasi

1. Tebel Pembantu

Data dari Tabel 4.1 diameter mata bor dan keausan pahat dapat dibuatkan tabel pembantu, seperti diperlihatkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tabel pembantu diameter mata bor terhadap keausan pahat

<i>n</i>	Diameter mata bor, <i>X</i>	Keausan Pahat, <i>Y</i>	<i>XY</i>	<i>X</i> ²	<i>Y</i> ²
1	8	0,3608	2,8860	64	0,1301
2	12	0,1030	1,7510	289	0,0106
3	17	0,0540	0,6480	144	0,0029
4	23	0,0108	0,2473	529	0,0001
Jumlah	60	0,5285	5,2873	1026	0,1438

2. Koefisien Korelasi

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

$$= \frac{4 \cdot (5,2873) - (60) \cdot (0,5285)}{\sqrt{[4 \cdot (1026) - (60)^2][4 \cdot (0,1438) - (0,5285)^2]}}$$

$$= -0,865$$

Hasil koefisien korelasi ini menunjukkan bahwa hubungan antara diameter mata bor terhadap keausan pahat adalah cenderung sangat erat sebab *r* yang dihasilkan mendekati 1. Sedang tanda negatif menunjukkan pasangan diameter mata bor dan keausan pahat dengan arah yang berlawanan.

3. Koefisien Determinasi

$$R^2 = (r)^2 \cdot 100\%$$

$$= (-0,865)^2 \cdot 100\%$$

$$= 74,8 \%$$

Hasil koefisien determinasi ini menunjukkan bahwa diameter mata bor mempengaruhi keausan pahat sebesar 74,8 %. Sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain, diperoleh:

$$K^2 = 100\% - R^2$$

$$= 100\% - (74,8)$$

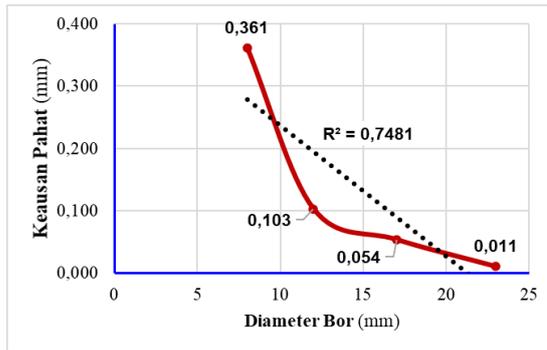
$$= 25,2 \%$$

4.3 Pembahasan

Hasil pengujian proses bor dengan menggunakan cairan pendingin yang dikembangkan menunjukkan bahwa hubungan diameter mata bor terhadap keausan pahat adalah semakin besar ukuran diameter pahat bor yang digunakan pada proses bor maka akan menurunkan keausan pahat (Lihat Gambar 4.1).

Hubungan diameter mata bor terhadap keausan pahat adalah cenderung sangat erat dengan koefisien korelasi $-0,865$. Hasil perhitungan koefisien korelasi ini dapat juga dengan menggunakan *Data Analysis microsoft excel*.

Hasil koefisien determinasi dengan variasi kecil dengan menggunakan 4 data pengamatan menunjukkan bahwa diameter mata bor mempengaruhi keausan pahat sebesar 74,8 %. Sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain seperti kondisi pemotongan lain dari mesin bor diantaranya gerak makan atau kedalaman potong sebesar 25,2 %. Hasil ini juga dapat diperlihatkan pada grafik seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Koefisien determinasi, R^2 hubungan diameter mata bor terhadap keausan pahat

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah,

1. Dari hasil pengukuran keausan pahat bor diperoleh untuk diameter mata bor 8 mm menghasilkan keausan pahat 0,3608 mikron, untuk diameter mata bor 12 mm menghasilkan keausan pahat 0,1030 mikron, untuk diameter mata bor 17 mm menghasilkan keausan pahat 0,0540 mikron dan untuk diameter mata bor 23 mm menghasilkan keausan pahat 0,0108 mikron. Dari hasil ini keausan pahat yang terjadi pada proses bor dengan menggunakan cairan pendingin yang dikembangkan pada mesin bor mesin *bench drill* IXION BT 25 akan menurun dengan semakin besar ukuran diameter mata bor;

2. Dari hasil analisis korelasi diperoleh bahwa hubungan diameter mata bor terhadap keausan pahat adalah cenderung sangat erat dengan koefisien korelasi 0,865 dan menunjukkan pasangan diameter mata bor dan keausan pahat tersebut memiliki arah yang berlawanan.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengadaan alat ukur keausan pahat, sehingga dapat dilakukan lebih banyak pengukuran keausan pahat pada mesin perkakas;
2. Dapat dikembangkan untuk melakukan pengukuran keausan pahat bor jenis *carbide* pada mesin perkakas yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Unsrat, sehingga dapat diketahui perbedaan penggunaan pahat HSS dengan pahat *carbide*;
3. Dapat dilakukan pemantauan keausan pahat dengan proses pemotongan pada mesin perkakas dengan menggunakan beberapa macam media pendingin;
4. Dapat dikembangkan dengan melanjutkan penelitian ini untuk melakukan analisis umur pahat bor;
5. Perlu penelitian lanjut dengan menggunakan lebih dari 30 data pengamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hamenda, R, 2019. Variasi Diameter Pahat Bor HSS Terhadap Temperatur Pemotongan Pada Mesin Bor Duduk, Skripsi Mahasiswa Teknik Mesin Unsrat Manado;
- Hara, A, Gede, I, Poeng, R, 2016. Pengaruh Pemotongan dengan dan Tanpa Cairan Pendingin Terhadap Daya Potong pada Proses *Turning*, Jurnal Online Poros Teknik Mesin Unsrat Vol.5. No.2;
- Harinaldi, 2005. Prinsip-Prinsip Statistik untuk Teknik dan Sains, Erlangga, Jakarta;
- Karamoy, M, 2020. Analisis Pengaruh Putaran Spindel Terhadap Daya Pemotongan Proses Bor, Skripsi Mahasiswa Teknik Mesin Unsrat Manado;
- Lintang, R, 2021. Pengaruh Kecepatan Putar dan Laju Pemakanan Terhadap Keausan Pahat HSS pada Pembubutan Baja Poros, Jurnal Online Poros Teknik Mesin Unsrat Vol.9. No.2;
- Lonteng, G, 2020. Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Panas Pemotongan Pada Proses Bor Baja Strip S 45 C, Skripsi Mahasiswa Teknik Mesin Unsrat Manado;
- Poeng, R. 2014. Proses Pemesinan Bahan Kuliah Proses Manufaktur II, Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado;
- Rochim, T, 1993. Klasifikasi Proses Gaya dan Daya Pemesinan, Institut Teknologi Bandung.
- Supranto. J, 2001. Statistika Teori dan Aplikasi, Erlangga Jakarta.