

PENGEMBANGAN MESIN *TOOL GRINDING ENDMILL*

Lucky Wihelman Putra¹, Juswandi², Asrul Hidayat³, Muhammad Fachrul⁴, Muhammad Ikram Kido⁵

Politeknik Bosowa, Makassar¹²³⁴⁵

Prodi perawatan perbaikan mesin, Politeknik Bosowa, Makassar¹²³⁴⁵

*Corresponding Author Email : asrul.hidayat@politeknikbosowa.ac.id

Kontak Person:

Lucky Wihelman Putra 082187820521

Juswandi 081356357380

Jalan kapasa Raya No.23 Kapasa Kecamatan Tamalanrea,
Daya, Kec Biringkanaya, kota Makassar, Sulawesi selatan 90245

Abstrak

Mesin tool grinding endmill merupakan mesin perkakas yang berfungsi untuk mengasah alat potong endmill khususnya mesin frais yang mengalami keausan akibat dari proses pemesinan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah mesin tool grinding endmill yang berguna untuk mengasah atau menajamkan alat potong endmill khususnya pada mesin frais. Selanjutnya persiapan alat dan pemilihan bahan dasar berupa universal tools grinding attachmant tipe 50HC, pengecekan fungsi dan kesesuaian komponen yang telah dikumpulkan, pembuatan dan perakitan alat mesin. Tool grinding endmill, pengambilan data dan pengujian mesin pada pengoprasian dengan gerakan kedua sumbu X dan Y meja eretan, dan kepresisian attachment terhadap permukaan batu grinding pada motor grinding dan menentukan proses pengasahan pada setiap berbagai jenis mata pahat endmill. Hasil yang diperoleh yaitu pada Pengasahan catter endmil yang baik akan menghasilkan proses penyayatan yang bagus, jika catter endmill mengalami keausan maka akan mempengaruhi hasil penyayatan terhadap permukaan benda kerja yang lebih kasar, jika cutter endmil dalam kondisi tajam akan menghasilkan penyayatan terhadap benda kerja yang lebih halus.

Kata kunci: *tool grinding, endmill grinding attachment. mesin tool grinding endmill.*

I. Pendahuluan

Pada lingkungan industri umur pakai alat potong sangat mempengaruhi peningkatan biaya produksi. Oleh karena itu alat potong memiliki peranan penting khususnya dalam pembuatan komponen pada suatu mesin seperti roda gigi, poros, dan lain-lain. *Geometri* dari alat potong itu sendiri memiliki standar ketajaman dimana pada pemakanan secara terus menerus akan mengalami keausan dalam proses pemesinan. Mata pahat atau alat potong terdiri dari beberapa bentuk dan berbagai ukuran yang memiliki jumlah sisi potong yang banyak. *Endmill* merupakan salah satu jenis penyayat benda kerja pada mesin *frais* yang banyak digunakan pada lingkungan industri [1].

Keausan pada alat potong atau pahat akan timbul dengan sendirinya dalam proses pemesinan. Karena gesekan yang dialami alat potong dengan benda kerja mengakibatkan alat potong mengalami keausan. Keausan ini semakin membesar sampai batas tertentu. Pahat tidak dapat digunakan atau mengalami kerusakan karena temperatur yang tinggi. Kerusakan pahat dapat didefinisikan sebagai peristiwa terlepasnya material dari permukaan material akibat deformasi plastis dan gaya mekanik. Keausan pada pahat atau alat potong akan menyebabkan perubahan bentuk benda kerja sehingga akan mengakibatkan geometridan kualitas permukaan material akan mengalami penurunan selama proses pemesinan berlangsung [2].

Mesin *tool grinding endmill* ini merupakan lanjutan dari rancangan yang telah dibuat oleh (Muh. Akmal dkk) dari mahasiswa perawatan dan perbaikan mesin Politeknik Bosowa dimana pada alat ini penulis mengembangkan menjadi sebuah alat yang berfungsi hanya untuk mengasah khususnya alat potong *endmill*. Pada pengembangan ini ada beberapa perubahan mulai dari rangka, eretan dan proses pengerjaan dari mesin *tool grinding* itu sendiri.

Mesin *tool grinding* sebelumnya menggunakan metode proses pengasahan yang kurang maksimal dimana pada kekurangan dari alat tersebut yaitu dimulai dari rangka yang tidak meminimalisir sehingga getaran yang terjadi mempengaruhi proses pengerjaan dan kekurangan lainnya yaitu terdapat pada eretan yang kurang maksimal pada penempatan posisi gerakan pada sumbu X dan Y sehingga mempengaruhi proses pengasahan dan hasil dari benda kerja. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan pembenahan pada mesin *tool grinding endmill* penulis melakukan penambahan dan penggantian beberapa komponen yang kurang atau komponen yang perlu diganti.

II. LANDASAN TEORI

1. Mesin Gerinda

Mesin gerinda adalah salah satu mesin yang digunakan untuk mengasah atau memotong benda kerja. Prinsip kerja dari mesin gerinda adalah batu gerinda yang berputar kemudian bergesekan dengan benda kerja sehingga terjadi pemotongan atau pengasahan [3].

2. Tool Grinding

Tool grinding adalah suatu peralatan pemesinan yang digunakan untuk mengasah mata pahat. Gerak utama *tools griding* yaitu putaran diperoleh dari motor listrik, putaran tersebut memutar mata gerinda yang terpasang pada poros motor. Proses penyayat terjadi karena *tools* disentuh secara halus terhadap mata gerinda yang mengikis mata pahat tersebut. Mesin ini hanya digunakan untuk pekerjaan presisi, yaitu menajamkan atau mengasah berbagai jenis mata pahat seperti mata pahat *frais*, mata bor, mata pahat bubut dan lain-lain [4].

3. Batu Gerinda

Batu gerinda merupakan alat pengasah mata ptng yang memiliki beberapa fungsi sesuai dengan jenis batu gerinda itu sendiri yaitu menghilangkan atau membentuk permukaan yang tidak rata, proses finising pada permukaan benda kerja [3].

Batu gerinda itu sendiri terdiri dari beberapa bentuk yaitu:

- a. Batu gerinda piring, merupakan jenis batu pengasah yang digunakan untuk menggerinda alur pada pisau *frais* atau alat potong yang memiliki alur atau *grove*.



Gambar 1. *Plate grinding wheels*

- b. Batu gerinda mangkok miring, merupakan batu pengasah yang berguna untuk mengasah alat potong khususnya seperti *endmill*.



Gambar 2. *Slope cup grinding wheels*

- c. Batu gerinda mangkok lurus, merupakan batu pengasah yang digunakan untuk mengasah alat potong pada mesin gerinda sumbu tegak dan sumbu mendatar.



Gambar 3. *Straight cup grinding wheels*

4. Pisau Jari (*endmill*)

Pisau jari (*endmill*) itu sendiri merupakan salah satu jenis cutter mesin CNC milling yang banyak digunakan. Ukuran *cutter* jenis ini sangat bervariasi, mulai ukuran kecil sampai ukuran besar. Biasanya *cutter* ini terbuat dari baja kecepatan tinggi (HSS) atau karbida, dan memiliki satu atau lebih alur (*flute*) [4].



Gambar 4. *Endmill*

5. Proses pengasahan

Proses pengasahan merupakan kegiatan menajamkan alat potong dengan cara menggesekkan atau menyentukan benda kerja dengan batu gerinda yang menggunakan mesin gerinda pahat. Proses pengasahan merupakan proses menghilangkan metal menggunakan batu gerinda [5].

Proses pengasahan terdiri dari:

1. Pengasahan bidang.
2. Pengasahan keliling.
3. Pengasahan meja memanjang.
4. Pengasahan meja bundar.
5. Pengasahan gerak memanjang.
6. Pengasahan luar tanpa senter.
7. Pengasahan ulir.

6. *Universall grinding ettachment*

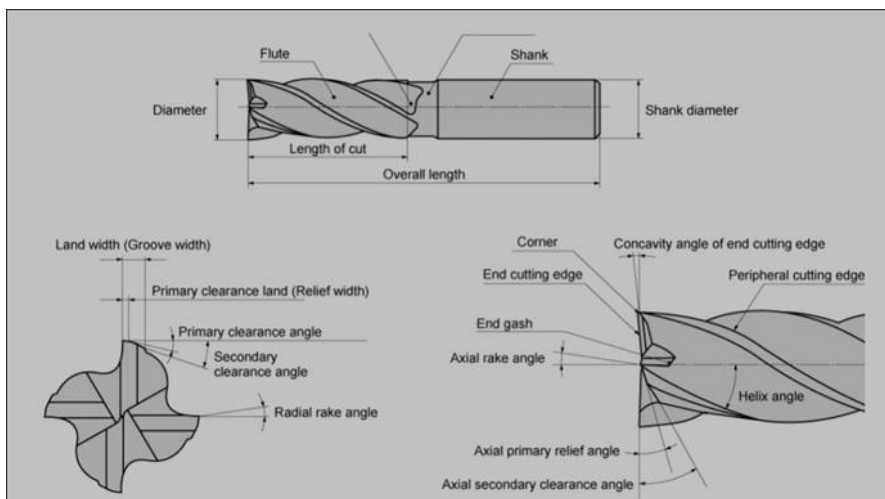
Universal grinding ettachment merupakan *tools endmil* yang berguna untuk mengekam *endmill* dan pada bagian bawah terdapat landasan yang berguna untuk menggerakkan atau menentukan sudut dari proses pengasahaan [3].



Gambar 5. *Universal grinding ettachment*

7. Keausan pahat *endmill*

Keausan mata pahat *endmill* terjadi karena adanya gesekan yang dialami oleh mata pahat terhadap benda kerja. Keausan mata pahat ini akan semakin membesar sampai batas tertentu sehingga tidak dapat dipergunakan lagi dan mengalami kerusakan akibat dari proses pemakanan. Keausan juga tergantung pada jenis material pahat, benda kerja, dan *geometri* pada mata pahat [1].

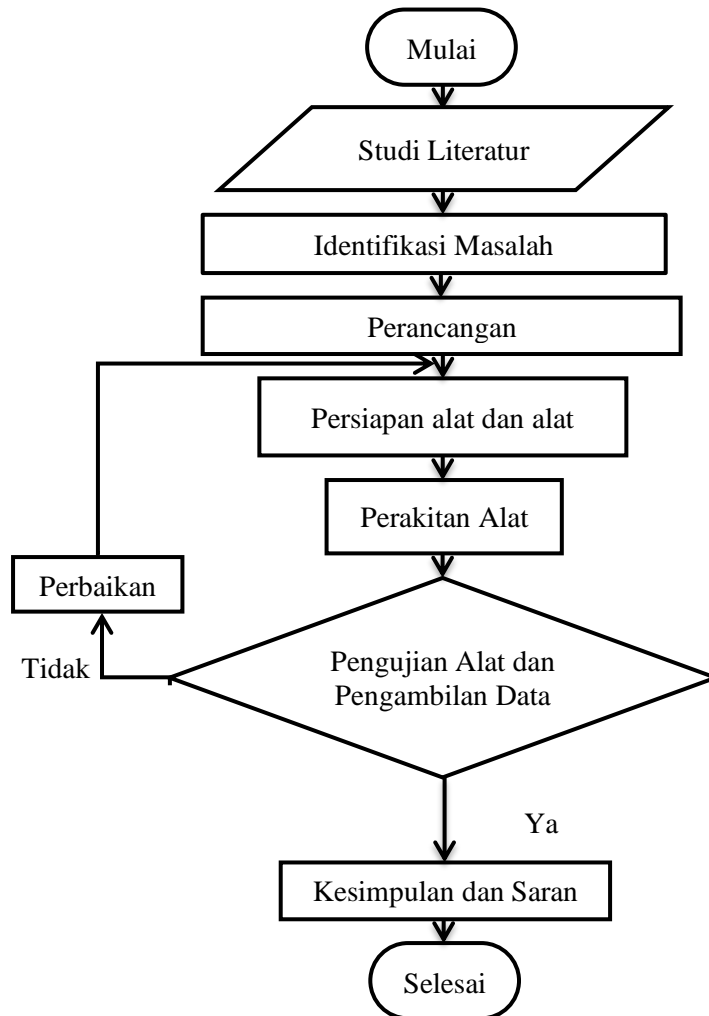


Gambar 6. *Geometri mata pahat endmill*

Tingkat kekasaran pada *endmill* dapat dilihat dengan variasi jumlah mata sayat *cutter endmill* dimana pada sudut penyayat sangat mempengaruhi hasil dari penyayatan benda kerja apabila sudut sayat *cutter endmill* semakin kecil sudut penyayatan maka kekuatan potong *cutter endmill* lebih kuat tetapi pada sudut yang kecil tidak terlalu tajam untuk melakukan penyayatan benda kerja. Sedangkan sudut penyayatan yang terlalu besar maka dalam proses pemesinan akan mudah aus dikarenakan kekuatan terhadap *cutter* terlalu kecil meskipun lebih tajam tetapi mempunyai sudut penyayatan yang kecil.

III. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan, dari bulan Maret 2022 sampai bulan Agustus 2022. Tempat pengerjaan dikerjakan di *workshop* kampus Politeknik Bosowa Makassar.

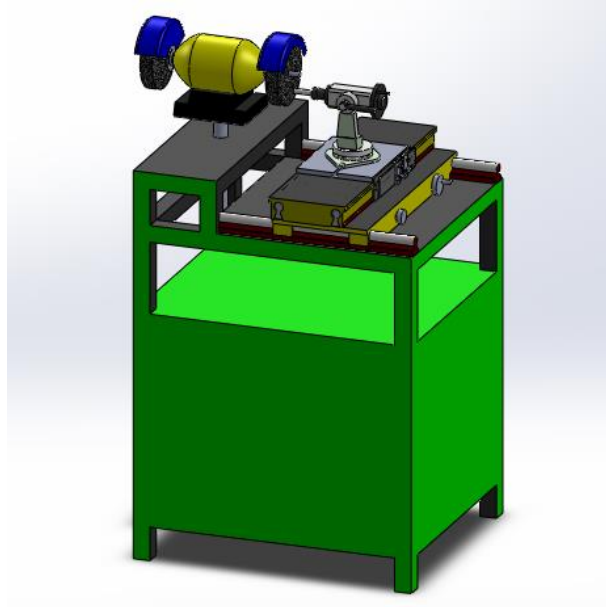


Gambar 7. Diagram alir penelitian

1. Studi literatur
Studi literatur meliputi kegiatan mengumpulkan informasi dari referensi-referensi terkait mengenai mesin *tool grinding endmill*. Studi literatur diperoleh dari berbagai referensi seperti tugas akhir, penelitian yang berkaitan, dan media internet.
2. Identifikasi masalah
Identifikasi masalah dilakukan berdasarkan hasil analisa pada alat sebelumnya, diperoleh beberapa perakitan yang kurang maksimal seperti rangka dan eretan.

3. Perancangan

Desain rancang bangun mesin *tool grinding endmill* disimulasikan secara visual 3D melalui *Software Computer Aided Desing (CAD)*, dimana ditentukan dimensi-dimensi dan bahan-bahan yang akan digunakan seperti motor, rangka, meja eretan, dan *tool grinding attachment*.



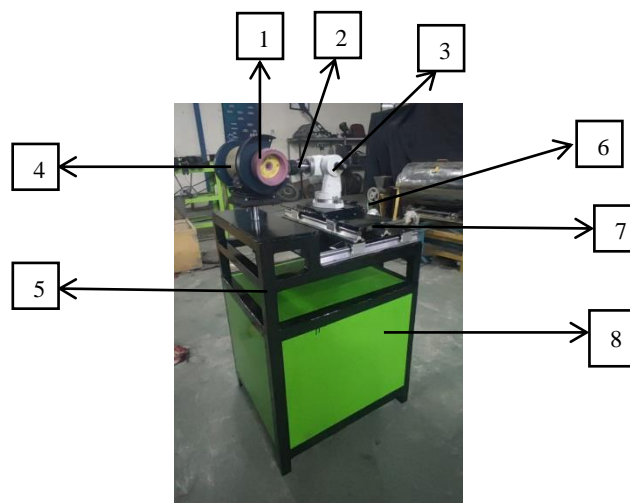
Gambar 8. Desain Mesin *Tool Grinding Endmill*

4. Persiapan alat dan bahan

Persiapan dan bahan proses ini dilakukan dengan pembelian alat dan bahan untuk pembenahan mesin *tool grinding endmill*.

5. Perakitan Alat

Proses pembuatan dan perakitan alat yaitu proses yang dilakukan untuk membuat rangkaian pada alat untuk melengkapi dari suatu komponen alat menjadi satu seperti rangka dan eretan.



Gambar 9. Mesin *tool grinding endmill*

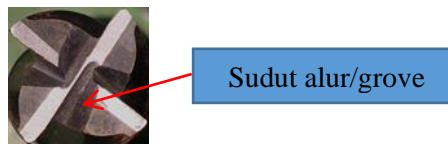
Keterangan:

1. Batu *grinding* berfungsi sebagai alat untuk mengasah mata pahat.
 2. *Arbor* dan *collet*, *arbor* sebagai pemegang *collet* sedangkan *collet* sebagai penjepit benda kerja yang *silindris*.
 3. *Tool grinding attachment* sebagai pemegang benda kerja yang akan diasah dengan bentuk segi banyak beraturan.
 4. Motor listrik atau motor *grinding* sebagai tumpuan atau poros batu gerinda yang berfungsi untuk mengasah mata pahat.
 5. Rangka merupakan tumpuan atau dudukan sebuah komponen, alat dan bahan.
 6. Pembatas eretan merupakan komponen yang berfungsi untuk membatasi gerakan eretan yang diinginkan.
 7. Meja eretan merupakan meja yang dapat digerakkan secara sumbu X dan Y untuk membantu selama dalam proses pengasahan.
 8. Laci merupakan tempat untuk penyimpanan alat dan *tool*.
- a. Prosedur penggunaan
 1. Sebelum melakukan pengoprasian, alat dipastikan dalam keadaan bersih.
 2. Pastikan mata pahat *endmill* disesuaikan dengan ukuran *collet*.
 3. Cekam *endmill* pada *collet* dan eratkan pada *arbor universal grinding attachment*.
 4. Atur atau tentukan posisi sudut terhadap *universal grinding attachment* pada setiap sudut pengasahan mata pahat *endmill*.
 5. Mengatur posisi motor *grinding* sesuai dengan arah sudut mata pahat *endmill*.
 6. Sambungkan alat ke sumber listrik.
 7. Tekan tombol “on” yang terdapat pada motor *grinding* untuk menjalankan mesin.
 8. Pastikan mesin dalam kondisi baik dengan memperhatikan getaran, putaran batu gerinda, dan posisi setiap sudut pengasahan.
 - b. Prosedur perawatan *mesin tool grinding endmill*
 1. Selalu melakukan pelumasan pada komponen yang bergerak untuk mengurangi terjadinya korosi.
 2. Selalu memperhatikan cara penggunaan alat yang benar untuk memperpanjang umur mesin itu sendiri seperti penggunaan kunci pas, kunci ring, kunci L, dll sesuai fungsinya.
 3. Memperhatikan kekasaran batu gerinda yang digunakan’
 4. Periksa dan kencangkan baut yang longgar.
 5. Bekerja sesuai SOP yang berlaku.
6. Pengujian alat dan pengambilan data
 Pengujian alat dan pengambilan data yaitu merupakan ketika dikatakan YA pada saat alat berfungsi sebagaimana pada mesin *tool grinding endmill* berfungsi secara maksimal, dikatakan TIDAK apabila mesin *tool grinding endmill* mengalami kerusakan atau gagal fungsi.
 7. Kesimpulan dan saran
 Kesimpulan mengacu pada tujuan penelitian dan disesuaikan dengan hasil analisis pengujian yang berupa pernyataan singkat, jelas, dan sistematis. Saran ditujukan untuk bagi operator (pengguna) mengikuti struktur atau proses kerja dari mesin *tool grinding endmill*.

Dalam mengasah *cutter endmill* yang mengalami keausan, proses pengasahan pada *geometri endmill* dengan ukuran yang ditentukan yaitu sudut alur/*grove* dengan ukuran *skala endmill grinding attachment* 10° - 15° , sudut bebas 15° dan sudut sayat 2° - 4° dengan kemiringan *endmill grinding attachment* masing-masing sudut dengan skala 2° - 4° .

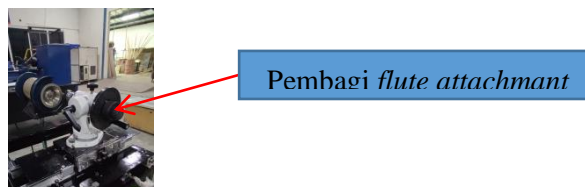
Proses pengasahan *endmill* pada *mesin tool grinding*;

1. Meratakan permukaan *cutter endmill* dengan menggunakan batu gerinda mangkok. Contoh langkah pengerjaan:
 - Pasang *endmill* pada *collet* sesuai dengan ukurannya dan pasang *collet* pada *arbor*.
 - Perhatikan jumlah mata *endmill* sebelum melakukan pengasahan
 - Mengatur kerataan atau keselurusan *endmil* dengan menggunakan siku.
 - Mengatur sudut-sudut hingga menunjukkan angka nol pada *skala attachment grinding* dan posisi *cutter* sejajar dengan poros motor *grinding*.
 - Melakukan gerak pemakanan dengan menggerakkan tuas penggerak sumbu X pada meja eretan secara perlahan sampai permukaan *cutter* rata.
2. Mengasah dan membuat alur atau *grove* dengan menggunakan mata gerinda piring. Contoh langkah pengerjaan:



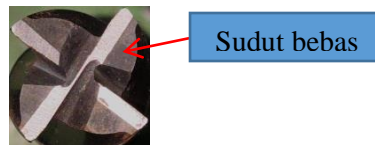
Gambar 10. Menentukan sudut alur atau *grove endmill*

- Putar motor *grinding* sebanyak 90°
- Mengatur landasan atas pada *endmil grinding attachment* dengan *skala* 10 - 15° .
- Mengatur posisi ujung *endmill* sehingga 1 senter terhadap poros motor *grinding*
- Mengatur posisi pembatas pada gerakan landasan eretan untuk mempresisikan gerakan pengasahan
- Melakukan gerakan pemakanan dengan memutar tuas meja eretan pada gerakan sumbu Z kedepan dan kebelakang sebanyak 1 garis dari *skala hand wheel* dengan *skala* 0.02 mm dan pada setiap pemakanan pada *flute* dengan kedalaman maksimal 0.2 mm atau sebanyak 10 garis dari *hand wheel* untuk mencapai pengasahan alur yang baik.
- Setelah mencapai kedalaman pemakanan yang ditentukan pada *skalah hand wheel*. Lakukan proses pengasahan setiap sudut *endmill* dengan memutar 90° *skala* pembagi pada *endmil grinding attachment* sesuai dengan *flute* pada *cutter endmill*.



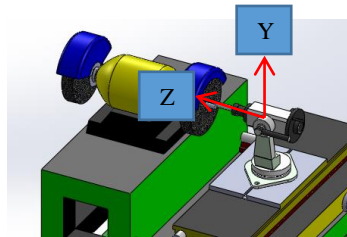
Gambar 11. Menentukan gerakan pembagi *flute attachmant*

3. Mengasah sudut bebas *endmill* dengan menggunakan mata gerinda mangkok. Contoh langkah pengerjaan:



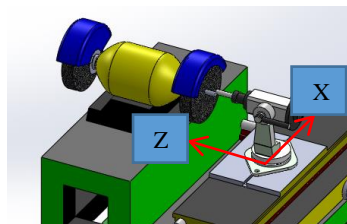
Gambar 12. Menentukan sudut bebas *endmill*

- Mengatur landasan atas pada *endmill grinding attachment* dengan skala 15°



Gambar 13. Mengatur skala landasan atas *attachment*

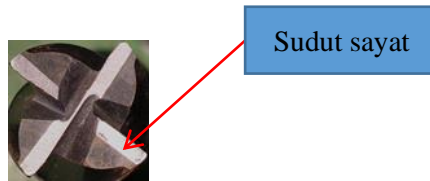
- Mengatur posisi ujung *cutter endmill* sehingga 1 senter dengan poros motor *grinding*.
- Mengatur kemiringan landasan bawah dari *endmill grinding attachment* dengan skala $2-4^\circ$ sesuai dengan arah putaran batu *grinding*.



Gambar 14. Mengatur skala landasan bawah *attachment*

- Mengatur posisi pembatas pada gerakan landasan eretan untuk mempresisikan gerakan pengasahan.
- Melakukan gerakan pemakanan dengan memutar tuas meja eretan pada gerakan sumbu X ke kiri dan ke kanan dan menentukan kedalaman pengasahan dengan menggerakkan tuas sumbu Z kedepan dengan pemakanan setiap 1 garis dari *skala hand wheel* dengan skala 0,02mm dan kedalaman pemakanan maksimal pada pengasahan yaitu 0,1 mm atau 5 garis dari *skala hand wheel* untuk mencapai hasil yang baik.
- Setelah mencapai kedalaman pemakanan yang ditentukan pada *skala hand wheel*. Lakukan proses pengasahan setiap sudut *endmill* dengan memutar 90° dari *skala pembagi* pada *endmill grinding attachment* sesuai dengan *flute* pada *cutter endmill*.

4. Mengasah sudut sayat *endmill* dengan menggunakan batu gerinda mangkok. Contoh langkah pengerjaan:



Gambar 15. Menentukan sudut sayat *endmill*

- Mengatur landasan atas pada *endmill grinding attachment* dengan skala 2-4°.
- Mengatur posisi ujung *cutter endmill* sehingga 1 senter dengan poros motor *grinding*.
- Mengatur kemiringan landasan bawah dari *endmill grinding attachment* dengan skala 2-4° sesuai dengan arah putaran batu *grinding*.
- Mengatur posisi pembatas pada gerakan landasan eretan untuk mempresisikan gerakan pengasahan.
- Melakukan gerakan pemakanan dengan memutar tuas meja eretan pada gerakan sumbu X kekiri dan kekanan dan menentukan kedalaman pengasahan dengan menggerakkan tuas sumbu Z kedepan dengan pemakanan setiap 1 garis dari *skala hand wheel* dengan skala 0,02 mm dan kedalaman pemakanan maksimal pada pengasahan yaitu 0,1 mm atau 5 garis dari *skala hand wheel* untuk mencapai hasil yang baik.
- Setelah mencapai kedalaman pemakanan yang ditentukan pada *skala hand wheel*. Lakukan proses pengasahan setiap sudut *endmill* dengan
- Setelah semua selesai pengasahan untuk mengecek apakah *cutter endmil* terasah dengan baik, gunakan permukaan yang rata dan letakkan alat potong tegak lurus dengan permukaan.

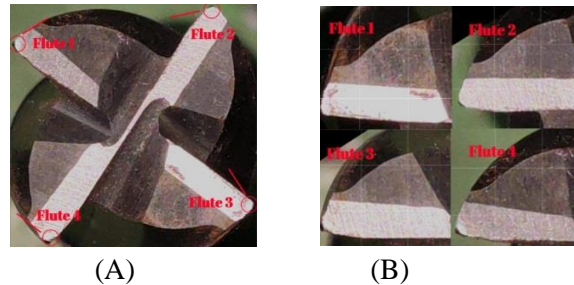


Gambar 16. Memposisikan *cutter* tahap akhir

IV. Hasil dan Pembahasan

Keausan cutter *endmill*

Mata pahat *endmill* yang digunakan mempunyai 4 mata potong atau alur (*flute*), keausan pada setiap flute mata potong *endmill* dapat dilihat setelah melakukan proses pemesinan, seperti diterangkan pada gambar sebagai berikut.

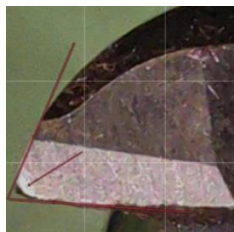


Gambar.17 Flute *endmill*

Keausan pada mata pahat *endmill* dapat diukur atau membandingkan dari ujung sudut pahat *endmill* sebelum melakukan pemesinan dan sesudah melakukan pemesinan, dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar.18 Sebelum melakukan pemesinan







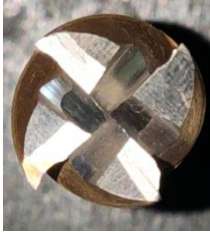
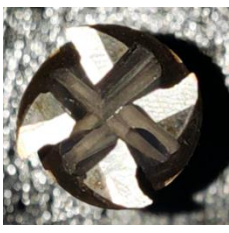
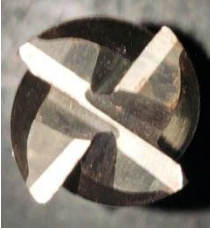
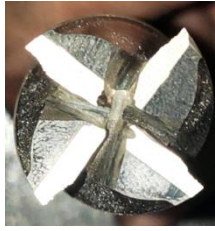
Gambar.19 Sesudah melakukan pemesinan

Pada gambar diatas dapat disimpulkan keausan mata pahat *endmill* terjadi ketika dalam proses pemesinan yang dilakukan secara terus-menerus sehingga sudut penyayat mengalami kerusakan yang mempengaruhi hasil dari benda kerja itu sendiri, sehingga perlu melakukan pengasahan pada *endmil* untuk memaksimalkan hasil dari penyayatan *endmill* terhadap benda kerja.

1. Hasil pengasahan *cutter endmill*

Hasil pengujian pertama ini melakukan proses pengasahan pada *cutter endmill* dan membandingkan *cutter endmil* dalam posisi aus dan sesudah pengasahan. Adapun hasil pengujian *cutter endmil* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil dokumentasi dari hasil pengasahan *endmill*

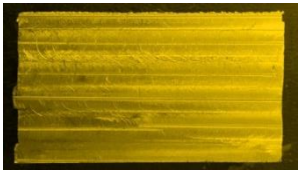

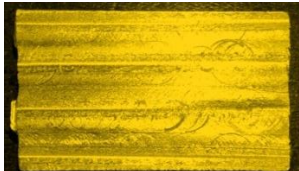
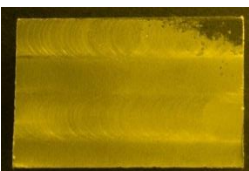
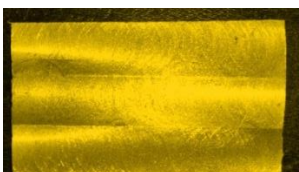
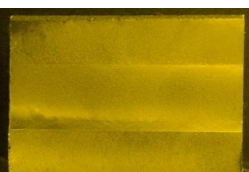
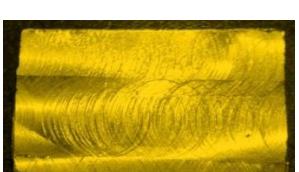

No	Diameter mata pahat <i>endmill</i>	Gambar hasil pengasahan mata pahat <i>endmill</i>	
		Gambar sebelum pengasahan	Gambar hasil pengasahan
1	Ø10		
2	Ø12		
3	Ø16		
4	Ø20		

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pada *cutter* yaitu terletak pada ujung *cutter*, sudut alur, sudut bebas dan sudut sayat. Hasil yang telah didapatkan dari pengembangan mesin *tool grinding endmil* tersebut dapat dikatakan cukup baik sebagaimana yang diinginkan walaupun memiliki tingkat kesulitan dari masing-masing diameter *cutter* diatas.

2. Hasil pengujian penyayatan *endmill* dalam kondisi aus

Hasil pengujian kedua ini melakukan perbandingan pada proses pemakanan terhadap besi baja dengan menggunakan *catter endmill* HSS dalam posisi aus dan sesudah diasah dengan kecepatan putaran *spindle* 600 rpm dan *feeding rate* (FR) 22 mm/menit pada mesin *frais*, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil pengujian penyayatan *endmill* dalam kondisi aus dan sesudah diasah

No	Diameter <i>endmil</i>	Putaran <i>spindle</i> Mesin <i>frais</i>	Hasil penyayatan <i>endmill</i> sebelum diasah	Hasil penyayatan <i>endmill</i> sesudah diasah
1	Ø10	600 rpm		
2	Ø12			
3	Ø16			
4	Ø20			

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa hasil perbandingan pada proses pemakanan terhadap besi baja dengan menggunakan *catter endmill* HSS dalam posisi haus dan sesudah diasah dengan kecepatan putaran *spindle* 600 rpm dan *feeding rate* (FR) 22 mm/menit pada mesin *frais*, dimana penyayatan *endmill* sebelum diasah dapat dilihat dari hasil pengasahan itu terdapat kekasaran pada permukaan. Dan hasil penyayatan *endmill* sesudah diasah permukaan benda kerja lebih halus dan tingkat kekasarannya berkurang.

V. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu pada pengembangan mesin *tool grinding endmil* dengan memandangkan keausan dan sesudah pengasahan pada *cutter endmil* dan dapat ditentukan perbandingan antara hasil penyayatan terhadap benda kerja berdasarkan keausan sebelum dan sesudah pengasahan pada *cutter endmill* dan analisis yang telah dilakukan. Maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Semua keausan *cutter endmill* terjadi pada sisi tepinya. Penyebab keausan ini terjadi karena adanya gesekan diantara permukaan benda kerja terhadap *cutter endmill* sehingga pada bagian sisi tepi *cutter endmill* merupakan bagian utama ketika melakukan pemesinan atau bersentuhan langsung terhadap benda kerja pada saat melakukan pemakanan.
- b. Pada hasil pengasahan dengan variasi diameter *endmil* yang ditentukan yaitu *cutter endmil* HSS diameter Ø10 mm, Ø12 mm, Ø16 mm, dan Ø20 mm sesuai *collet* yang digunakan. Hasil proses pengasahan pada *endmill* dengan menentukan sudut alur/*grove* 10°-15° sudut bebas 15°, dan sudut sayat 2-4° menghasilkan sudut pada setiap *flute cutter endmil* sesuai yang ditentukan.
- c. Pemakanan atau penyayatan pada besi baja dengan berbagai jenis diameter *cutter edmill* HSS yang disediakan yaitu diameter Ø10mm, Ø12mm Ø16mm, dan Ø20mm dalam kondisi haus dengan kecepatan putaran *spindle* 600 rpm dan *feeding rate* (FR) 22 mm/menit pada mesin *frais*, yang telah di uji menghasilkan permukaan baja yang lebih kasar.
- d. Pemakanan atau penyayatan pada besi baja dengan berbagai jenis diameter *cutter edmill* HSS yang disediakan yaitu diameter Ø10mm, Ø12mm, Ø16mm, dan Ø20mm dalam kondisi sesudah diasah dengan kecepatan putaran *spindle* 600 rpm dan *feeding rate* (FR) 22 mm/menit pada mesin *frais*, menghasilkan permukaan baja yang lebih halus dan tingkat kekasarannya berkurang.
- e. Hasil Pengasahan *cutter endmil* yang baik menghasilkan proses penyayatan yang bagus, jika *cutter endmill* mengalami keausan sehingga mempengaruhi hasil penyayatan terhadap permukaan benda kerja yang lebih kasar, jika *cutter endmil* dalam kondisi tajam yang menghasilkan penyayatan terhadap benda kerja yang lebih halus.

2. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut:

- a. Dalam pengoprasian operator atau pengguna sebaiknya mengikuti atau membaca prosedur.
- b. Memperhatikan *flute* pada *cutter endmill* sebelum melakukan pengasahan pada mesin *tool grinding endmill*.
- c. Sesebaiknya dalam melakukan pengasahan harus memperhatikan mata pahat dan putaran batu gerinda. Karena hal tersebut dapat mempengaruhi hasil yang diperoleh.

Ucapan Terima Kasih

Terimah kasih kepada Allah SWT, karena tanpa kehendak dan keinginan penelitian ini dapat terlaksana sebagaimana diinginkan, serta terimah kasih kepada kedua rang tua yang telah mendukung dan mendakan kami untuk menyelesaikan tugas akhir ini, terimah kasih juga kepada pembimbing, dosen-dosen yang telah memberikan saran serta memberikan pengetahuan untuk mengerjakan tugas akhir, dan terimah kasih juga kepada pihak kampus Politeknik Bosowa Makassar yang mengijinkan kami melaksakan dan menyelesaikan pengerjaan tugas akhir ini.

Daftar pustaka

- [1]. Muhammad Rahmat, dkk (2019). “Analisa pengaruh variasi *parameter* pemotongan dan pendingin terhadap tingkat keausan pahat *endmill* HSS hasil pemesinan *CNC router milling* pada aluminium *sheet* 1100” Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [2]. Zainal Abidin (2010). “Mekanisme keausan pahat pada proses pemesinan”. Politeknik Negeri Semarang
- [3]. Muhammad Akmal, dkk (2020). “Rancang bangun *tool grinding*”. Politeknik Bosowa.
- [4]. Zainuddin, dkk (2013) “Pengaruh sudut penyayat dan jumlah mata sayat *endmill cutter* terhadap tingkat kekasaran permukaan baja ST 40 hasil pemesinan *CNC Milling Tosur* kontrol GSK 983 Ma-H”. Teknik Mesin UNS Pabelan Surakarta.
- [5]. Didik Djoko susilo (2012). “Pengaruh sudut pahat *endmill* terhadap kekasaran permukaan pada pekerjaan *frais* permukaan baja ST 63”. Teknik Mesin UNS Pabelan Surakarta.