

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam dunia industri pemesinan, kualitas suatu produk sangat diutamakan oleh perusahaan karena untuk menjaga ke stabilisan perusahaan dan persaingan di dunia industri. Didorong juga dengan bertambahnya kebutuhan pasar saat ini yang mengedepankan sebuah ketelitian dan kualitas produk yang baik. Proses pemesinan adalah proses pemotongan atau pembuangan sebagian bahan atau material dengan maksud untuk membentuk produk yang diinginkan. Proses pemesinan yang biasa dilakukan di industri manufaktur adalah proses *frais (milling)*, gergaji (*sawing*), pembubutan (*turning*), gerinda rata (*surface grinding*), gerinda silindris (*cylindrical grinding*), pengeboran (*drilling*), dan penyekrapan (*shaping*). (Rochim,2013)

Ilmu pengetahuan dan teknologi setiap saat akan berkembang seiring dengan kemajuan zaman. Hampir semua pekerjaan manusia dapat dikerjakan dengan cepat dan mudah. Hal ini dikarenakan adanya mesin-mesin yang sengaja diciptakan untuk mempermudah pekerjaan manusia. Ketika tuntutan jumlah pemotongan pada material konstruksi yang sangat banyak dan harus diselesaikan dalam waktu yang cepat, maka muncul ide bagaimana agar proses pemotongan dapat dilakukan dalam waktu yang singkat selain mempermudah pekerjaan manusia, penggunaan mesin sangat membantu dalam meningkatkan produktifitas dengan waktu yang relatif lebih cepat. (Budianto,2014)

Di dunia industri manufaktur penggunaan baja perkakas (*tool steel*) banyak digunakan sebagai material komponen dari *dies* dan *mold*, dengan syarat sifat mekanik tertentu. Seperti material benda kerja Aluminium ini adalah salah satu jenis logam yang digunakan dalam pembuatan komponen – komponen pada *die* dan *mold*. Dalam proses *die* dan *mold* sering kali memerlukan proses pengerjaan ulang (*rework*) maupun perbaikan (*repair*). (Rochim,2013)

Salah satu dari penelitian yang dilakukan oleh (Budiman dan Richad, 2015) ini mengenai keausan mata gergaji, selama proses pemesinan berlangsung terjadi interaksi antara mata gergaji dengan benda kerja dimana benda kerja terpotong sedangkan mata gergaji mengalami gesekan. Gesekan yang dialami mata gergaji dikarenakan permukaan geram yang mengalir dan permukaan benda kerja yang telah terpotong, akibat gesekan ini mata gergaji mengalami keausan. Keausan mata gergaji ini akan semakin besar sampai batas tertentu, sehingga mata gergaji tidak dapat digunakan lagi.

Mesin gergaji terbagi pada beberapa jenis, dan yang akan saya bahas dalam tulisan ini adalah mesin gergaji *jigsaw*. Berdasarkan uraian tersebut maka penulis melakukan penelitian tugas akhir dengan judul “*Analisa Keausan Mata Gergaji HSS (High Speed Steel) Mesin Jigsaw Terhadap Pemotongan Plat Aluminium 1100*”

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat diidentifikasi beberapa masalah, di antaranya :

1. Besar keausan pada mata gergaji ?
2. perbandingan keausan mata gergaji dengan variasi ketebalan potong ?
3. Perbandingan waktu pemotongan dengan variasi ketebalan potong ?

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini sistematis maka ruang lingkup permasalahan perlu dibatasi guna menghindari penambahan masalah yang melebar dan tidak terarah pada permasalahan utama maka perlu adanya batasan-batasan sebagai berikut :

1. Mesin gergaji yang digunakan adalah mesin gergaji *jigsaw* merk MAKITA 4300BV.
2. Mata gergaji yang digunakan berbahan HSS (*High Speed Steel*) .
3. Plat aluminium yang digunakan adalah plat aluminium 1100.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. Untuk mengetahui seberapa besar keausan mata gergaji.

2. Untuk mengetahui perbandingan tingkat keausan mata gergaji pada tiap variasi ketebalan potong.
3. Untuk mengetahui waktu pemotongan pada variasi ketebalan potong.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Dapat memberikan informasi kepada dunia industri manufaktur tentang tingkat keausan mata gergaji HSS (*High Speed Steel*) pada mesin *jigsaw* dengan pemotongan terhadap material Aluminium 1100.
2. Menambah wawasan dan pengetahuan dalam pemahaman pada proses pemotongan yang menggunakan mesin *jigsaw*.
3. Diharapkan dapat dijadikan acuan bagi penelitian selanjutnya, khususnya proses pemotongan menggunakan mesin gergaji *jigsaw* dengan perbedaan spesifikasi meterial.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mesin Gergaji

Mesin gergaji adalah alat yang sangat berguna bagi kegiatan manusia, terutama pada manufaktur. Mesin gergaji terbagi berbagai macam dan bentuk yang memiliki fungsi dan kelebihan yang berbeda-beda dan adapun beberapa jenis mesin gergaji yang sering digunakan pada proses manufaktur pemesinan ialah :

a. Mesin Gergaji Bolak-Balik (*Hacksaw Machine*)

Mesin gergaji ini umumnya memiliki pisau gergaji dengan panjang antara 300 mm sampai 900 mm dengan ketebalan 1,25 mm sampai 3 mm dengan jumlah gigi rata-rata antara 1 sampai 6 gigi per inchi dengan material HSS. Karena gerakannya yang bolak-balik, maka waktu digunakan untuk memotong adalah 50%.

(Alex Dwi Aryanto, 2014)



Gambar 2.1. Mesin Gergaji *Hacksaw*

b. Mesin Gergaji Piringan (*Circular Saw*)

Diameter piringan gergaji dapat mencapai 200 mm sampai 400 mm dengan ketebalan 0,5 mm ketelitian gerigi pada keliling piringan memiliki ketinggian antara 0,25 mm sampai 0,50 mm, pada proses penggergajian ini selalu digunakan cairan pendingin. Toleransi yang dapat dicapai antara kurang lebih 0,5 mm sampai kurang lebih 1,5 mm. Prinsip kerja gergaji *circular* menggunakan berupa piringan yang berputar ketika memotong. (Alex Dwi Aryanto, 2014)



Gambar 2.2. Mesin Gergaji Piringan

c. Mesin Gergaji Ukir (*Jigsaw*)

Jigsaw sering kali disebut gergaji ukir, karena memang *jigsaw* adalah sebuah alat yang dapat digunakan untuk memotong atau menggergaji (kebanyakan kayu) dengan bentuk apa saja mulai dari bentuk kurva yang melengkung-lengkung hingga yang lurus-lurus. Jadi kelebihan *jigsaw* adalah memotong lurus-lurus saja, prinsip kerjanya gergaji *jigsaw* bergerak naik turun saat memotong. (Mohd.Syaryadhi metal.,2015)



Gambar 2.3. Mesin Gergaji Ukir

d. Mesin Gergaji Pita (*Band Saw*)

Mesin gergaji yang telah dijelaskan sebelumnya adalah gergaji untuk pemotong lurus. Dalam hal mesin gergaji pita memiliki keunikan yaitu mampu memotong dalam bentuk-bentuk tidak lurus atau lengkung yang tidak beraturan. Kecepatan pita gergajinya bervariasi antara 18 m/menit sampai 450 m/menit agar dapat memenuhi kecepatan potong dari jenis material benda. (Mohd. Syaryadhi metal, 2015)



Gambar 2.4. Mesin Gergaji *Bandsaw*

2.2. Aluminium

Aluminium merupakan logam unsur kimia dengan lambang Al di table periodik serta bernomor atom 13. Aluminium bukanlah jenis logam berat melainkan logam berlimpah urutan ketiga dengan elemen berjumlah sekitar 8% dari permukaan bumi. Menurut pengamatan di seluruh dunia aluminium merata digunakan dalam berbagai macam produk.

Konduktor listrik yang baik juga konduktor panas yang baik merupakan perwujudan dari Aluminium, karena tahan korosi, termasuk bahan ringan, juga kuat. Hal ini menjadikannya banyak digunakan sebagai bahan kabel bertegangan tinggi, badan pesawat terbang, dan juga berbagai alat rumah tangga. Seperti panci, botol minum dan masih banyak lainnya. (ADMIN_DETECH,.2022)

Logam aluminium (atau aluminum) sangat langka dalam bentuk alaminya, dan proses untuk memurnikannya dari batuan sangat kompleks, sehingga keterlibatannya dalam sejarah manusia sebagian besar tidak diketahui. Namun, senyawa tawas (alum) telah dikenal sejak abad ke-5 SM dan digunakan secara luas untuk pewarnaan. Selama Abad Pertengahan, tawas digunakan sebagai zat pewarna yang menjadikannya komoditas perdagangan internasional. Ilmuwan Abad Renaisans percaya bahwa tawas merupakan garam dari suatu batuan baru; selama Zaman Pencerahan, diketahui bahwa batuan tersebut, alumina, merupakan oksida dari logam baru. Penemuan logam ini diumumkan pada tahun 1825 oleh fisikawan Denmark Hans Christian Ørsted, yang karyanya diperkaya lebih lanjut oleh ahli kimia Jerman Friedrich Wöhler.

Aluminium sulit untuk dimurnikan dan karenanya jarang digunakan. Segera setelah penemuannya, harga aluminium melebihi harga emas. Hal tersebut menurun hanya setelah dimulainya produksi industri pertama oleh ahli kimia Prancis Henri Étienne Sainte-Claire Deville pada tahun 1856. Aluminium menjadi lebih tersedia untuk umum dengan adanya proses Hall-Hérault yang dikembangkan secara independen oleh insinyur Prancis Paul Hérault dan insinyur Amerika Charles Martin Hall pada tahun 1886, serta proses Bayer yang dikembangkan oleh ahli kimia Austria Carl Josef Bayer pada tahun 1889. Proses ini telah digunakan untuk produksi aluminium hingga saat ini. (<https://id.m.wikipedia.org>)

a. Unsur Aluminium

Aluminium merupakan unsur dengan kelimpahan yang berada di urutan ketiga dalam kerak bumi. Aluminium ini terletak pada mineral aluminosilikat yang berasal dari batuan kulit bumi. Batuan ini membentuk lempung akibat perubahan alam dan lempung itu mengandung aluminium.

Lempung ini menghasilkan deposit bauksit yang merupakan bijih aluminium dengan kandungan $\text{AlO}(\text{OH})$ serta $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang berada dalam beraneka macam komposisi. Di dalam Aluminium juga terdapat unsur seperti kalsium, kalium, magnesium, natrium, besi, silikon dan pasti terdapat oksigen. (ADMIN_DETECH,.2022)

b. Sumber Aluminium

Aluminium merupakan logam yang paling banyak ditemukan di kerak bumi (8.1%), tetapi tidak pernah ditemukan secara bebas di alam. Selain pada mineral

yang telah disebut di atas, ia juga ditemukan di granit dan mineral-mineral lainnya.

Aluminium ada di alam dalam bentuk silikat maupun oksida, yaitu antara lain:

1. Sebagai silikat misal feldspar, tanah liat, mika.
2. Sebagai oksida anhidrat misal kurondum (untuk amril).
3. Sebagai hidrat misal bauksit.
4. Sebagai florida misal kriolit.

c. Sifat-sifat Aluminium

Sifat-sifat penting yang dimiliki aluminium sehingga banyak digunakan sebagai material teknik adalah sebagai berikut:

1. Berat jenisnya ringan (hanya 2,7 gr/cm³, sedangkan besi ± 8,1 gr/ cm³).
2. Tahan korosi Sifat bahan korosi dari aluminium diperoleh karena terbentuknya lapisan aluminium oksida (Al₂O₃) pada permukaan aluminium (fenomena pasivasi). Pasivasi adalah pembentukan lapisan pelindung akibat reaksi logam terhadap komponen udara sehingga lapisan tersebut melindungi lapisan dalam logam dari korosi. Lapisan ini membuat aluminium tahan korosi tetapi sekaligus sulit untuk di las, karena perbedaan *melting point* (titik lebur).
3. Penghantar listrik dan panas yang baik Aluminium juga merupakan konduktor panas dan elektrik yang baik. Jika dibandingkan dengan massanya, aluminium memiliki keunggulan dibandingkan dengan tembaga, yang saat ini merupakan logam konduktor panas dan listrik yang cukup baik, namun cukup berat. (Putra Rajawali Chemical,2013)

d. Macam-macam Aluminium

Dalam perdagangan terdapat tiga macam aluminium, yaitu aluminium murni, aluminium tempa, dan aluminium tuangan .

1. Aluminium Murni

Jenis ini adalah aluminium dengan kemurnian antara 99,0% dan 99,9%. Aluminium dalam seri ini sifatnya baik dalam tahan karat, konduksi panas dan konduksi listrik. Hal yang kurang menguntungkan adalah kekuatannya rendah, titik lebur aluminium sekitar 650°C (91.215°F), dalam seri 1xxx terdapat paduan murni aluminium sebesar 99,0%.

2. Aluminium Tempa

Paduan aluminium tempa komposisinya ditandai dengan sistem 4. Nomor yang telah diterapkan oleh Persatuan Aluminium (*Aluminium Association*). Pada paduan aluminium tempa seri 2.xxx, 4xxx, 6xxx, dan 7xxx diperlakukan secara panas karena adanya tembaga, silikon, dan sering sebagai campurannya. Seri 1xxx, 3xxx, 5xxx tidak dapat diperlakukan secara panas (*non heat-treatable*) tetapi dapat menjadi keras jika dikerjakan, secara dingin. Dalam seri 1xxx dua angka terakhir menunjukkan jumlah aluminium spesifikasi dalam perseratus persen per hari, contoh : 1.075 – paduan aluminium dengan 99,75% minimum aluminium. Angka kedua menunjukkan jumlah kotoran-kotoran khas untuk pengendalian pembekuan. Pada seri-seri yang lain, dua angka terakhir menunjukkan jumlah campuran spesifikasi dan angka kedua menunjukkan variasi campuran.

3. Aluminium Tuangan

Aluminium tuang (*Cast aluminium alloys*) tidak disusun dalam sistem nomor. Pada setiap campuran, susunan kimianya mempunyai nomor khusus. Biasanya dua atau tiga nomor, tetapi dua campuran yang komposisinya sama bebas mempunyai penomoran tersendiri. Huruf yang tertulis sebelum nomor campuran tuangan tersebut semata – mata menunjukkan variasi campurannya. Huruf atau angka tambahan yang mengikuti nomor petunjuk campuran menandakan kondisi campuran tersebut. Sedangkan huruf atau angka akhir menunjukkan kekuatan campuran tersebut. (Jurnal.Fajar Inayah Tullah.2017)

2.3. Baja HSS (*High Speed Steel*)

HSS (*High Speed Steel*) adalah baja berkecepatan tinggi yang terdiri dari kombinasi lebih dari 7% molybdenum, vanadium dan tungsten, serta lebih dari 0,06% karbon, dan pada beberapa kasus, ada juga tambahan kobalt yang dicampur ke dalamnya. Semua unsur itu merupakan unsur paduan yang bisa menahan kekerasan, ketahanan aus bahkan pada suhu bertekanan tinggi sekalipun.

HSS (*High Speed Steel*) juga sering disebut dengan Baja Pengerasan Udara (*Air Hardening Steel*) yang bisa mengeras saat pendinginan di udara selama proses *quenching*. Ketahanan HSS pada proses pelunakan di suhu setinggi 600°C juga bisa dikatakan sangat luar biasa, hal inilah yang membuat HSS sangat berguna pada mesin berkecepatan tinggi. (teknikjaya.co.id,2021)

a. Sejarah HSS (High Speed Steel)

Robert Forester Mushet adalah seorang ahli metalurgi asal Inggris Yang pada tahun 1868 dengan kecerdasannya telah berhasil mengembangkan baja Mushet yang dianggap sebagai cikal bakal baja berkecepatan tinggi di masa depan. Unsur kandungan yang ada pada baja hasil penelitian Mushet terdiri dari 2% karbon(C), 7% tungsten (W), dan 2,5% mangan (Mn).

Berbeda dengan sebagian besar baja lain yang harus didinginkan dahulu baru akan mengeras, keuntungan utama yang kamu dapat dari hasil kreasi Mushet ini baja akan mengeras saat udara mulai didinginkan. Perubahan paling signifikan selama 30 tahun setelah diciptakannya baja Mushet adalah unsur mangan (Mn) yang diganti dengan kromium (Cr).

Pada tahun 1899 dan 1900 akhirnya mereka berhasil memperoleh proses perlakuan panas di mana panas itu akan mengubah paduan yang ada menjadi jenis baru yang kekerasan pada strukturnya bisa dipertahankan pada suhu yang lebih tinggi. bahkan memungkinkan laju pemotongan dan kecepatan lebih tinggi juga pada saat proses pemesinan. (teknikjaya.co.id,2021)

b. Jenis-jenis HSS Yang Sering Digunakan

Baja berkecepatan tinggi atau *Molybdenum high speed steel* adalah dapat dikelompokkan menjadi tipe ; M1-M10 (kecuali M6) tidak ada kobalt tapi mengandung beberapa unsur *tungsten*. Tipe M30 dan M40 adalah basis *Molybdenum-tungsten*, kobalt dan jenis-jenis premium. Sedangkan tipe M40 ke atas adalah jenis baja berkecepatan tinggi super.

HSS (*high speed steel*) adalah dibagi ke dalam 2 jenis, yaitu baja berkecepatan tinggi *Molybdenum* dan baja berkecepatan tinggi *tungsten*. HSS *Molybdenum* dikenal sebagai grup M. Dari semua baja berkecepatan tinggi yang diproduksi di Amerika Serikat, baja jenis ini 95% lebih banyak diminati. Walaupun kedua jenis HSS ini memiliki sistem kerja yang sama, tetapi pada HSS grup M memiliki biaya awal yang lebih rendah.

alat yang dibuat biasa dilapisi dengan *titanium nitride*, *titanium carbide*, dan lapisan lain yang merupakan proses dari pengendapan uap fisik berfungsi agar perkakas lebih awet dan meningkatkan kinerjanya saat digunakan. (teknikjaya.co.id,2021)

c. Proses *Quenching*

Proses *quenching* ini dilakukan dengan pendinginan yang relatif cepat dari temperatur austenisasi (perubahan struktur baja pada jarak temperatur 815°C sampai 870°C. Media *quenching* (*quenchant medium*) yang digunakan adalah penentu dari berhasil atau tidaknya proses *quenching*. Cara untuk menentukan media *quenching* dapat ditemukan pada daya tahan kekerasan logam (*Hardenability*), bentuk, juga ketebalan dari benda kerja yang diuji pada proses *quenching*.

Kita juga harus memperhatikan struktur mikronya, biasanya media *quenching* yang digunakan ada 2 jenis yaitu media cair dan gas. Larutan polimer (*aquos polymer solution*), oli dan air adalah media cair yang dapat digunakan.

Sedangkan nitrogen, helium dan argon sebagai alternatif lain yang dapat digunakan pada media *quenching* gas.

Adapun tujuan dari proses *quenching* secara umum dapat kita lihat pada baja; baja karbon, tool steel, alloy steel-untuk mengeraskan (*hardening*), proses ini berperan sebagai penghasil struktur mikro martensit pada baja tersebut. Penerapan pada *high alloy steel*, dan *high speed steel* untuk meningkatkan distribusi ferit atau mengurangi adanya batas butir karbida. (teknikjaya.co.id,2021)

d. Kegunaan Baja HSS

Di pasar material, logam HSS ini banyak sekali kegunaannya untuk industri. HSS memang memiliki reputasi kualitas yang baik berkat kinerja tinggi dibandingkan baja konvensional selama abad terakhir. Nilai kode baja HSS yang terkenal digunakan seperti E M2, E M35 dan E M42. Kelas HSS ini juga digunakan dalam manufaktur komponen berbagai industri: otomotif , teknik mesin, kedirgantaraan, baja perkakas, cetakan DIY dan cetakan molding. Semua proses pembuatan HSS konvensional dari bahan baku hingga produk penggunaan akhir biasanya diolah oleh industri metalworking spesialis yang disuplai dari Jerman hingga Indonesia.

akhir-akhir ini, baja HSS bekas gergaji dan pisau industri juga cukup populer digunakan sebagai bahan utama pembuatan pisau dapur, mata kikir dan pisau pahat untuk kayu. Baja HSS yang asli buatan Jerman maupun Jepang yang tulen bahkan bisa mencapai nilai kekerasan material hingga RC 66-67!. HSS dalam wujud aslinya tidak berpenampilan chrome mengkilat namun cenderung berwarna

abu kusam walaupun sudah jelas sudah diasah dan dipoles. Memang banyak HSS sangat diminati karena kemampuan asahnya untuk mempertahankan ketajaman pisau dan ketahanan aus pada suhu pengoperasian yang tinggi.(Indonesia Surya Sejahtera.2023)

e. Kelemahan Baja HSS (*High Speed Steel*)

HSS (*High Speed Steel*) sangat cocok untuk dipakai sebagai pisau berkat kandungan material karbida pada baja tersebut. Stabilitas struktural hingga 560°C memberikan HSS ketahanan yang besar terhadap pelunakan. HSS menunjukkan ketahanan yang tinggi terhadap *deformasi* sebagai hasil dari kekerasan yang tinggi. Karena HSS memiliki kekuatan yang tinggi, maka menolak untuk pecah. Untuk semua alasan ini, baja kecepatan tinggi (HSS) cocok untuk perkakas dan komponen khusus, namun sangat rigid/kaku dan tidak cocok untuk material yang lebih keras lagi seperti inconel dan material bersifat sangat abrasif seperti keramik, kalsit, berlian, batu alam dan lainnya.

Proses perlakuan panas sama pentingnya dengan keberhasilan alat pemotong seperti pemilihan bahan itu sendiri. Sering kali baja berkualitas tinggi yang dibuat menjadi alat paling presisi tetapi tidak berfungsi karena perlakuan panas yang tidak tepat. Tujuan dari operasi perlakuan panas atau pengerasan adalah untuk mengubah baja perkakas berkecepatan tinggi yang anil sepenuhnya yang sebagian besar terdiri dari ferit (besi) dan paduan karbida menjadi struktur martensitik yang dikeraskan, dan dikeraskan memiliki karbida yang menyediakan sifat-sifat pahat. Perlakuan panas baja berkecepatan tinggi dilakukan dalam

rendaman garam atau dalam tungku vakum. Baja HSS berkualitas tinggi juga berasal dari kualitasnya yang tahan dari bengkok dan tekukan pemuaiian karena perlakuan panas. (Indonesia Surya Sejahtera.2023)

2.4. Kesimpulan beberapa jurnal tentang pemotongan plat aluminium

Pada beberapa penelitian sebelumnya yang berhubungan tentang pemotongan plat aluminium dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut.

a. Dari penelitian yang telah dilakukan (Sobron Y Lubis,2019) mengenai pengaruh kecepatan potong terhadap kekasaran permukaan dengan bahan aluminium alloy 6061 maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Peningkatan penggunaan kecepatan pemotongan berpengaruh terhadap penurunan nilai kekasaran permukaan benda kerja.
2. Nilai kekasaran permukaan terendah sebesar 1.046 - pada kecepatan potong 500 m/min.
3. Kenaikan penggunaan kecepatan potong dengan kelipatan 100 m/min, terjadi penurunan nilai kekasaran permukaan sebesar 13.73 %.

b. Dari penelitian yang telah dilakukan (Seno Darmanto,2018) tentang peningkatan keterampilan pemotongan plat aluminium adalah, Mekanisme pemotongan plat pada prinsipnya merupakan kerja alat yang bekerja dengan mengaplikasikan gaya geser. Pemotongan plat secara manual konvensional dilakukan dengan teknik pengosresan dan gunting plat. Aplikasi pemotong plat dengan bersumber energi listrik dilakukan dengan mengaplikasikan gaya geser pada salah satu

pahat potong yang bergerak arah bolak-balik (maju-mundur) di mana salah satu pahat potong diam.