

Pembuatan Mata Pisau Mesin Pencacah Sampah Plastik dengan Material AISI D2 yang Dikeraskan

Setiani Ibrahim¹ Megarini Hersaputri¹ Vici Inouki Panjaitan¹

¹ Program Studi Teknologi Pengelasan dan Fabrikasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung

Email : setiani.ibrahim@itsb.ac.id

Abstrak

Salah satu komponen utama mesin pencacah sampah plastik adalah mata pisau. Pada manufaktur lokal, proses desain, pemilihan material dan perlakuan panas pada pembuatan mata pisau sering diabaikan, padahal kriteria tersebut sangat berpengaruh terhadap hasil dan kapasitas cacahan serta umur pakai dari mata pisau. Oleh karena itu, dilakukanlah penelitian ini untuk memperoleh tahapan proses pembuatan mata pisau yang menghasilkan pisau dengan kriteria keras, tangguh, tahan terhadap aus dan korosi. Untuk menghasilkan mata pisau yang tajam dan keras, mata pisau harus dirancang dengan sudut yang sesuai sehingga memiliki gaya pemakanan yang kecil serta pemilihan material yang memiliki *hardenability* baik seperti material baja perkakas jenis AISI D2. Dimensi pisau dirancang dengan ukuran 13x 95x240 mm untuk pisau statis dan 13x45x240 mm untuk pisau dinamis serta sudut mata pisau sebesar 35°. Pada penelitian ini, tahapan pembuatan mata pisau diawali dengan proses pemotongan material, proses milling untuk memperoleh dimensi yang diinginkan, pembuatan sudut mata pisau, pembuatan slot dan lubang, proses perlakuan panas, dan yang terakhir adalah proses *finishing*. Dari proses perlakuan panas, diperoleh kekerasan mata pisau sebesar 710 HV. Proses ini dapat meningkatkan kekerasan material lebih dari dua kali lipat dibandingkan dengan material tanpa proses perlakuan panas (296 HV). Proses *finishing* yang dilakukan adalah proses *grinding* yang bertujuan untuk memperoleh ketajaman sudut pisau serta tampilan dekoratif yang baik. Dari beberapa tahapan proses yang telah dilakukan, diperoleh produk mata pisau yang memiliki kriteria yang siap digunakan sebagai mata pisau pencacah sampah plastik.

Kata kunci: *Pisau Pencacah, AISI D2, Machining, Perlakuan Panas*

1 Pendahuluan

Pemanfaatan sampah plastik untuk didaur ulang sangat penting sebagai upaya penanggulangan sampah plastik yang semakin hari semakin meningkat jumlahnya. Teknologi penanggulangan sampah yang telah dikembangkan salah satunya adalah EDP (*environmentally Degredable Polymeric Materials*) yaitu dengan menambahkan bahan tertentu ke dalam bahan baku pembuatan plastik yang bertujuan untuk mendegradasi dan memiliki sifat mampu urai (Winursito, 2014).

Penanggulangan pada sampah yang tidak mampu urai dilakukan dengan proses *recycle* (daur ulang). Proses daur ulang sampah yang tidak dapat diurai dilakukan dengan metode *melting* dan peletisasi yang diawali dengan tahap pemilahan, pencacahan, pelelehan, penyaringan dan peletisasi (ITSN).

Tahap awal proses pemilahan dan pencacahan dapat dilakukan dalam skala kecil, oleh karena itu pembuatan mesin pencacah sampah plastik diharapkan dapat membantu proses pencacahan sampah serta meningkatkan nilai ekonomi dari sampah yang sudah dicacah pada industri pengolahan sampah dalam skala kecil

Komponen terpenting pada mesin pencacah plastik salah satunya adalah mata pisau. Pemilihan material pisau dan proses perlakuan panas pada pisau merupakan tahapan penting yang harus dilakukan guna memperoleh kualitas pisau yang baik dan umur pakai yang panjang.

Material yang digunakan untuk mata pisau sebagian besar adalah jenis baja karbon, antara lain JIS S45C, JIS G3101/SS400 (Ahmad dkk, 2018) dan JIS S30C (Nuha & Alfani, 2017), tetapi jenis material yang lebih tepat untuk digunakan sebagai mata pisau adalah jenis baja perkakas, seperti AISI D2 yang kemudian dilakukan proses perlakuan panas sehingga diperoleh nilai kekerasan yang lebih tinggi yang akan memberikan ketahanan terhadap aus (Setiani, 2019).

Selain pemilihan material dan proses perlakuan panas yang tepat, desain pisau serta pemilihan sudut pisau juga merupakan parameter penting. Sudut ideal mata pisau adalah antara 35° – 45° , semakin kecil sudut mata pisau maka pisau akan semakin tajam, sehingga gaya yang digunakan untuk memotong plastik menjadi semakin kecil (Nuha & Alfani, 2017).

Proses pembuatan pisau dimulai dengan pemilihan material pisau kemudian dilanjutkan dengan proses pemotongan sesuai dengan dimensi yang dibutuhkan kemudian dilakukan proses permesinan, proses perlakuan panas dan tahap *finishing*.

2 Metodologi

Metodologi yang dilakukan pada tahap awal adalah pengumpulan data mengenai desain dan kriteria mata pisau pencacah sampah plastik, kemudian dilakukan pemilihan material yang tepat untuk mata pisau sesuai desain dan kriteria yang telah dibuat.

Proses pembuatan mata pisau terdiri dari proses pemotongan dan permesinan untuk memperoleh dimensi yang sesuai dengan desain. Material pisau dipotong menggunakan *bandsaw*, kemudian dilanjutkan dengan proses *milling* untuk memperoleh sudut pisau, lubang dan slot.

Tahapan terpenting pada pembuatan pisau adalah tahap proses perlakuan panas. Pisau yang sudah selesai di *machining* kemudian dilakukan proses *hardening*, dengan memanaskan benda kerja dan mendinginkannya pada media udara, setelah mencapai temperatur kamar kemudian dilakukan proses tempering. Pada tahap ini kriteria pisau yang tajam, keras, tangguh, tahan terhadap korosi dan tahan aus diperoleh.

Proses pengujian kekerasan merupakan proses pengujian yang dilakukan setelah proses *hardening* selesai, karena tujuan dari proses *hardening* adalah untuk memperoleh peningkatan nilai kekerasan pada seluruh bagian dari mata pisau. Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui peningkatan nilai kekerasan pada mata pisau sebelum dan setelah proses *hardening* tersebut.

Tahap akhir pada pembuatan mata pisau adalah proses *grinding* untuk memperoleh dimensi yang presisi sesuai dengan desain dan memperoleh ketajaman sesuai kriteria

3 Data dan Pembahasan

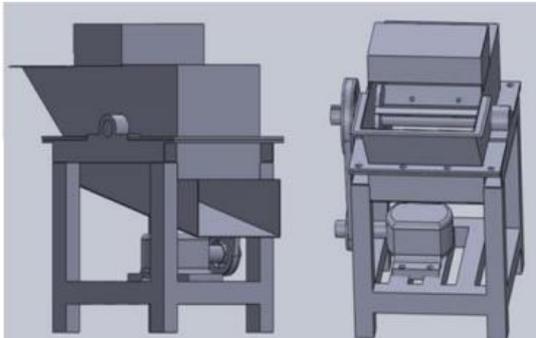
3.1 Desain Mata Pisau

Pisau pencacah yang dibuat memiliki desain yang sederhana, terdiri dari 2 buah mata pisau statis (diam) dan 3 buah mata pisau dinamis (gerak). Pisau tersebut digunakan pada mesin pencacah plastik sistem *crusher* yang bekerja dengan cara

Research Paper Vol 3, No 1, Tahun 2021

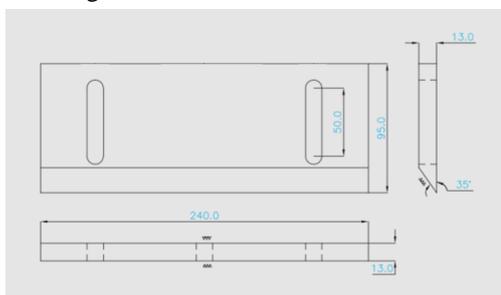
merusak struktur plastik sehingga diperoleh hasil cacahan dalam bentuk serpihan kecil.

Pisau statis ditempatkan di kanan dan kiri pada rangka dudukan pisau dan pisau dinamis dipasang pada poros. Pisau statis dapat digeser karena terdapat slot untuk menyesuaikan posisi pisau sesuai dengan ketebalan plastik yang akan dicacah sedangkan pisau dinamis dipasang permanen.

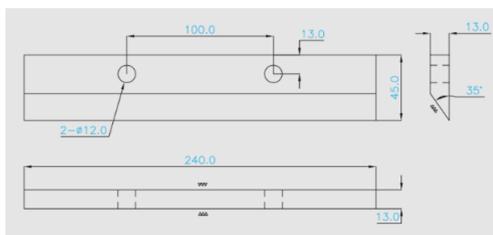


Gambar 1. Mesin pencacah plastik *crusher*

Mata pisau statis (diam) berukuran 13 x 95 x 240 mm dengan sudut pisau 35° dan 2 buah slot dengan diameter 12 mm sepanjang 50 mm yang dipasang menggunakan baut untuk mengatur posisi pisau pada rangka dudukan sehingga dapat disesuaikan dengan cara di maju atau mundur kan sesuai dengan ketebalan plastik yang akan dicacah, sedangkan mata pisau dinamis (gerak) berukuran 13 x 45 x 240 mm, dengan sudut 35° dengan 2 buah lubang berdiameter 12 mm yang berfungsi untuk memasangkan mata pisau pada poros dengan baut.



Gambar 2. Desain pisau statis



Gambar 3. Desain pisau dinamis

3.2. Material Pisau

Material pisau yang digunakan sebagai pencacah harus memiliki kriteria sebagai berikut; tajam, memiliki nilai kekerasan yang tinggi, tangguh, tahan terhadap korosi dan tahan aus.

Baja perkakas merupakan material yang tepat sebagai bahan baku mata pisau, dari beberapa jenis baja perkakas yang tersedia di pasaran, baja perkakas jenis AISI D2 merupakan jenis baja perkakas dengan *hardenability* yang tinggi sehingga material tersebut banyak digunakan sebagai bahan baku pisau.

Baja perkakas AISI D2 merupakan *Cold-Work Tool Steel*, baja tersebut dapat dikeraskan dengan proses perlakuan panas karena memiliki kadar karbon antara 1 – 1,4 % yang cukup untuk mentriger terbentuknya martensit dan karbida.

Unsur-unsur lain pada baja perkakas AISI D2 seperti Mn mampu meningkatkan ketahanan terhadap aus, serta Mo dan V yang memberikan peranan penting pada pembentukan karbida sehingga nilai kekerasannya bisa meningkat.

Unsur tertinggi pada baja perkakas AISI D2 adalah Cr yaitu antara 11-12%, unsur tersebut mampu memberikan ketahanan terhadap aus karena membentuk karbida dan korosi yang baik (Totten, 2006).

3.3. Proses Pembuatan Pisau

3.3.1 Proses Pemotongan

Tahapan pertama pada proses pembuatan mata pisau pencacah adalah proses pemotongan. Material AISI D2 dipotong sesuai ukuran panjang dan lebar nya dengan diberikan kelebihan ukuran sebesar 3 mm pada pisau statis dan pisau dinamis. Proses pemotongan menggunakan mesin gerjaji jenis *bandsaw*

3.3.2 Proses Pemesinan

Setelah dilakukan **proses pemotongan** pada material pisau, tahap selanjutnya adalah proses permesinan yang dimulai dengan **proses milling** yaitu proses pengurangan permukaan material mata pisau untuk memperoleh ukuran tebal, panjang dan lebar sesuai desain. Tahap selanjutnya adalah **proses pembuatan sudut** sebesar 35° untuk semua mata pisau dan tahap permesinan terakhir adalah **proses pembuatan slot** pada mata pisau statis sebanyak 3 buah

Research Paper Vol 3, No 1, Tahun 2021

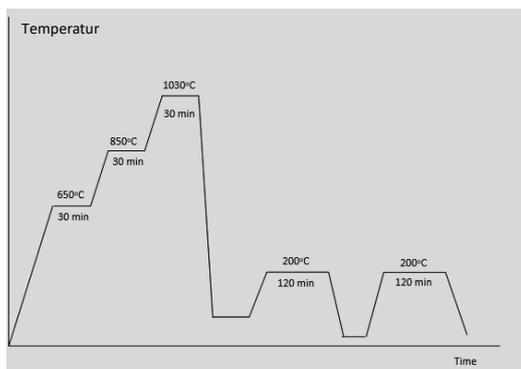
dengan diameter 12 mm sepanjang 50 mm dan pembuatan lubang sebanyak 2 buah berdiameter 12 mm pada mata pisau dinamis.

3.4. Proses Perlakuan Panas

Proses perlakuan panas pada mata pisau pencacah diawali dengan pemanasan mata pisau dengan laju pemanasan sebesar 5°C per menit hingga mencapai temperatur pre heat 1 yaitu 650°C dengan lama penahanan pada temperatur tersebut selama 30 menit, kemudian dipanaskan kembali sampai temperatur pre heat 2 yaitu 850°C dengan lama penahanan selama 30 menit dan dilanjutkan pemanasannya sampai temperatur austenisasinya yaitu 1030°C kemudian diikuti dengan proses pendinginan pada media udara. Setelah proses pendinginan mencapai temperatur kamar dilanjutkan sesegera mungkin ke proses tempering untuk menghindari terjadinya cracking, proses tempering dilakukan sebanyak dua kali, dengan temperature dan waktu penahanan yang sama yaitu pada temperatur 200°C dan lama penahanan selama 120 menit

Tabel 1. Parameter proses perlakuan panas

Parameter Proses Perlakuan Panas AISI D2	
1. Jenis tungku	Muffler Furnace
2. Laju pemanasan	5°C per menit
3. Temperatur Pre-Heat 1	650°C
4. Lama Penahanan Pre Heat 1	30 menit
5. Temperatur Pre-Heat 2	850°C
6. Lama Penahanan Pre Heat 2	30 menit
7. Temperatur Austenisasi	1030°C
8. Lama Penahanan Austenisasi	30 menit
9. Quenching media	Udara
10. Temperatur Temper Pertama	200°C
11. Lama Penahanan Temper Pertama	120 menit
12. Temperatur Temper Kedua	200°C
13. Lama Penahanan Temper Kedua	120 menit



Gambar 4 Kurva proses perlakuan panas AISI D2

Pengujian kekerasan yang dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan pada mata pisau sebelum dilakukan proses perlakuan panas dan setelah proses perlakuan panas adalah pengujian kekerasan micro-vickers kelebihan dari pengujian micro-vickers adalah jejak indentasi yang kecil sehingga dapat mengidentifikasi kekerasan dengan akurat (ASTM E384, 2007), pengujian dilakukan sebanyak 7 titik pada sepanjang mata pisau dengan jarak 1 mm untuk menghindari daerah yang terkena strain hardening dari bekas indentasi sebelumnya. Nilai kekerasan sebelum dilakukan proses perlakuan panas (*as-received*) adalah 296 HV dan nilai kekerasan setelah proses perlakuan panas (*treated*) adalah 710 HV, terjadi peningkatan nilai kekerasan yang signifikan setelah proses perlakuan panas, dengan demikian kriteria mata pisau bisa dicapai

Tabel 2. Nilai kekerasan Micro Vickers *as-received*

Titik indentasi	<i>As-received</i>
1	300
2	278
3	297
4	290
5	290
6	308
7	308
AVERAGE (HVN)	296

Tabel 3. Nilai kekerasan Micro Vickers *treated*

Titik indentasi	<i>As-received</i>
1	696
2	730
3	710
4	763
5	694
6	678
7	702
AVERAGE (HVN)	710

3.6. Proses Grinding

Proses grinding merupakan tahapan akhir pada proses pembuatan mata pisau yang merupakan proses pengolahan permukaan mata pisau hingga memperoleh dimensi yang presisi sesuai desain dan untuk memperoleh ketajaman dengan sudut pisau 35° sesuai kriteria, menggunakan mesin grinding permukaan (*surface grinding*) dengan partikel abrasif.



Gambar 5. Mata pisau statis pencacah sampah plastik



Gambar 6. Mata pisau dinamis pencacah sampah plastik

4 Kesimpulan dan Saran

Tahapan proses permesinan pada mata pisau pencacah adalah proses pemotongan, proses milling, pembuatan sudut, pembuatan lubang, proses perlakuan panas dan proses grinding.

Pada proses perlakuan panas, mata pisau pencacah mengalami peningkatan nilai kekerasan, yaitu 710 HV dibandingkan dengan mata pisau sebelum dilakukan proses perlakuan panas (296 HV), dengan demikian mata pisau tersebut telah sesuai dengan kriteria mata pisau pencacah sampah plastik yang keras, tangguh dan tahan terhadap aus dan korosi.

Diperlukan pengujian mata pisau untuk mengetahui ukuran dan kapasitas hasil cacahan sampah plastik.

Referensi

- I, Winursito : Perkembangan dan evaluasi terjadinya degradasi pada plastik oxo-degradable, Prosiding seminar kulit, karet dan plastik (2014)
- Sistem pengumpulan sampah plastik terintegrasi dengan pendekatan ergonomic guna meningkatkan peran serta masyarakat, Teknik Industri ITSN
- K, Ahmad., J, A, Aam., Wahyu : Hubungan diameter mata pisau dan ring terhadap hasil cacahan mesin pencacah gelas plastik 220 mL dengan metode VDI 2221, J.K.E.M UNJ (2018)
- A, D, Nuha., L, E, ALfan : Modifikasi Mata Pisau Mesin Pencacah Plastik Tipe Polyethylene Seminar Nasional – XVI ISSN 1693-3168 Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri Kampus ITENAS (2017)
- I, Setiani : Kajian perbandingan komposisi kimia, sifat mekanik dan ketahanan aus terhadap baja perkakas AISI D2 pada aplikasi DIES (2019)
- G, E, Totten : Steel heat treatment, Taylor and francis (2006)
- ASTM E.384 : Micro Vickers, ASM International (2007)
- K, Singh., R, K, Kartikhar., S, G, Sapate : Microstructure evolution and abrasive wear behaviour of D2 steel, J Wear (2015)