

**ANALISA MATA PISAU MESIN PENCACAH DENGAN PROSES *HEAT TREATMENT*
DAN PENGUJIAN KEKERASAN *ROCKWELL***

***ANALYSIS OF SHREDDER MACHINE BLADES USING THE HEAT TREATMENT
PROCESS AND ROCKWELL HARDNESS TESTING***

¹Ahmad Nur Huda, ²Nur Rohmat, ³Syaiful Arif

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang,

Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : ahmadnur2312@gmail.com¹, dosen10016@gmail.com², dosen10017@gmail.com³

ABSTRAK

Limbah rumah tangga adalah suatu benda yang tak jarang dipercaya tidak berguna, kotor & menjijikan. Untuk mempermudah kita dalam melawan limbah tersebut, mesin pencacah limbah rumah tangga sangat diperlukan untuk mempercepat proses pencacahan limbah menjadi serpihan yang lebih kecil. Analisa kekerasan merupakan salah satu pengujian yang relatif krusial di waktu pembuatan suatu material lantaran bisa dipergunakan dalam memilih sifat mekanis dan ciri fisis lainnya. Proses maksimal kekerasan ada pada suhu *heat treatment* 650°C/konstan dengan *holding time* 10 menit. Waktu pemanasan 25 menit dan waktu pendinginan 4 menit 21 detik. pada suhu 650°C mendapatkan kenaikan nilai rata-rata 0,66 HRc. Pada titik 1 kenaikan nilai kekerasan sebesar 1 HRc, pada titik 2 kenaikan nilai kekerasan sebesar 0,5 HRc dan pada titik 3 kenaikan nilai kekerasan sebesar 0,5 HRc. nilai rata-rata kekerasan pada spesimen 1 (*non heat treatment*) 19 HRc. Pada spesimen 2 (*heat treatment* 500°C) didapatkan nilai rata-rata kekerasan 19,16 HRc. Pada spesimen 3 (*heat treatment* 650°C) didapatkan nilai rata-rata kekerasan 19,66 HRc dan pada spesimen 4 (*heat treatment* 750°C) didapatkan nilai rata-rata 19,33 HRc. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa spesimen 3 (*heat treatment* 650°C) memiliki nilai kekerasan paling tinggi. Dan nilai kekerasan paling rendah ada pada spesimen 1 (*non heat treatment*) dikarenakan tidak diberikan perlakuan panas pada spesimen tersebut.

Kata kunci: sampah, *Heat Treatment*, Uji Kekerasan

ABSTRACT

Household waste is an object that is often believed to be useless, dirty & disgusting. To make it easier for us to fight this waste, a household waste shredder is needed to speed up the process of enumerating waste into smaller pieces. Hardness analysis is one of the tests that is relatively crucial in the manufacture of a material because it can be used in determining mechanical properties and other physical characteristics. The maximum process of hardness is at a heat treatment temperature of 650°C/constant with a holding time of 10 minutes. Warm up time 25 minutes and cool down time 4 minutes 21 seconds. at a temperature of 650°C get an increase in the average value of 0.66 HRc. At point 1 the increase in the hardness value is 1 HRc, at point 2 the hardness value increases by 0.5 HRc and at point 3 the hardness value increases by 0.5 HRc. The average hardness value in specimen 1 (non heat treatment) is 19 HRc. In specimen 2 (heat treatment 500°C) the average hardness value was 19.16 HRc. In specimen 3 (heat treatment 650°C) an average hardness value of 19.66 HRc was obtained and specimen 4 (heat treatment 750°C) obtained an average value of 19.33 HRc. From these results it can be concluded that specimen 3 (heat treatment 650°C) has the highest hardness value. And the lowest hardness value is in specimen 1 (non heat treatment) because no heat treatment is given to the specimen

Keywords: Garbage, Heat Treatment, Hardness Test

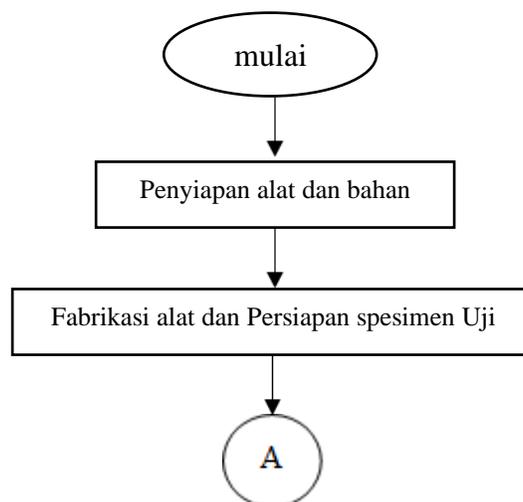
1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi saat ini mulai dikembangkan cara lain pada menangani limbah ini. Dalam menangani sebuah pertarungan dampak eksistensi limbah yang tentunya mengganggu

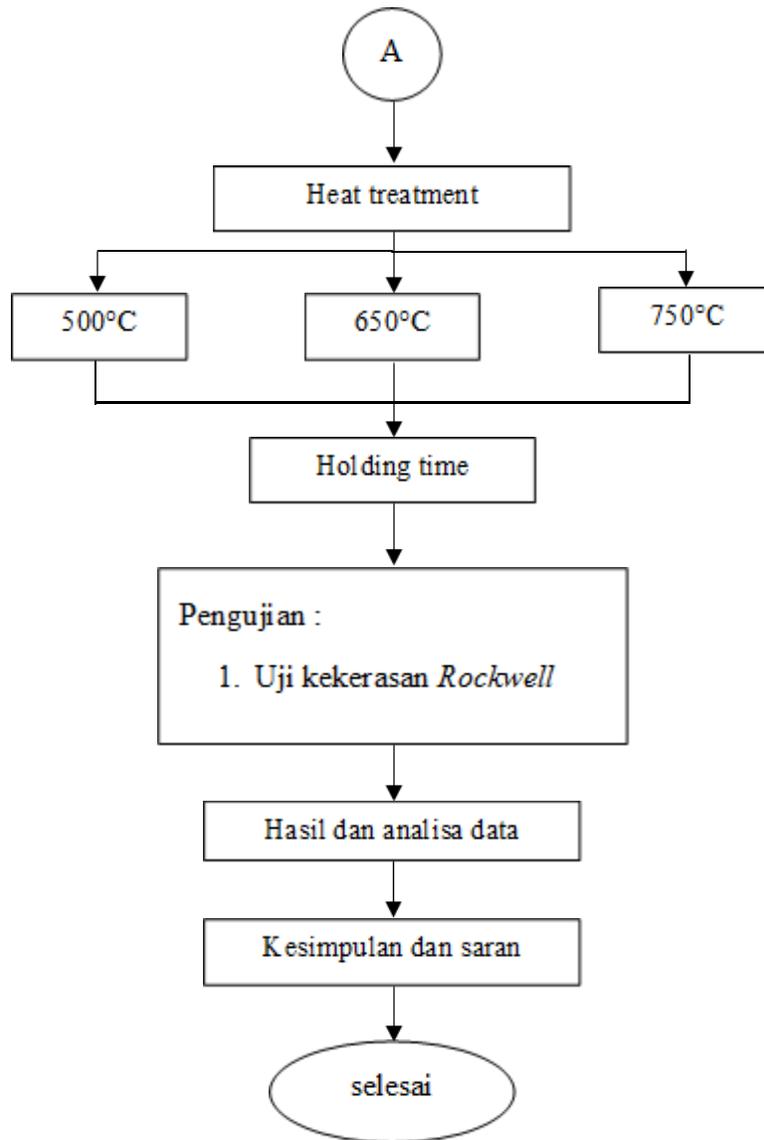
ruang mobilitas kita, dibutuhkan pengolahan menggunakan cara pengomposan. Untuk mempermudah kita dalam melawan limbah tersebut, mesin pencacah limbah rumah tangga sangat diperlukan untuk mempercepat proses pencacahan limbah menjadi serpihan yang lebih kecil. Guna mengurangi permasalahan yang terdapat pada pemakaian baja karbon rendah sebagai bahan dasar material mata pisau. Dasar penelitian ini merupakan sarana untuk mengetahui karakteristik baja yang dipakai dalam mata pisau mesin pencacah limbah rumah tangga. Dengan mengetahui karakteristik atau tingkat kekerasan suatu logam maka akan mempermudah untuk menentukan bahan dari suatu konstruksi tertentu. Dengan melakukan pengujian kekerasan maka bisa dilakukan banyak sekali jenis perubahan dalam suatu material ketika telah mengetahui karakteristiknya. Maka tidak bisa dipungkiri bahwa pengujian kekerasan sangat berperan bagi global industri. Oleh karenanya kita berusaha mencari material yang mempunyai sifat & ciri yang baik. Analisis kekerasan merupakan salah satu pengujian yang relatif krusial di waktu pembuatan suatu material lantaran bisa dipergunakan dalam memilih sifat mekanis dan ciri fisis lainnya.

2. METODOLOGI

Metodologi penelitian adalah suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian bisa untuk dipertanggung jawabkan secara ilmiah penelitian menggunakan metode eksperimen, yaitu suatu cara untuk mencari hubungan sebab akibat antara factor yang dapat berpengaruh. Pada metode ini, mata pisau mesin pencacah limbah diberikan perlakuan panas pada tiga titik temperature berbeda, suhu yang digunakan diantaranya 500°C, 650°C, dan 750°C. Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan dari sebuah



mata pisau yang terdapat pada mesin pencacah limbah rumah tangga tersebut. Proses tahapan penelitian ditunjukkan pada diagram alir dibawah ini



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan alat dan bahan untuk membantu proses pengujian mata pisau mesin pencacah. Adapun alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mata pisau mesin pencacah

Mata pisau menjadi spesimen untuk melakukan pengujian kekerasan *Rockwell*.

2. Gerinda tangan

Gerinda tangan merupakan alat untuk memotong spesimen uji guna mempermudah melakukan proses *heat treatment*.

3. Amplas

Amplas berguna untuk menghaluskan sisa sisa potongan setelah terkena mata pisau gerinda.

4. Meteran

Alat ukur tersebut untuk mengukur panjang mata pisau sebelum dilakukannya pemotongan untuk mempermudah dan membuat ukuran spesimen sama rata disetiap spesimen uji.

5. Alat uji kekerasan *Rockwell*

Alat uji kekerasan *Rockwell* alat uji tersebut digunakan untuk mempermudah penelitian ini dalam mendapatkan data hasil penelitian berupa nilai kekerasan spesimen uji yang di *heat treatment* mau pun *non heat treatment*.

6. Alat tulis

Alat tulis disini bertujuan untuk mencatat segala nilai yang keluar dari hasil pengujian kekerasan, dan juga untuk mencatat waktu pendinginan spesimen uji.

2.1 Persiapan sampel bahan uji

Tahapan proses persiapan bahan uji mata pisau ini dimulai dengan melakukan fabrikasi mesin pencacah limbah rumah tangga, kemudian mengambil mata pisau dari mesin pencacah limbah rumah tangga, mata pisau di bagi menjadi tiga bagian. Mata pisau mesin pencacah ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Spesimen Uji Mata Pisau Mesin Pencacah

2.3 Metode pengumpulan data penelitian

Dalam penyusunan penelitian ini penulis berusaha semaksimal mungkin untuk membahas dan menguraikan cara pengumpulan data. Adapun metode-metode pengumpulan data antara lain :

1. Observasi

Metode ini merupakan metode langsung dengan mengandalkan pengamatan dan melakukan survey kelapangan untuk melihat permasalahan yang sering terjadi pada mata pisau mesin pencacah

2. *Experimen*

Experimen ini dilakukan di laboratorium metalurgi fisik Universitas Pamulang dan laboratorium penunjang lain nya yang sekira nya diperlukan untuk membantu proses peneltian. Mulai dari memberi perlakuan panas sampai dengan pengujian menggunakan tiga buah sampel yang kemudian hasil diambil nilai rata-ratanya.

3. Studi Pustaka

Metode ini merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh informasi dan data sebagai referensi dengan mempelajari buku-buku maupun literature jurnal-jurnal hasil penelitian.

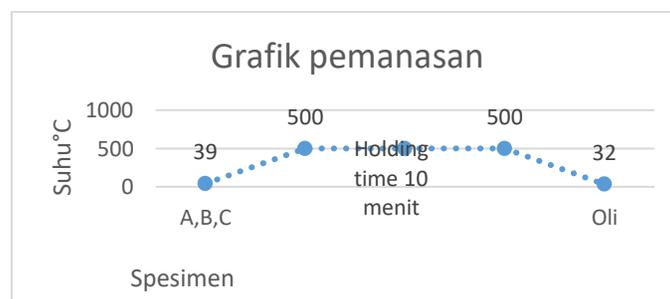
2.4 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian tugas akhir ini di lakukan selama 4 bulan dari maret 2022 sampai juni 2022. Pengujian akan dilakukan di laboratorium metalurgi fisik universitas pamulang dan laboratorium penunjang diluar dari Universitas Pamulang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses *Heat Treatment*

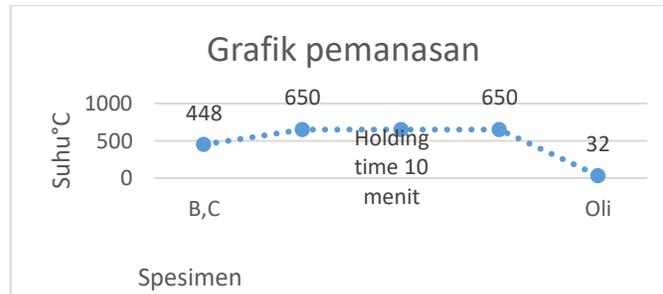
Proses *heat treatment* pada penelitian ini dilakukan dengan metode hardening dan menggunakan variasi temperatur 500°C, 650°C dan 750°C dengan holding time selama 10 menit, kemudian sampel di dinginkan dengan menggunakan oli bekas. Proses heat treatment ditunjukkan pada gambar grafik 1, 2, dan 3.



Gambar 3. Grafik Pemanasan Spesimen uji

Tiga sampel dimasukan kedalam tungku furnace secara bersamaan dalam kondisi suhu tungku furnace 39°C, kemudian ketiga sampel di panaskan hingga mencapai suhu 500°C/konstan

dengan holding time selama 10 menit. Waktu pemanasan dari suhu furnace 39°C hingga mencapai 500°C/konstan memakan kurang lebih 15 menit. Proses pemanasan ditunjukkan pada grafik 4.11. Kemudian spesimen pertama (A) diambil dan dilakukan pendinginan menggunakan oli bekas SAE10W-30. Pendinginan dengan oli memakan waktu 2 menit 34 detik sampai spesimen bisa diambil dan dipegang dengan tangan tanpa menggunakan alat bantu sarung tangan atau pun menggunakan pinset.



Gambar 4. Grafik Pemanasan Spesimen uji

Setelah sampel pertama diambil tersisa dua sampel yang akan dipanaskan kembali secara bersamaan mulai dari kondisi suhu didalam furnace sebesar 448°C sampai dengan 650°C/konstan dengan holding time selama 10 menit. Waktu pemanasan dari suhu furnace 448°C hingga mencapai 650°C/konstan memakan kurang lebih 25 menit dikarenakan kesalahan dalam memproses tungku furnace dan menyebabkan tungku furnace tidak memproses panas dengan semestinya dan suhu didalam tungku turun hingga 448°C. Proses pemanasan ditunjukkan pada grafik 4.12. Kemudian spesimen kedua (B) diambil dan dilakukan pendinginan menggunakan oli. Pendinginan dengan oli memakan waktu 4 menit 21 detik sampai spesimen bisa diambil dan dipegang dengan tangan tanpa menggunakan alat bantu sarung tangan atau pun menggunakan pinset.



Gambar 5. Grafik Pemanasan Spesimen uji

Sampel terakhir yang tersisa melakukan pemanasan kembali mulai dari kondisi suhu didalam furnace sebesar 586°C sampai dengan 750°C/konstan dengan holding time selama 10 menit.

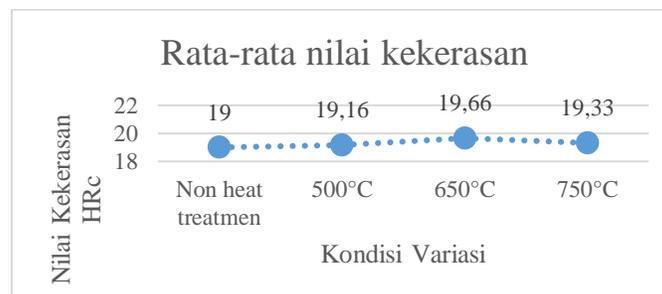
Waktu pemanasan dari suhu furnace 586°C hingga mencapai 750°C /konstan memakan kurang lebih 10 menit. Proses pemanasan ditunjukkan pada grafik 4.13. Kemudian spesimen ketiga (C) diambil dan dilakukan pendinginan menggunakan oli bekas SAE10W-30. Pendinginan dengan oli memakan waktu 5 menit 14 detik sampai spesimen bisa diambil dan dipegang dengan tangan tanpa menggunakan alat bantu sarung tangan atau pun menggunakan pinset.

3.2 Data Hasil Pengujian Kekerasan *Rockwell*

Dari hasil pengujian kekerasan *rockwell* diperoleh data seperti pada tabel 2. Dimana setiap spesimen dilakukan percobaan sebanyak tiga kali di titik yang berbeda. Spesimen 1 (*non heat treatment*) hasil pengujian kekerasan *rockwell* pada percobaan titik 1 yaitu 18 HRc, percobaan pada titik 2 dan 3 yaitu 19,5 HRc dengan rata-rata 19 HRc. Spesimen 2 (*heat treatment 500°C*) hasil pengujian kekerasan *rockwell* pada percobaan titik 1 yaitu 18,5 HRc, percobaan pada titik 2 yaitu 18,5 HRc dan pada titik 3 yaitu 20,5 HRc dengan rata-rata 19,16 HRc. Spesimen 3 (*heat treatment 650°C*) hasil pengujian kekerasan *rockwell* pada percobaan titik 1 yaitu 19 HRc, percobaan pada titik 2 yaitu 20 HRc dan pada titik 3 yaitu 20 HRc dengan rata-rata 19,66 HRc. Spesimen 4 (*heat treatment 750°C*) hasil pengujian kekerasan *rockwell* pada percobaan titik 1 yaitu 19 HRc, percobaan pada titik 2 dan 3 yaitu 19,5 HRc dengan rata-rata 19,33 HRc.

3.3 Analisa Pengujian *Rockwell*

Dari hasil pengujian kekerasan selanjutnya dimasukkan ke dalam diagram dibawah ini. Diagram ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Rata-Rata Nilai Kekerasan Spesimen Uji

Dari data hasil pengujian kekerasan menunjukkan nilai kekerasan rata-rata untuk spesimen 1 (*non heat treatment*) dengan spesimen 2,3 dan 4 (*heat treatment 500°C , 650°C , 750°C*) mengalami peningkatan nilai kekerasan. Untuk spesimen 1 (*non heat treatment*) terhadap spesimen 2,3 dan 4 (*heat treatment 500°C , 650°C , 750°C*) yaitu dari 19 HRc menjadi 19,16 HRc, 19,66 HRc, dan 19,33 HRc. Untuk spesimen 3 (*heat treatment 650°C*) dengan spesimen 4 (*heat treatment 750°C*) mengalami penurunan dari 19,66 HRc menjadi 19,33 HRc.

3.4 ANALISA KESELURUHAN

Pada spesimen 1 (*non heat treatment*) sebelumnya mata pisau telah mengalami proses permesinan, sehingga mempengaruhi nilai kekerasannya dan mendapatkan nilai rata-rata kekerasan yaitu 19 HRc. Spesimen 2 (*heat treatment 500°C*) mengalami kenaikan nilai rata-rata menjadi 19,16 HRc. Nilai kekerasan pada spesimen uji nomor 2 (*heat treatment 500°C*) mengalami kenaikan dikarenakan spesimen telah mengalami proses *heat treatment* mencapai suhu 500°C, dimana pada suhu tersebut ketika baja dipanaskan dibawah suhu kritis (A_1) akan terdapat fasa ferrite dan pearlite. Seperti didasarkan dari diagram fasa Fe-3C pada buku ASM Handbook vol 4 yang menyebutkan bahwa pada kondisi suhu antara 400°C - 500°C akan terbentuknya fasa ferrite dan pearlite pada baja tersebut. Fasa ferrite bersifat lunak (*soft*), ulet (*ductile*) dan magnetik, sedangkan fasa pearlite terbentuk dikarenakan pemanasan baja dilakukan dibawah suhu 723°C (A_1), pada suhu tersebut komposisi eutektoid bertransformasi menjadi ferrite dan karbida besi secara bersamaan dan membentuk sifat kuat dan cukup keras. Spesimen 3 (*heat treatment 650°C*) mengalami kenaikan nilai rata-rata menjadi 19,66 HRc, dimana nilai kekerasan tersebut menjadi yang tertinggi pada penelitian ini. Suhu pemanasan dimulai dari 448°C hingga 650°C spesimen mengalami holding time selama 20 menit terhitung dari awal memasukan ketiga spesimen secara bersamaan. Fasa yang terbentuk tetap pearlite dan ferrite dikarenakan belum melewati suhu kritis (A_3) pada suhu 767°C.

Spesimen 4 (*heat treatment 750°C*) pada penelitian ini mengalami penurunan nilai rata-rata menjadi 19,33 HRc. Spesimen 4 memulai suhu pemanasan dari 586°C hingga 750°C dan mengalami 30 menit holding time terhitung dari awal ketiga spesimen dimasukan. Spesimen 4 mengalami tiga titik pemanasan yang berbeda mulai dari 39°C - 500°C, 448°C - 650°C dan 586 - 750°C. Pada dua titik pemanasan pertama dan kedua spesimen mengalami perubahan fasa menjadi pearlite dan ferrite, hingga mencapai pemanasan ketiga pada suhu 750°C/ konstan ditambah dengan holding time 10 menit merubah seluruh fasa yang telah ada sebelumnya. Suhu 750°C di antara suhu kritis bawah (A_1) dan suhu kritis atas (A_3) dan pada titik tersebut fasa pearlite dan ferrite berubah menjadi ferrite dan austenite. Dimana seharusnya ketika baja telah mencapai diantara suhu kritis bawah (A_1) dan suhu kritis atas (A_3) akan meningkatkan nilai kekerasan baja tersebut. Disini tersinyalir adanya kesalahan didalam proses *heat treatment*, dimana prosedur pemanasan seharusnya dilakukan terpisah namun dikarenakan adanya human error pada proses

penelitian ini, proses pemanasan menjadi tergabung dan dapat mempengaruhi nilai kekerasan yang ada pada spesimen uji masing-masing.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan pada mata pisau mesin pencacah dapat disimpulkan bahwa pada proses *heat treatment* menggunakan suhu 500°C, 650°C, 750°C dan menggunakan media pendinginan oli bekas maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil proses *heat treatment*, proses kekerasan maksimal ada pada suhu *heat treatment* 650°C/konstan dengan *holding time* 10 menit. Waktu pemanasan 25 menit dan waktu pendinginan 4 menit 21 detik. Walaupun ada nya kesalahan input data yang menyebabkan tungku furnace tidak bekerja dan menyebabkan nya penurunan panas terlalu jauh, akan tetapi pada suhu 650°C mendapatkan kenaikan nilai rata-rata 0,66 HRc. Pada titik 1 kenaikan nilai kekerasan sebesar 1 HRc, pada titik 2 kenaikan nilai kekerasan sebesar 0,5 HRc dan pada titik 3 kenaikan nilai kekerasan sebesar 0,5 HRc.
2. Dari grafik pengujian kekerasan *Rockwell* didapatkan nilai rata-rata kekerasan pada spesimen 1 (*non heat treatment*) 19 HRc. Pada spesimen 2 (*heat treatment* 500°C) didapatkan nilai rata-rata kekerasan 19,16 HRc. Pada spesimen 3 (*heat treatment* 650°C) didapatkan nilai rata-rata kekerasan 19,66 HRc dan pada spesimen 4 (*heat treatment* 750°C) didapatkan nilai rata-rata 19,33 HRc. Dari hasil tersebut dapat di simpulkan bahwa spesimen 3 (*heat treatment* 650°C) memiliki nilai kekerasan paling tinggi. Dan nilai kekerasan paling rendah ada pada spesimen 1 (*non heat treatment*) dikarenakan tidak diberikan perlakuan panas pada spesimen tersebut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih saya Ucapkan Kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pamulang kampus Serang, serta Tim peneliti dari Teknik Mesin dan Semua Pihak yang sudah berperan aktif dan sudah berkontribusi dan mendukung baik scara moral ataupun material

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, J., H. Purwanto, And I. Syafa'at. 2017. "Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Smaw Baja Astm A36." *Jurnal Momentum Unwahas* 13(1):114517. Doi: 10.36499/Jim.V13i1.1756.
- Azhari, Chusnul, And Diki Maulana. 2018. "Perancangan Mesin Pencacah Plastik Tipe Crusher

- Kapasitas 50 Kg/Jam.” *Isu Teknologi Stt Mandala* 13(2):7–14.
- Firdaus, Rizal, Gery Setiadi, And Riri Sadiana. 2020. “Pengaruh Temperatur Karburasi Padat Terhadap Kekerasan Baja St37 Dengan Media Arang Batok Kelapa.” *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 7(1):23–31. Doi: 10.33558/Jitm.V7i1.1915.
- Ibrahim, Setiani, Megarini Hersaputri, And Vici Inouki Panjaitan. 2021. “Pembuatan Mata Pisau Mesin Pencacah Sampah Plastik Dengan Material Aisi D2 Yang Dikeraskan.” *Jurnal Vokasi Teknologi Industri (Jvti)* 3(1):36–40. Doi: 10.36870/Jvti.V3i1.216.
- Jaelani, Mohamad Abdul, Muhamad Fajar Sidiq, And Galuh Renggani Wilis. 2021. “Analisa Penguatan Mata Pisau Mesin Pencacah Sampah Organik Dengan Proses Heat Treatment Bertingkat.” *Jurnal Crankshaft* 4(1):93–102. Doi: 10.24176/Crankshaft.V4i1.6024.
- Jokosisworo, Sarjito. 2018. “Pengaruh Normalizing Dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time) Terhadap Sifat Mekanik Baja St 46.” *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Kelautan* 15(2):68–73. Doi: 10.14710/Kpl.V15i2.19193.
- Juliaptini, Devinta. 2015. “Skripsi Analisis Sifat Mekanik Dan Metalografi Baja Karbon Rendah Untuk Aplikasi Tabung Gas 3 Kg.” *Skripsi* 1–90.
- Kurniawan, Hosea, Ari Wibawa Budi Santosa, And Untung Budiarto. 2020. “Pengaruh Media Pendingin Air Tawar , Air Coolant , Dan Udara Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Pada Sambungan Las Mig (Metal Inert Gas) Dan Mag (Metal Active Gas) Aluminium 6061.” *Jurnal Teknik Perkapalan* 8(4):579–87.
- Li, Chang’an, Guoliang Qin, Yuansheng Tang, Binggang Zhang, Sanbao Lin, And Peihao Geng. 2020. “Microstructures And Mechanical Properties Of Stainless Steel Clad Plate Joint With Diverse Filler Metals.” *Journal Of Materials Research And Technology* 9(2):2522–34. Doi: 10.1016/J.Jmrt.2019.12.083.
- Nofri, Media, And Acang Taryana. 2017. “Analisis Sifat Mekanik Baja Skd 61 Dengan Baja St 41 Dilakukan Hardening Dengan Variasi Temperatur.” *Bina Teknika* 13(2):189. Doi: 10.54378/Bt.V13i2.218.
- Nugroho, Eko, Sulis Dri Handono, Asroni Asroni, And Wahidin Wahidin. 2019. “Pengaruh Temperatur Dan Media Pendingin Pada Proses Heat Treatment Baja Aisi 1045 Terhadap Kekerasan Dan Laju Korosi.” *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin* 8(1):99–110. Doi: 10.24127/Trb.V8i1.933.
- Prabawansyah, Khrisna Yudhantyo. 2020. “Optimasi Redesign Sudut Mata Pisau Potong Tugas

Akhir Berjudul.” *Tugas Akhir*.

- Purnomo, Dwi Joko, Sarjito Jokosisworo, And Untung Budiarto. 2019. “Analisa Pengaruh Holding Time Tempering Terhadap Kekerasan, Keuletan, Ketangguhan Dan Struktur Mikro Pada Baja St 70.” *Jurnal Teknik Perkapalan* 7(1):49–58.
- Rauf, Fentje Abdul, Frans P. Sappu, Arwanto M. A. Lakat, Jurusan Teknik, Mesin Universitas, And Sam Ratulangi. 2018. “Uji Kekerasan Dengan Menggunakan Alat Microhardness Vickers Pada Berbagai Jenis Material Teknik.” *Jurnal Tekno Mesin* 5(1):21–24.
- Saktisahdan, T. Jukdin, And Universitas Asahan. 2019. “Pengaruh Proses Heat Treatment Terhadap Perubahan.” 1(1):28–33.
- Sumiyanto, Saputra R. 2012. “Analisis Sifat Mekanis Baja Dua Fasa Akibat Variasi Temperatur Austenisasi.” *Jurnal Ft Institut Sains Dan Teknologi Nasional* 1.
- Wahhab, Muhammad Hilmi, Umen Rumendi, And Politeknik Manufaktur Bandung. 2018. “Analisis Struktur Mikro Dan Kekerasan Permukaan Baja St 37 Carburized Melalui Proses Dekarburasi Oleh Air.” (April):0–8.
- Wirawan, I. K. G., I. K. G. Sugita, M. Suarda, And K. Astawa. 2020. “Mesin Pencacah Sampah Organik Skala Rumah Tangga.” *Buletin Udayana Mengabdi* 19(1):100–105. Doi: 10.24843/Bum.2020.V19.I01.P19.
- Yaqin, Rizqi Ilmal, Mega Lazuardi Umar, Sigiet Haryo Pranoto, Angger Bagus Prasetyo, And Bambang Hari Priyambodo. 2021. “Studi Perancangan Pisau Pada Mesin Pencacah Plastik Menggunakan Finite Element Analysis.” *Jtt (Jurnal Teknologi Terapan)* 7(1):44. Doi: 10.31884/Jtt.V7i1.320.