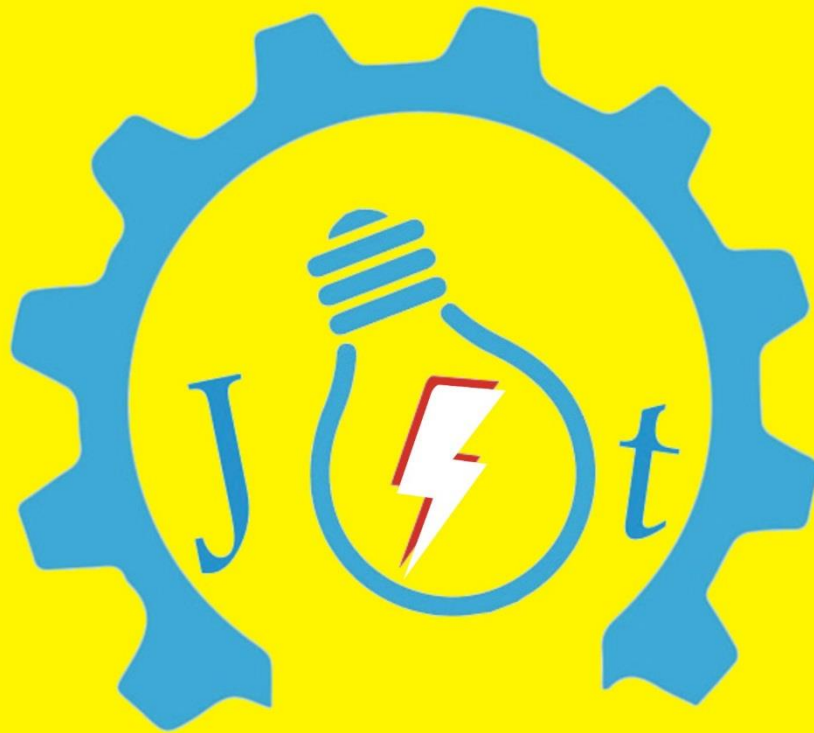




ISSN 2088-060X

Jurnal Sains & Teknologi
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DARMA PERSADA

Volume XII. No 1. Maret 2022



ISSN 2088-060X



9 772088 060009

Diterbitkan Oleh :
Fakultas Teknik Universitas Darma Persada
© 2022

**REDAKSI JURNAL SAINS & TEKNOLOGI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DARMA PERSADA**

Penasehat : Dr. Tri Mardjoko, SE, MA

Penanggung Jawab : Dr. Ade Supriyana, ST, MT

Pimpinan Redaksi : Yefri Chan, ST, MT

Redaksi Pelaksana : Yendi Esye, ST, M.Si

Mohammad Darsono, ST, MT

Didik Sugiyanto, ST, M.Eng

Drs. Eko Budi Wahyono, MT

Adam Arif Budiman, ST. M.Kom

Mitra Bestari : Prof. Dr. Kamaruddin Abdullah, IPU

Prof. Dr. Ir. Raihan

Dr. Ir. Asyari Daryus

Dr. Eng. Aep Saepul Uyun, STP, M.Eng

Dr. Ir. Budi Sumartono, MT

Dr. Iskandar Fitri

Dr. Eng., Mohammad Danil Arifin ST. MT

Dr. Muswar Muslim ST. M.Sc

Alamat Redaksi : **Fakultas Teknik**

Universitas Darma Persada

Jl. Radin Inten II, Pondok Kelapa, Jakarta Timur

Telp (021) 8649051, 8649053,8649057

Fax (021) 8649052/8649055

Pengantar Redaksi

Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik Universitas Darma Persada pada Volume XII. No. 1. Maret 2022 ini menyuguhkan tiga puluh (30) tulisan bidang teknologi. Tulisan tersebut ditulis oleh dosen-dosen dari 4 (empat) universitas yang terdiri dari 5 (lima) Fakultas dan 1 (satu) Sekolah Pasca Sarjana yaitu dosen-dosen Fakultas Teknik Universitas Darma Persada, dosen-dosen Fakultas Teknologi Kelautan Universitas Darma Persada, dosen-dosen, dosen Program Studi Teknik Informatika Universitas Indraprasta PGRI, dosen-dosen Jurusan Sistem Informasi Universitas Bina Sarana Informatika, dosen Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Respati Indonesia Jakarta yang tentu saja kami harap dapat menambah wawasan pembaca.

Jurnal Volume XII. No. 1. Maret 2022 ini diawali dengan bidang teknik elektro yaitu Analisis Pengukuran Dan Perhitungan *Total Harmonic Distortion* (THD) Pada Beban Non Linier, Peningkatan Penyerapan Energi Cahaya Matahari Pada Solar Cell Dengan Solar Tracker, Pemanfaatan Daya Listrik Bagi Pelanggan Tegangan Menengah, Analisis Penggunaan Cahaya Laser Untuk Menentukan Indeks Bias Kaca.

Kemudian bidang teknik mesin dan teknik industry yaitu Pengaruh Kecepatan Media Pendingin Air Terhadap Kekerasan Baja Karbon AISI 1045, Kajian Penerapan Total Productive Maintenance (TPM) Pada Industri Manufaktur Gula Di Indonesia, Analisis Kelayakan Struktur Rangka Mesin Pengupas Kulit Ari Biji Jagung Berbasis Komputer, Rancang Bangun Mesin Penyedot Gabah Kering Kapasitas 20 Kg Dilengkapi Sensor Kapasitas Untuk Proses Pengepakan, Perbaikan Customer Satisfaction Melalui Pendekatan 5 (Lima) Faktor Serqual Pada PT. "X" Cibinong, Studi Perbandingan Material Handling Antara Towing Dengan Automated Guided Vehicle (AGV) Dengan Metode Sistem Produksi Toyota Di PT X.

Bidang teknik perkapalan Pemodelan Varian Desain Life Buoy Dengan Menggunakan Software Berbasis Energi Terbarukan, Penilaian Keamanan Fasilitas Pelabuhan Berdasarkan Ispc Code (Studi Kasus: PT Pelabuhan X), A Study On Fiberglass Construction As Lamination For Boat According To Standard Rules, Analisa Resiko Kegagalan Sistem Pemadam Kebakaran (Fifi-System) Berdasarkan Criticality Analysis, Analisa Prioritas Pemeliharaan Komponen General Service System Berdasarkan Efek & Tipe Kegagalan Menggunakan Metode FMEA, Analisa Performa Bow Thruster Antara Penggerak Hidrolik Dengan Penggerak Elektrik

Dilanjutkan bidang sistem informasi dan teknologi informasi yaitu Rancang Bangun Sistem Informasi Pemilihan Pemasok Makanan Beku Pada CV. Nirwana Sukses Sejahtera, Solusi Sistem Informasi Ketersediaan Bahan Baku Pada Gerai Pizza XYZ Dengan Metode Fefo (First Expired First Out), Klusterisasi Jumlah Penderita Demam Berdarah Di Kota Indonesia Menggunakan Algoritma K-Mean, Rancang Bangun Sistem Informasi Persediaan Barang Gudang Menggunakan Metode First In First Out (Fifo) Pada PT. Jasa Armada Indonesia Jakarta, Rancang Bangun Sistem Informasi Penilaian Kinerja Karyawan Menggunakan Metode Topsis Dan 360 Derajat Pada PT. Murni Mandiri Lestari Jaya, Analisis Peramalan Harga Beli Emas Dengan Kombinasi Metode Regresi Linier Sederhana Dan Single Moving Average (Studi Kasus : Pegadaian), Pendeteksi Banjir Lokal Berbasis Arduino Pada Bantaran Sungai, Penerapan Algoritma Kriptografi Untuk Pengamanan Dokumen Transaksi Dengan Metode Rivest Shamir Adleman, Studi Literatur Pemanfaatan Metoda Data Mining Dalam Bidang Filantropi Di Indonesia, Implementasi Sistem Pendukung

Keputusan Untuk Rekomendasi Kelayakan Geografis Lokasi Pengeboran Minyak, Penerapan Metode Rapid Applications Development (Rad) Pada Aplikasi Sistem Manajemen Dokumen Di PT. XYZ, Perancangan Sistem Aplikasi Perpustakaan Pada SD Islam Al-Munir Bekasi Berbasis Visual Basic.Net, Determinasi Nilai Produk Bidding Dengan Menggunakan Metode Single Moving Average Dan Metode Exponential Smoothing.

Jurnal Volume XII. No. 1. Maret 2022 ini ditutup dengan tulisan bidang energy terbarukan yaitu Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap Menggunakan Panel Surya Tipis Tanpa Rangka Aluminium Untuk Pelanggan Rumah Tangga Pln Di Indonesia

Kami mengharapkan untuk edisi berikutnya bisa menampilkan tulisan-tulisan dari luar Universitas Darma Persada lebih banyak lagi, selamat membaca dan kami berharap tulisan-tulisan ini dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan minat pembaca.

Jakarta, 14 Maret 2022

Redaksi Jurnal



DAFTAR ISI

PENGANTAR REDAKSI.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
1. ANALIS PENGUKURAN DAN PERHITUNGAN <i>TOTAL HARMONIC DISTORTION</i> (THD) PADA BEBAN NON LINIER	1 - 8
Tomy Nugroho, Istoni Reza	
2. PENINGKATAN PENYERAPAN ENERGI CAHAYA MATAHARI PADA SOLAR CELL DENGAN SOLAR TRACKER	9 - 18
Musrifun, Yendi Esye	
3. PEMANFAATAN DAYA LISTRIK BAGI PELANGGAN TEGANGAN MENENGAH	19 - 27
Galih Ardiansyah, Eko Budi Wahyono	
4. ANALISIS PENGGUNAAN CAHAYA LASER UNTUK MENENTUKAN INDEKS BIAS KACA	28 - 33
Nur Hasanah	
5. PENGARUH KECEPATAN MEDIA PENDINGIN AIR TERHADAP KEKERASAN BAJA KARBON AISI 1045	34 - 40
Asyari Daryus, Jonathan Jayadi, Nopryandi	
6. KAJIAN PENERAPAN TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) PADA INDUSTRI MANUFAKTUR GULA DI INDONESIA	41 - 48
Erwin, Husen Asbanu, Yefri Chan	
7. ANALISIS KELAYAKAN STRUKTUR RANGKA MESIN PENGUPAS KULIT ARI BIJI JAGUNG BERBASIS KOMPUTER	49 - 59
Husen Asbanu, Yefri Chan, Muhammad Muslih	
8. RANCANG BANGUN MESIN PENYEDOT GABAH KERING KAPASITAS 20 KG DILENGKAPI SENSOR KAPASITAS UNTUK PROSES PENGEPAKAN	60 - 71
Trisna Ardi Wiradinata, Didik Sugiyanto, Ronaldo	
9. PERBAIKAN CUSTOMER SATISFACTION MELALUI PENDEKATAN 5 (LIMA) FAKTOR SERQUAL PADA PT. "X" CIBINONG	72 - 79
Atik Kurnianto, Muhammad Adif	
10. STUDI PERBANDINGAN MATERIAL HANDLING ANTARA TOWING DENGAN AUTOMATED GUIDED VEHICLE (AGV) DENGAN METODE SISTEM PRODUKSI TOYOTA DI PT. X	80 - 91
Alfian Destha Joanda, Ario Kurnianto, Riska Anzani	
11. PEMODELAN VARIAN DESAIN LIFE BUOY DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE BERBASIS ENERGI TERBARUKAN	91 - 97
Ali Imran, Augustinus Pusaka, Ayom Buwono, Aldyn Clinton Partahi Oloan, Mohammad Danil Arifin	
12. PENILAIAN KEAMANAN FASILITAS PELABUHAN BERDASARKAN ISPS CODE (STUDI KASUS: PT PELABUHAN X)	98 - 113
Dimas Rizki, Danny Faturachman, Mohammad Danil Arifin	
13. A STUDY ON FIBERGLASS CONSTRUCTION AS LAMINATION FOR BOAT ACCORDING TO STANDARD RULES	114 - 118
Shahrin Febrin	

14. ANALISA RESIKO KEGAGALAN SISTEM PEMADAM KEBAKARAN (FIFI-SYSTEM) BERDASARKAN CRITICALITY ANALYSIS 119 - 127
Aldo Fernando Syarief, Danny Faturachman, Mohammad Danil Arifin, Aldyn Clinton Partahi Oloan
15. ANALISA PRIORITAS PEMELIHARAAN KOMPONEN GENERAL SERVICE SYSTEM BERDASARKAN EFEK & TIPE KEGAGALAN MENGGUNAKAN METODE FMEA 128 - 137
Taufikurahman Silitonga, Mohammad Danil Arifin, Danny Faturachman
16. ANALISA PERFORMA BOW THRUSTER ANTARA PENGGERAK HIDROLIK DENGAN PENGGERAK ELEKTRIK 138 - 144
Aldyn Clinton Partahi Oloan, Mohammad Danil Arifin
17. RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PEMILIHAN PEMASOK MAKANAN BEKU PADA CV. NIRWANA SUKSES SEJAHTERA 145 - 156
Eka Yuni Astuty, Hasna Yunita
18. SOLUSI SISTEM INFORMASI KETERSEDIAAN BAHAN BAKU PADA GERAJ PIZZA XYZ DENGAN METODE FEFO (FIRST EXPIRED FIRST OUT) 157 - 165
Endang Ayu S, Aburizal Ridwan
19. KLUSTERISASI JUMLAH PENDERITA DEMAM BERDARAH DI KOTA INDONESIA MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEAN 166 - 171
Bibit Sudarsono, Umi Faddillah, Ayuni Asistiyasari, Yosep Nuryaman
20. RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PERSEDIAAN BARANG GUDANG MENGGUNAKAN METODE FIRST IN FIRST OUT (FIFO) PADA PT. JASA ARMADA INDONESIA JAKARTA 172 - 185
Yahya, Eva Novianti, Lucy
21. RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PENILAIAN KINERJA KARYAWAN MENGGUNAKAN METODE TOPSIS DAN 360 DERAJAT PADA PT. MURNI MANDIRI LESTARI JAYA 186 - 195
Eva Novianti, Fadel Muhammad
22. ANALISIS PERAMALAN HARGA BELI EMAS DENGAN KOMBINASI METODE REGRESI LINIER SEDERHANA DAN SINGLE MOVING AVERAGE (Studi Kasus : Pegadaian) 196 - 205
Suzuki Syofian, Denny Sanjaya
23. PENDETEKSI BANJIR LOKAL BERBASIS ARDUINO PADA BANTARAN SUNGAI 206 - 211
Andi Susilo, Reihand Achmad Firdaus
24. PENERAPAN ALGORITMA KRIPTOGRAFI UNTUK PENGAMANAN DOKUMEN TRANSAKSI DENGAN METODE RIVEST SHAMIR ADLEMAN 212 - 220
Bagus Tri Mahardika.,MMSI, Muhammad Rizky Alfian
25. STUDI LITERATUR PEMANFAATAN METODA DATA MINING DALAM BIDANG FILANTROPI DI INDONESIA 221 - 228
Yan Sofyan A.S
26. IMPLEMENTASI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK REKOMENDASI KELAYAKAN GEOGRAFIS LOKASI PENGEBORAN MINYAK 229 - 339
Herianto, Sulthan Alawy Shihab

27. PENERAPAN METODE RAPID APPLICATIONS DEVELOPMENT (RAD) PADA APLIKASI SISTEM MANAJEMEN DOKUMEN DI PT. XYZ 240 - 247
Afri Yudha, Rizki Rizkyatul Basir
28. PERANCANGAN SISTEM APLIKASI PERPUSTAKAAN PADA SD ISLAM AL-MUNIR BEKASI BERBASIS VISUAL BASIC.NET 248 - 257
Indra Bayu Setiadi Utomo, Budi Prasetya
29. DETERMINASI NILAI PRODUK BIDDING DENGAN MENGGUNAKAN METODE SINGLE MOVING AVERAGE DAN METODE EXPONENTIAL SMOOTHING 258 - 264
Timor Setiyaningsih, Susy Purwanti
30. POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA ATAP MENGGUNAKAN PANEL SURYA TIPIS TANPA RANGKA ALUMINIUM UNTUK PELANGGAN RUMAH TANGGA PLN DI INDONESIA 265 - 274
Aep Saepul Uyun, Carolus Boromeus Rudationo Tri Wahjatmo, Bangun Novianto, Erkata Yandri, Syukri Muhammad Nur, Riki Firmandha Ibrahim, Fitriani



PENGARUH KECEPATAN MEDIA PENDINGIN AIR TERHADAP KEKERASAN BAJA KARBON AISI 1045

Asyari Daryus¹, Jonathan Jayadi², Nopryandi¹

¹ Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Darma Persada

² Program Studi Teknik Mesin Universitas Darma Persada

Email : asyaridaryus01@gmail.com

ABSTRAK

Baja AISI 1045 merupakan jenis baja karbon menengah yang banyak digunakan di berbagai struktur dan komponen mesin. Untuk meningkatkan kualitas baja yang bertujuan untuk mengurangi kegagalan dalam operasinya, maka perlu dilakukan berbagai perlakuan yang salah satunya bertujuan untuk meningkatkan sifat mekaniknya. Salah satu sifat mekanik yang penting adalah kekerasan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari kecepatan aliran media pendingin terhadap kekerasan baja AISI 1045. Proses peningkatan kekerasan pada baja dilakukan dengan variasi laju media pendingin. Metode yang dilakukan adalah metode jominy dengan menggunakan air sebagai media pendingin. Pemanasan dilakukan pada temperatur 850^o C selama 15 menit sebelum bahan didinginkan. Variasi laju pendinginan dilakukan dengan variasi debit air pendingin, yaitu 1 gpm, 1,5 gpm dan 2 gpm. Diperoleh hasil terjadinya kenaikan kekerasan sebesar 339% pada permukaan bahan untuk kecepatan air pendingin 2 gpm, sementara itu kenaikan kekerasan untuk kecepatan air pendingin 1,5 dan 1 gpm diperoleh berturut-turut adalah 251% dan 157%. Untuk kedalaman 10 mm dari permukaan, kecepatan air pendingin 1,5 dan 2 gpm masih memberikan tambahan kekerasan sebesar masing-masingnya adalah 115% dan 132%, namun untuk kecepatan air pendinginan 1 gpm boleh dikatakan tidak terjadi kenaikan kekerasan yang signifikan.

Kata kunci : Quenching, Carbon Steel, AISI 1045, Kekerasan

1. PENDAHULUAN

Baja karbon merupakan material yang banyak digunakan, seperti untuk bahan perakitan, peralatan pertanian, komponen otomotif dan berbagai peralatan rumah tangga (Mulyadi, Tafrant, Hendradinata, & Zainuddin, 2021; Pratowo & HR, 2018; Rasyid, Sultan, Ramadhani, & Herdin, 2018). Salah satu jenis baja karbon yang banyak digunakan adalah AISI 1045. Baja ini banyak digunakan secara luas di lapangan karena mempunyai kelebihan-kelebihan, antara lain mempunyai sifat mekanik yang baik, sifat mampu las dan pemesinan yang baik dan juga tingkat kekerasan dan ketahanan aus yang baik pula. Bahan ini banyak digunakan sebagai bahan komponen mesin, seperti poros, poros engkol, penghubung torak, baut, pipa hidrolik, pin, gear, spindle dan sebagainya (Ibrahim & Sayuti, 2015; Mulyadi et al., 2021; Pratowo & HR, 2018).

Banyak penelitian telah dilakukan, terutama terkait dengan peningkatan sifat mekanik bahan AISI 1045 ini. Calik melakukan penelitian mengenai pengaruh laju pendinginan terhadap kekerasan dan mikrostruktur beberapa jenis baja. Dari hasil penelitiannya, beliau berkesimpulan bahwa ada pengaruh laju pendinginan terhadap kekerasan dan struktur mikro baja, dimana pendinginan yang lebih cepat akan menambah

kekerasan. Dalam hal ini media pendingin air memberikan nilai kekerasan yang paling tinggi (Calik, 2009). Sementara itu Mulyadi dkk. dalam penelitiannya mencoba mengetahui pengaruh media pendingin terhadap kekerasan baja AISI 1045. Dalam penelitiannya beliau menggunakan media pendingin berupa udara yang bersirkulasi, minyak pelumas, air garam dan asap cair. Dari hasil penelitiannya, Mulyadi dkk. berkesimpulan bahwa media pendingin minyak pelumas, air garam dan asap cair meningkatkan kekerasan bahan sementara media sirkulasi udara menurunkannya (Mulyadi et al., 2021). Pratowo dkk. dalam penelitiannya mencoba menganalisa kekerasan baja AISI 1045 setelah mengalami perlakuan pendinginan. Mereka menggunakan air, oli dan air garam sebagai media pendingin. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa media pendingin air garam memberikan nilai kekerasan tertinggi diikuti oleh air dan oli (Pratowo & HR, 2018).

Ibrahim dkk. dalam penelitiannya mengenai pengaruh perlakuan panas terhadap kekerasan dan mikrostruktur baja AISI 1045, memperoleh hasil bahwa nilai kekerasan akan naik dengan naiknya temperatur perlakuan panas (Ibrahim & Sayuti, 2015). Sementara itu Rachman dkk. meneliti mengenai pengaruh proses pengerasan baja AISI 1045 terhadap keausan. Dari berbagai nilai temperatur perlakuan panas diperoleh bahwa terdapat pengaruh temperatur terhadap keausan baja, dimana nilai keausan yang kecil diperoleh pada temperatur perlakuan panas 900^o C dan keausan terbesar diperoleh pada 800^o C (Rachman, Maulana, & Ekawati, 2020).

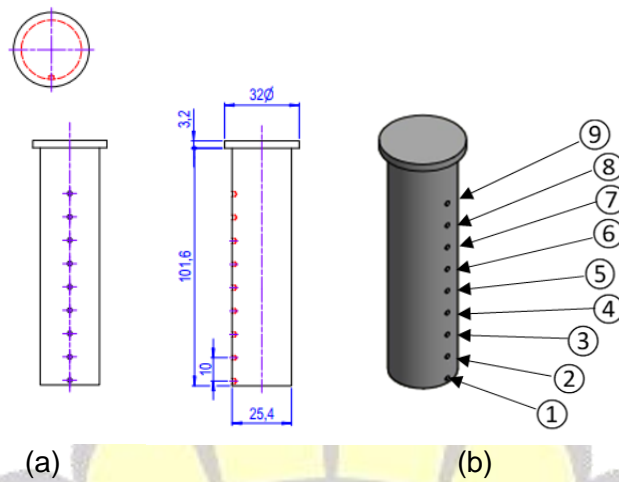
Dari berbagai penelitian yang disebutkan di atas, dapat diketahui bahwa kekerasan baja dipengaruhi oleh media pendingin, kecepatan pendinginan dan temperatur perlakuan panas. Untuk media pendingin, air termasuk media pendingin yang mendinginkan baja dengan cepat. Oleh sebab itu perlu untuk dilakukan penelitian lebih lanjut terkait media pendingin air dan kecepatan pendinginan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari kecepatan aliran media pendingin air terhadap kekerasan baja AISI 1045.

2. METODOLOGI

Uji Jominy digunakan untuk mendapatkan variasi kekerasan pada sampel dengan media pendinginan air. Benda uji atau spesimen adalah baja karbon AISI 1045 dan dibentuk mengikuti standar ASTM A255, yaitu dengan tinggi 101,6 mm dan diameter 1 inchi (Gambar 1). Pengukuran kekerasan dilakukan di 9 titik yang berjarak sama, yaitu 10 mm, dimulai dari nomor 1 untuk titik yang terdekat dengan nosel penyemprot sampai yang titik terjauh (titik 9). Jadi, titik 1 akan berjarak 0 mm, titik 2 jaraknya 10 mm, titik 3 berjarak 20 mm, dan seterusnya. Setiap pengujian menggunakan 2 sampel. Sampel sebelum di uji jominy dipanasin terlebih dahulu di dalam *oven* yang mempunyai kemampuan pemanasan sampai temperatur 850^o C.

Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode uji kekerasan Brinell. Alat uji Brinell yang digunakan adalah alat uji Brinell digital merek Afri. Metode pengujian kekerasan adalah dengan menggunakan beban 187,5 kgf; diameter *indenter* bola 2,5 mm; beban awal adalah 10 kgf; dan lama indentasi 3 detik.

Sebelum dilakukan uji jominy, sampel terlebih dahulu dipanaskan di dalam oven dengan temperatur 850^o C selama 15 menit. Selanjutnya dilakukan uji jominy dengan 3 variasi debit semprotan air yang berbeda, yaitu 2,0 gpm ($1,26 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$), 1,5 gpm ($9,46 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$), dan 1,0 gpm ($6,31 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$). Berikutnya, dilakukan uji kekerasan dengan metode Brinell. Hasil akhir merupakan nilai rata-rata dari kedua sampel yang diuji. Hasil uji kekerasan selanjutnya diolah dan dianalisa untuk mendapatkan hasil penelitian.



Gambar 1: (a) Dimensi sampel dan (b) titik-titik pengukuran.

Angka kekerasan Brinell dihitung dengan persamaan (Callister, 1997):

$$BHN = \frac{2P}{(\pi D) \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)} \tag{1}$$

Dimana BHN adalah angka kekerasan Brinell, P adalah beban yang digunakan (kg), D adalah diameter bola baja (mm), dan d adalah diameter lekukan (mm).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji kekerasan untuk berbagai kecepatan aliran air pendingin dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 (Jayadi, 2020). Nilai kekerasan untuk sampel tanpa proses pengerasan adalah 201,8 HBN.

Tabel 1. Hasil uji kekerasan untuk laju volume air 2,0 gpm.

Sampel	Nilai Kekerasan untuk titik-titik pengujian (HBN)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	683,5	267	254,8	211	209	207,7	207,1	207,4	206,4
2	682,7	264,3	225	210,8	207,8	205,2	204,6	204,2	205
Rata-rata	683,1	265,7	239,9	210,9	208,4	206,5	205,9	205,8	205,7

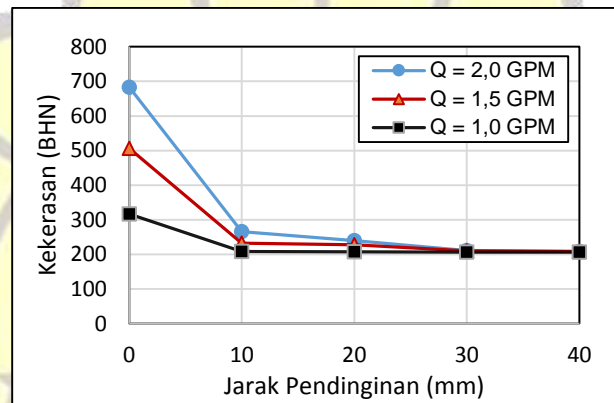
Tabel 2. Hasil uji kekerasan untuk laju volume air 1,5 gpm.

Sampel	Nilai Kekerasan untuk titik-titik pengujian (HBN)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	510,2	234,8	229,8	210,6	208,8	207,3	206,8	207	206,5
2	501,4	229,5	225,6	209	207,9	203,7	204	202,9	204
Rata-rata	505,8	232,2	227,7	209,8	208,4	205,5	205,4	204,9	205,3

Tabel 3. Hasil uji kekerasan untuk laju volume air 1,0 gpm.

Sampel	Nilai Kekerasan untuk titik-titik pengujian (HBN)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	313,4	207,3	206,5	205,8	205	204,8	204,5	204,7	203,9
2	319	208,7	208	207,5	207,7	207,3	206,6	206	206,4
Rata-rata	316,2	208	207,3	206,7	206,4	206,1	205,6	205,4	205,2

Dari pengukuran terlihat bahwa nilai kekerasan dari titik 1 sampai 5 (jarak 0 sampai 40 mm dari permukaan yang disemprot air) menurun dari kekerasan 683,1 BHN yang tertinggi (untuk volume air 2 gpm) sampai 206,4 BHN yang terendah (untuk volume air 1,0 gpm), sementara itu dari titik 6 sampai 9 terlihat kekerasan bahan cenderung datar pada nilai di sekitar 205 BHN. Gambar 3 memperlihatkan grafik kekerasan untuk titik 1 sampai dengan 5 atau untuk jarak 0 sampai 40 mm dari permukaan yang didinginkan.



Gambar 3: Kurva nilai kekerasan berdasarkan fungsi jarak pendinginan.

Dari Gambar 3 terlihat bahwa kekerasan bahan menurun dengan meningkatnya jarak dari titik pendinginan dan kondisi ini berlaku bagi ketiga kecepatan pendinginan. Perbedaan kekerasan yang signifikan diantara ketiga kecepatan pendinginan terlihat di permukaan yang didinginkan atau jarak 0 mm dari titik pendinginan, sementara itu semakin jauh jaraknya maka perbedaan kekerasan semakin menurun. Dari kurva dapat disimpulkan bahwa angka kekerasan tidaklah linier terhadap jarak.

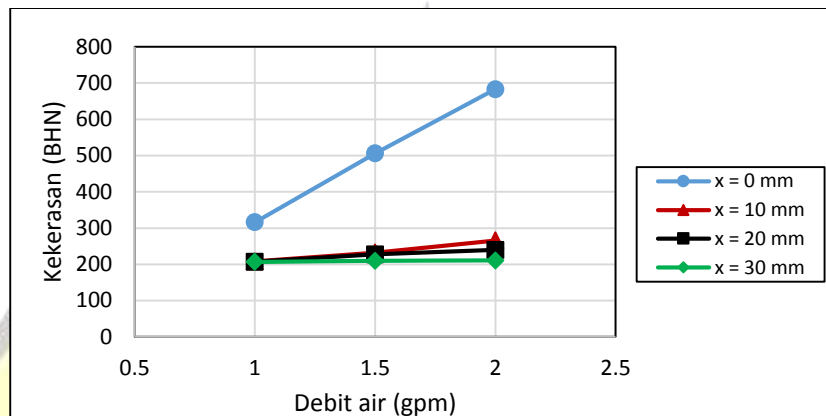
Untuk laju volume air pendingin 2,0 gpm, kenaikan kekerasan pada jarak 0 mm adalah 3,39 kali (339%), yaitu naik dari 201,8 BHN (bahan tanpa pengerasan) menjadi 683,1 BHN. Selanjutnya untuk titik 2, 3, 4 (jarak 10, 20, 30 mm) kenaikan kekerasannya berturut-turut adalah 1,32 kali (132%); 1,19 kali (119%); dan 1,05 kali (105%). Terlihat bahwa kenaikan kekerasan bahan menurun dengan drastis dengan bertambahnya jarak.

Untuk laju volume air pendinginan 1,5 gpm, kenaikan kekerasan untuk jarak 0, 10, 20 dan 30 mm berturut-turut adalah 2,51 kali (251%); 1,15 kali (115%); 1,13 kali (113%) dan 1,04 kali (104%), dan untuk laju volume air pendinginan 1,0 gpm, kenaikan kekerasan untuk jarak 0, 10, 20 dan 30 mm berturut-turut adalah 1,57 kali (157%); 1,03 kali (103%); 1,03 kali (103%) dan 1,02 kali (102%).

Dari ketiga laju volume air pendinginan didapatkan bahwa laju volume air pendingin paling besar memberikan hasil kekerasan yang paling tinggi, hal ini disebabkan karena semakin tinggi laju volume air maka laju penurunan temperatur pada bahan juga semakin

cepat sehingga pembentukan struktur martensit juga semakin banyak. Konsentrasi martensit yang semakin banyak akan menyebabkan nilai kekerasan yang semakin besar.

Gambar 4 memperlihatkan pengaruh laju volume air terhadap kekerasan untuk setiap titik pengujian. Meningkatnya laju volume air pendinginan akan menambah kekerasan bahan, ini berlaku untuk setiap titik pengujian, namun makin jauh jaraknya dari titik pendinginan maka penambahan kenaikan kekerasan bahan makin berkurang, dan untuk jarak titik pengujian 30 mm penambahan kekerasan sudah tidak signifikan dibandingkan terhadap kekerasan bahan tanpa proses pengerasan.



Gambar 4. Kekerasan bahan AISI 1045 berdasarkan laju volume air pendingin.

Dari hasil di atas, diperoleh bahwa untuk laju pendinginan 2 gpm akan menaikkan kekerasan di permukaan bahan sampai 339%, dan untuk kedalaman 10 mm dari permukaan kekerasan sudah berkurang dimana angka kekerasannya hanya meningkat sebesar 132%. Untuk laju pendinginan 1,5 gpm kekerasan pada permukaan meningkat sampai 251%, dan untuk kedalaman 10 mm meningkat sebesar 115%. Dan selanjutnya untuk laju pendinginan 1 gpm kekerasan pada permukaan meningkat sebesar 157% dan untuk kedalaman 10 mm kekerasan meningkat sebesar 103%. Dapat disimpulkan bahwa laju pendinginan 2 gpm dan 1,5 gpm masih memberikan dampak kenaikan kekerasan pada bahan sampai kedalaman 10 mm namun tidak demikian halnya dengan laju pendinginan 1 gpm.

Jika ditinjau secara struktur mikro, maka kecepatan pendinginan akan mempengaruhi struktur mikro bahan. Ketika pendinginan pelan maka baja austenite yang terbentuk ketika dipanaskan akan berubah menjadi ferit dan perlit yang mempunyai struktur kristal BCC (*body centered cubic*). Namun ketika kecepatan pendinginan bahan mencapai nilai tertentu maka struktur kristal BCC tidak terbentuk dengan sempurna atau ada sebagian besi yang tidak berhasil membentuk kristal BCC dikarenakan bahan sudah dingin, dan struktur akhir ferit yang belum mencapai BCC ini berbentuk kristal BCT (*body centered tetragonal*) atau disebut dengan martensit. Karakteristik dari martensit ini adalah mempunyai sifat keras. Pengaruh kecepatan pendinginan terhadap pembentukan struktur martensit adalah makin cepat laju pendinginan maka pembentukan martensit akan semakin banyak sehingga mengakibatkan bahan semakin keras.

Hal ini sesuai dengan penelitian Calik (Calik, 2009), dimana beliau melakukan penelitian mengenai pengaruh laju pendinginan terhadap struktur mikro dan kekerasan. Diantara hasil penelitian beliau dapat dilihat di Tabel 4. Sebagai contoh, untuk baja AISI 1020, pendinginan dengan air (pendinginan cepat) akan membentuk martensit sebesar 5%, sementara pendinginan dengan udara (kurang cepat) dan di tungku (lambat) tidak

menghasilkan struktur martensit. Sementara angka kekerasannya berturut-turut untuk pendinginan air, udara dan tungku pemanas adalah 476 HV, 149 HV dan 125 HV. Hal senada juga diperlihatkan untuk jenis baja yang lainnya.

Tabel 4. Persentase fase dan kekerasan baja setelah perlakuan panas. (Calik, 2009)

Perlakuan panas	Jenis baja	Ferit (%)	Pearlit (%)	Martensite (%)	Kekerasan (HV)
Pendinginan air	AISI 1020	15	70	5	476
	AISI 1040	20	60	20	521
	AISI 1060	5	60	30	610
Pendinginan udara	AISI 1020	45	55	-	149
	AISI 1040	30	50	20	166
	AISI 1060	30	65	5	203
Pendinginan di tungku	AISI 1020	55	45	-	125
	AISI 1040	50	40	-	149
	AISI 1060	50	50	-	167

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menjelaskan pengaruh kecepatan laju pendinginan terhadap kekerasan baja AISI 1045. Bahan uji dipanaskan sampai temperatur 850° C selama 15 menit kemudian dilakukan pengerasan dengan metode Jominy untuk tiga laju kecepatan penyemprotan media pendingin air. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan terhadap proses pengerasan baja AISI 1045 diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Kekerasan paling tinggi pada permukaan bahan diperoleh dari laju pendinginan paling besar, yaitu laju volume air pendingin 2 gpm, dimana kekerasan meningkat sebesar 339% dari bahan tanpa proses pengerasan. Kekerasan paling tinggi kedua diperoleh dari laju volume air pendingin 1,5 gpm dengan peningkatan kekerasan sebesar 251%, sementara laju volume air pendingin sebesar 1 gpm memberikan peningkatan kekerasan yang paling kecil, yaitu sebesar 157%.
2. Untuk kedalaman penetrasi 10 mm, laju volume air pendingin 2 gpm meningkatkan kekerasan sebesar 132%, dan laju volume air pendingin 1,5 gpm meningkatkan kekerasan sebesar 115%. Untuk laju volume air 1 gpm, kekerasan bahan hampir tidak mengalami peningkatan yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Calik, Adnan, 2009, *Effect of Cooling Rate on Hardness and Microstructure of AISI 1020, AISI 1040 and AISI 1060 Steels*, *International Journal of Physical Sciences*, 4(9), 5.
2. Callister, W.D, 1997, *Materials Science and Engineering, 4th edition*, John Wiley & Sons, Inc.
3. Ibrahim, Akhyar, & Sayuti, M, 2015, *Effect of Heat Treatment on Hardness and Microstructure of AISI 1045*, *Advanced Materials Research*, 1119(2015), 6. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.1119.575
4. Jayadi, Jonathan, 2020, *Pengaruh Kecepatan Aliran Air Pendingin Pada Kekerasan Material Baja Karbon AISI 1045 Dalam Uji Jominy*, (Sarjana S1 Skripsi), Universitas Darma Persada, Jakarta.
5. Mulyadi, Mulyadi, Tafrant, Dodi, Hendradinata, Hendradinata, & Zainuddin, Zainuddin, 2021, *The Effect of Quenching Media on the Hardness of AISI 1045 Steel*, Paper presented at the 5th First T1 T2 2021 International Conference (First-T1-T2 2021).
6. Pratowo, Bambang, & HR, Ary Fernando. (2018). Analisa Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 Setelah Mengalami Perlakuan Quenching. *Jurnal Teknik Mesin UBL*, 5(2), 5.

7. Rachman, Yoshi Mustafa, Maulana, Ahamd, & Ekawati, Fatimah Dian, 2020, ***Pengaruh Proses hardening Baja AISI 1045 Terhadap Sifat Keausan***, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 8(2), 7.
8. Rasyid, Saharuddin, Sultan, A. Z., Ramadhani, Muh. Sulfikar, & Herdin, Istan, 2018, ***Pengaruh Variasi Quenching Bertingkat Pada Baja AISI-1045 Dengan Menggunakan Media Pendingin Oli SAE-20W dan Air Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro***, *Jurnal Teknik mesin Sinergi*, 16(2), 11.

