

**STUDI PENINGKATAN KEKERASAN PADA PERMUKAAN BAJA KARBON
MENGUNAKAN METODE *FLAME HARDENING* DENGAN VARIASI
TEMPERATUR PEMANASAN 770°C, 870°C, DAN 970°C**

**Muhammad Ali Rosidi; Patna Partono, S.T., M.T.
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Abstrak

Baja karbon rendah umumnya mengandung kurang dari sekitar 0,25% berat C. Perlakuan panas dapat didefinisikan sebagai kombinasi operasi pemanas dan pendinginan terhadap logam atau paduannya dalam keadaan padat dalam waktu tertentu. Tujuannya adalah untuk mendapatkan komponen dengan permukaan yang keras namun bagian dalamnya masih tetap ulet. Metode perlakuan panas dan perlakuan permukaan yang praktis dapat dilakukan menggunakan *Flame hardening*. *Flame hardening* atau pengerasan dengan nyala api terbuka adalah pengerasan yang dilakukan dengan memanaskan benda kerja pada nyala api. Nyala api tersebut dapat menggunakan Elpiji + Udara atau *Acetylin* + *O₂*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur *flame hardening* terhadap kekerasan permukaan dan struktur mikro pada material besi baja karbon rendah. Dengan variasi temperatur 770°C, 870°C, dan 970°C pada setiap spesimen yang diuji kemudian dilakukan *quenching* dengan media pendingin air dengan cara dicelupkan. Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode *rockwell*, sedangkan pengujian metalografi menggunakan mikroskop optik Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan pada masing-masing spesimen didapatkan ukuran butiran *ferrite* lebih kecil pada bagian tepi dibandingkan pada bagian tengah, dan ukuran butiran *pearlite* di tepi lebih besar dibandingkan bagian tengah, sehingga kekerasan lebih tinggi di tepi daripada di tengah. Hal ini juga dapat dibuktikan dari hasil uji kekerasan *rockwell*. Berikutnya, Data yang diperoleh dari pengujian kekerasan *Rockwell* (HRB) sangat bervariasi. Pada baja tanpa perlakuan (*raw material*) didapat nilai rata-rata kekerasan sebesar 88,9 HRB. Selanjutnya nilai rata-rata kekerasan pada temperatur 770°C sebesar 77,58 HRB, 870°C sebesar 77,64 HRB, dan 970°C sebesar 79,16 HRB. Nilai kekerasan optimal pada baja E terdapat pada suhu 970°C, sedangkan nilai kekerasan paling rendah terdapat pada baja yang di *annealing*.

Kata kunci: Baja karbon rendah, *Flame hardening*, *Quenching*, Struktur mikro, Kekerasan

Abstract

Low-carbon steels generally contain less than about 0.25% of weight C. Heat treatment can be defined as a combination of hardening and cooling operations against a metal or its alloy in a solid state in a given time. The goal is to get a component with a hard surface but the inside remains sticky. The method of heat treatment and the practical surface treatment can be done using Flame hardening. Flame hardening or hardening with open flame is hardening performed by hardening the work object on the flame. The flame can use Gas + Air or Acetyline + O₂. The aim of this study was to find out the influence of temperature variations of flame hardening on surface hardness and microstructure on low-carbon steel iron materials. With temperature variations of 770 °C, 870°C, and 970 ° C on each tested specimen then quenching with water cooling medium by submerging. Strength tests were performed using the rockwell method, while metallographic tests used optical microscopes. Observations of microstructure showed that each specimen obtained smaller ferrite particle sizes on the edge compared to the middle, and larger pearlite particle dimensions on the sides than on the center, so that the strength was higher on the side than in the middle. It can also be proven from the rockwell violent test results. Next, the data obtained from the Rockwell hardness test (HRB) varies greatly. For untreated steel, the average hardness is 88.9 HRB, followed by 77.58 HRB at 770°C, 77.64 870 HRB and 79.16 HRB. The optimal hardness of steel E is 970 °C, while the lowest is found in steel under annealing.

Keywords : *Low carbon steel, Flame hardening, Quenching, Micro Structure, Strength*

1. PENDAHULUAN

Kerusakan suatu material atau komponen mesin selalu diawali dari permukaan material itu sendiri yang dikarenakan oleh adanya faktor lingkungan yang mempengaruhi, seperti korosi maupun keausan yang diakibatkan oleh interaksi dengan komponen lain. Maka diperlukan suatu metode untuk menambah kekuatan atau kekerasan pada permukaan material tersebut agar tidak mudah rusak atau setidaknya menambah masa produktivitas material tersebut. Untuk mendapatkan sifat-sifat fisik material yang kita butuhkan, maka perlu kita ubah sifat-sifat material tersebut dengan melakukan perlakuan panas (*heat treatment*).

Dengan melakukan *heat treatment* kita mendapatkan logam yang memiliki sifat-sifat fisik meliputi konduktivitas listrik, struktur mikro, densitas, dan sifat mekanis yang baik terutama dalam hal kekerasan, kelenturan, dan pengerjaan dari sifat asal. Perlakuan panas atau *heat treatment* dapat didefinisikan sebagai kombinasi operasi pemanas dan pendinginan terhadap logam atau paduannya dalam keadaan padat dalam waktu tertentu. Hal ini dimaksudkan untuk memperoleh sifat yang diinginkan dengan merubah struktur mikronya (Wibowo, 2006).

Ada banyak metode yang bisa digunakan untuk menambah kekerasan permukaan (*surface hardening*) diantaranya *carburating*, *nitriding*, *cyaniding*, *flame hardening*, dan *induction hardening*. Pada proses *surface hardening*, pemanasan hanya dilakukan pada permukaan saja. Salah satu metode *surface hardening* yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kekerasan bahan adalah *flame hardening*. (ASM International Handbook Committee, "Volume 4, *Heat Treating*," *American Society for Metals International*, 1991.)

Flame hardening atau pengerasan dengan nyala api terbuka adalah pengerasan yang dilakukan dengan memanaskan benda kerja pada nyala api. Nyala api tersebut dapat menggunakan Elpiji + Udara atau Acetylin + O₂. Permukaan benda kerja dipanaskan hingga suhu diatas suhu kritis atas, dengan cara menjalankan api oxy-acetylene dan segera di *quenching* dengan semprotan atau mencelupkan ke air. Cara ini sangat efektif untuk baja dengan kandungan karbon cukup tinggi (lebih dari 0,4 % C).

2. METODE

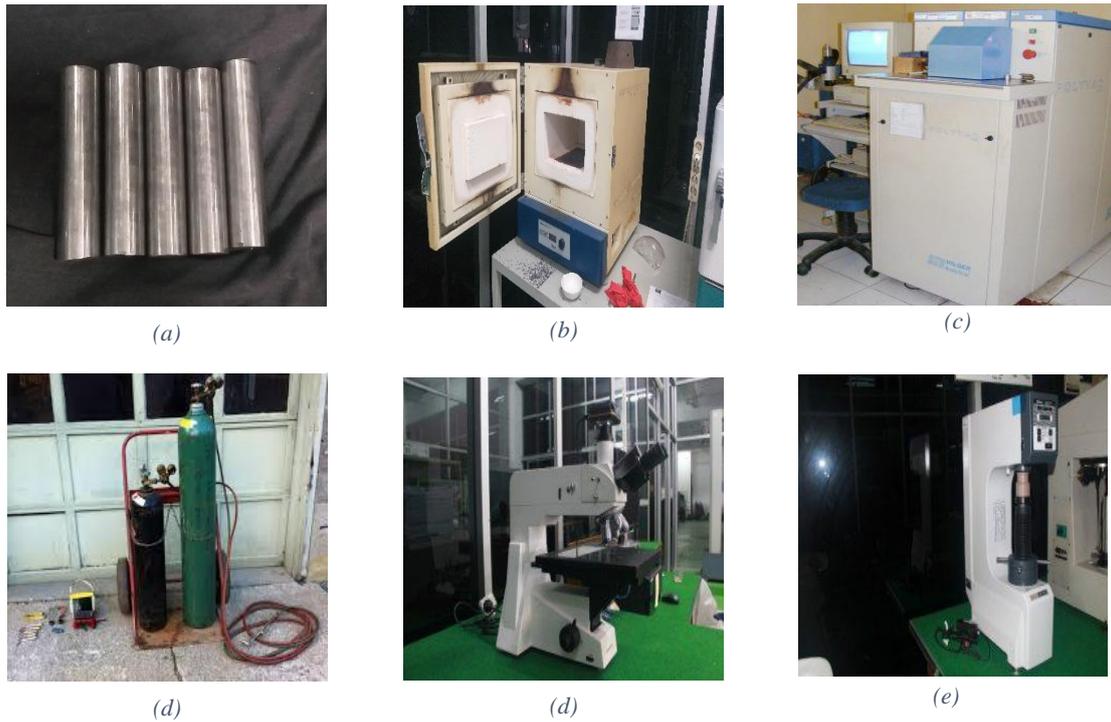
Penelitian ini diawali dengan studi literatur, persiapan spesimen pengujian *Annealing dan Flame Hardening* dengan variasi temperatur pemanasan 770°C, 870°C, dan 970°C untuk dilakukan pengujian kekerasan dan struktur mikro yang nantinya digunakan untuk perhitungan analisis kekerasan, lalu analisa data, hasil dan pembahasan, kesimpulan dan saran. Penelitian ini dilaksanakan di Workshop MDQ, Laboratorium Politeknik Ceper, dan Laboratorium Prodi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Surakarta, dengan kurun waktu selama 5 bulan.

Bahan dan Alat

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah material baja karbon rendah yang setara dengan ST37. Dengan komposisi kimia sebagai berikut

Table 1. Komposisi unsur kimia pada material yang diuji

Unsur	Fe	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Cu	Al	C
Kandungan (%)	99,30	0,157	0,326	0,014	0,014	0,011	0,011	0,006	0,083



Gambar 2. (a)Material uji, (b)Spektrometer, (c)Furnace, (d)Gas&Acetylene, (e)Metalografi, (f)Rockwell hardness tester

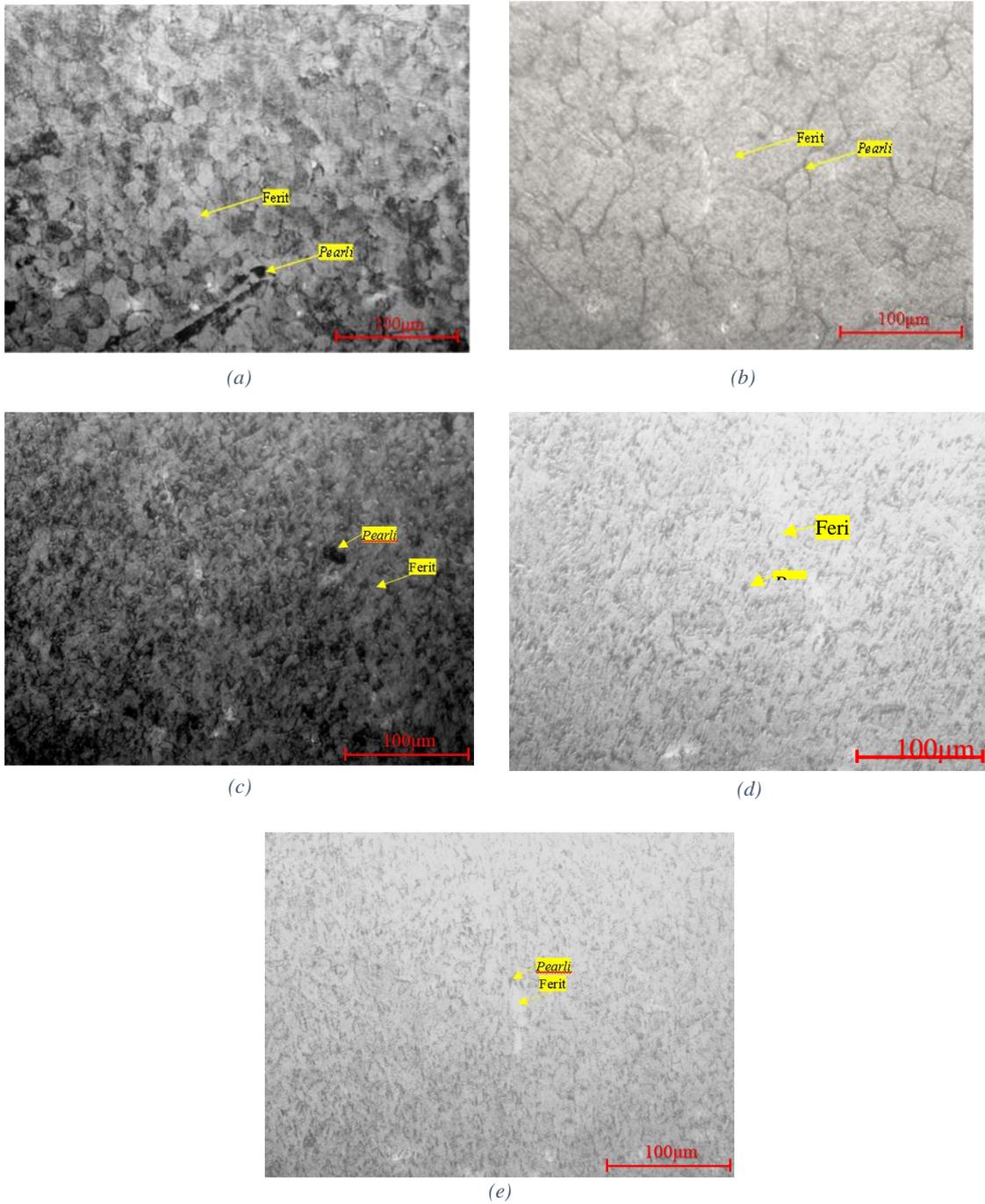
Bahan diuji komposisi kimia untuk mengetahui kandungan unsur kimia yang ada pada (spesimen) material yang akan di uji, kemudian spesimen dipotong menjadi 5 potong spesimen A,B,C,D,&E. Spesimen B,C,D,E diannealing dengan furnace dengan temperatur 900°C selama 2 jam untuk menghilangkan tegangan sisa pada spesimen. Kemudian spesimen B,C,&E di lakukan flame hardening dengan variasi temperatur untuk spesimen C(770°C), D(870°C), E(970°C). Kemudian ke 5 spesimen A(Raw Spesimen), B(Annealing 900°C), C(Annealing+Flame hardening 770°C), D(Annealing+Flame hardening 870°C), E(Annealing+Flame hardening 970°C) diuji struktur mikro dan kekerasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Komposisi Kimia

Dari tabel.1 dapat dilihat, spesimen uji termasuk kedalam jenis baja karbon rendah dengan kandungan karbon 0.083% dan kandungan unsur Fe 99,30%.

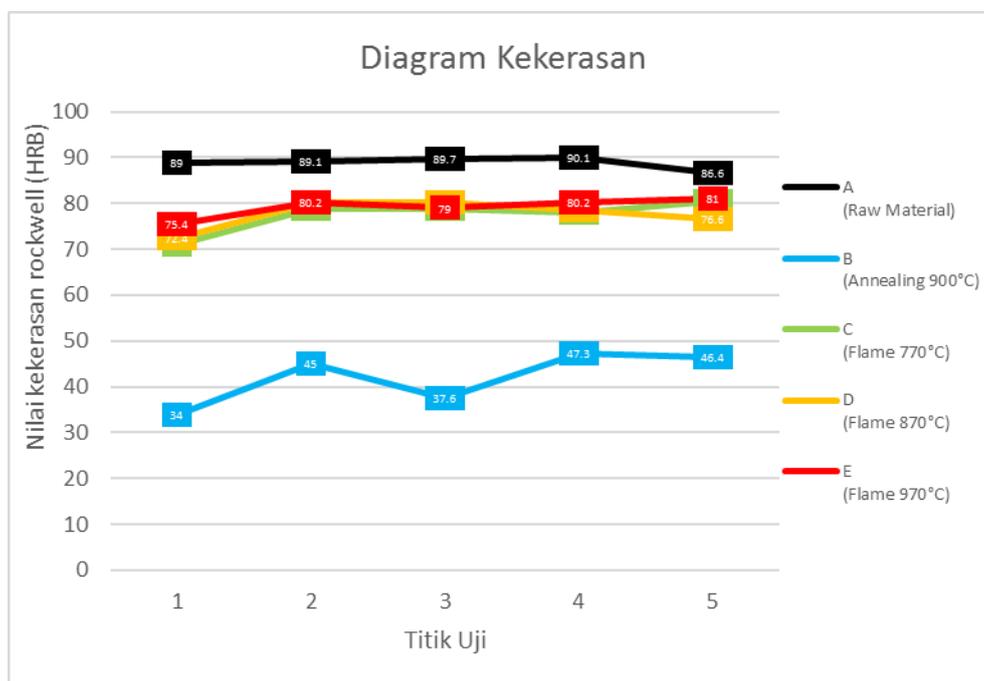
3.2 Pengujian Struktur Mikro



Gambar 2. 1 foto struktur mikro (a)raw material, (b)annealing (c)770°C, (d)870°C, & (e)970°C

Terlihat dari hasil pengujian struktur *ferrite* dan *pearlite* mendominasi akibatnya paduan ini relatif lunak dan lemah tetapi memiliki keliatan (*ductility*) dan ketangguhan (*toughness*) yang luar biasa spesimen E yang merupakan spesimen yang telah di *annealing* kemudian di *flame hardening* dengan temperatur 970°C hasilnya mikro struktur yang terlihat *ferrite* lebih dominan *ferrite* daripada *pearlite*. serta ukuran butiran *ferrite* mengecil dan lebih berantakan karena proses *quenching* dari temperatur yang tinggi sehingga menghasilkan material yang lebih keras dibanding spesimen yang hanya di *annealing*.

3.3 Pengujian Kekerasan



Gambar 3. Grafik uji kekerasan semua heat treatment yang dilakukan

Berdasarkan gambar.3 ketiga spesimen yang di *flame hardening* didapatkan tren kenaikan kekerasan dibanding spesimen B yang hanya di *annealing*. Tingkat kekerasan permukaan spesimen E lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen C dan spesimen D karena temperatur yang digunakan lebih tinggi.

4. PENUTUP

Dalam pengujian dapat disimpulkan bahwa:

1. Uji komposisi kimia yang dilakukan pada spesimen memperlihatkan spesimen yang digunakan adalah baja karbon rendah karena memiliki unsur karbon <0,2% yaitu 0,083%.

2. Spesimen E yang di *flame hardening* dengan temperatur 970°C ukuran butiran *ferrite* lebih kecil dibandingkan yang lainnya dan lebih berantakan karena proses *quenching* dari temperatur yang tinggi sehingga
3. Spesimen E yang di *flame hardening* dengan temperatur 970°C ukuran butiran *ferrite* lebih kecil dibandingkan yang lainnya dan lebih berantakan karena proses *quenching* dari temperatur yang tinggi sehingga menghasilkan material yang lebih keras dibanding spesimen yang hanya di *annealing*. Berdasarkan tabel 4.3 spesimen E (970°C) memiliki rata-rata nilai kekerasan 79.16 HRB sedangkan spesimen B (*annealing*) memiliki rata-rata nilai kekerasan 42.06 HRB.

PERSANTUNAN

Terima kasih kepada Bapak Patna Partono, S.T., M.T. selaku pembimbing Tugas Akhir, Bapak Amin Sulistyanto, S.T., M.T. selaku Sekretaris Dewan Penguji dan Bapak Masyrukan, S.T., M.T. selaku Anggota Dewan Penguji atas bimbingannya dalam penulisan laporan Tugas Akhir.

Peneliti juga mengucapkan banyak terima kasih kepada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan banyak ilmu bermanfaat untuk kedepannya dan pihak yang tidak saya sebut satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM International Handbook Committee, "*Volume 4, Heat Treating*," American Society for Metals International, 1991.
- Haryadi, G.D, Utomo, A.F, & Ekaputra, I.M.W. (2021). *Pengaruh Variasi Temperatur Quenching dan Media Pendingin terhadap Tingkat Kekerasan Baja AISI 1045*. Teknik Mesin, Universitas Diponegoro.
- Perdana, D. (2017). Pengaruh Variasi Temperatur pada Proses Perlakuan Panas Baja Aisi 304 terhadap Laju Korosi. *Teknika : Engineering and Sains Journal*, 1(1), 67–72. <https://doi.org/10.51804/tesj.v1i1.70.67-72>.
- Suarsana, I.K., (2017). *Pengetahuan Material Teknik*. Diktat. Teknis Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Udayana
- Wibowo B. T. (2006). *Pengaruh Temper Dengan Quenching Media Pendingin Oli Mesran SAE 40 Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Baja ST-60*. Laporan Tugas Akhir, Universitas Negeri Semarang.