

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang berjudul “Analisis Pengaruh Variasi Suhu Penahan Dengan Metode *Carburizing* Terhadap Kekerasan, Kedalaman Kekerasan dan Komposisi Baja ASTM A36” ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Institut Teknologi Malang dan melakukan pengujian di Laboratorium Universitas Negeri Malang. Pada bab ini akan memaparkan hasil dan pembahasan terhadap judul penelitian yang nantinya perlu diuraikan untuk mengetahui bagaimana tahapan penelitian beserta pengaruh hasil penelitian. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah ASTM A36. Spesimen yang digunakan adalah baja ASTM A36 berbentuk silinder dengan diameter 10mm dan *kedalaman* 5mm yang berjumlah 1 buah spesimen tanpa perlakuan dan 3 spesimen dengan suhu *carburizing* 700°C, 800°C, dan 900°C.

Pada penelitian ini spesimen dilakukan sebuah perlakuan panas dengan metode *carburizing*. Pada proses *carburizing* menggunakan variasi suhu 700°C, 800°C, dan 900°C dengan waktu penahan selama 180 menit. Proses *carburizing* yang dimaksud merupakan menambah kadar karbon pada permukaan material baja ASTM A36, apabila kadar karbon pada permukaan bertambah, maka kekerasan permukaannya juga akan meningkat. Penambahan kadar nitrogen berguna untuk meningkatkan ketahanan aus pada baja. Akibat dari metode *carburizing* diharapkan baja memiliki sifat permukaan yang keras dan inti yang tetap ulet dan memiliki ketahanan aus yang tinggi.

Hasil penelitian beserta pembahasannya berdasarkan kajian pustaka dan metode bab sebelumnya, akan dijelaskan dan diuraikan pada bab ini. Data yang didapatkan dan dipaparkan merupakan hasil penelitian yang berupa grafik, tabel, dan gambar yang menunjukkan hasil pengujian kekerasan, *kedalaman* kekerasan, dan komposisi material baja karbon rendah ASTM A36 yang telah mengalami proses *surface hardening* dengan menggunakan metode *carburizing*.

Pengujian kekerasan, *kedalaman* kekerasan dan komposisi pada baja ASTM A36 dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Negeri Malang. Pengujian *kedalaman* kekerasan dan komposisi menggunakan SEM EDX, kekerasan menggunakan uji *microvickers*. Dalam pengujian kekerasan dengan 5

titik tiap spesimen, sedangkan mengukur *kedalaman* spesimen dengan *kedalaman* 15mm dan komposisi menggunakan SEM EDX. Hasil pengujian dan pembahasan kekerasan baja ASTM A36, struktur mikro dan *kedalaman* pada spesimen sebagai berikut:

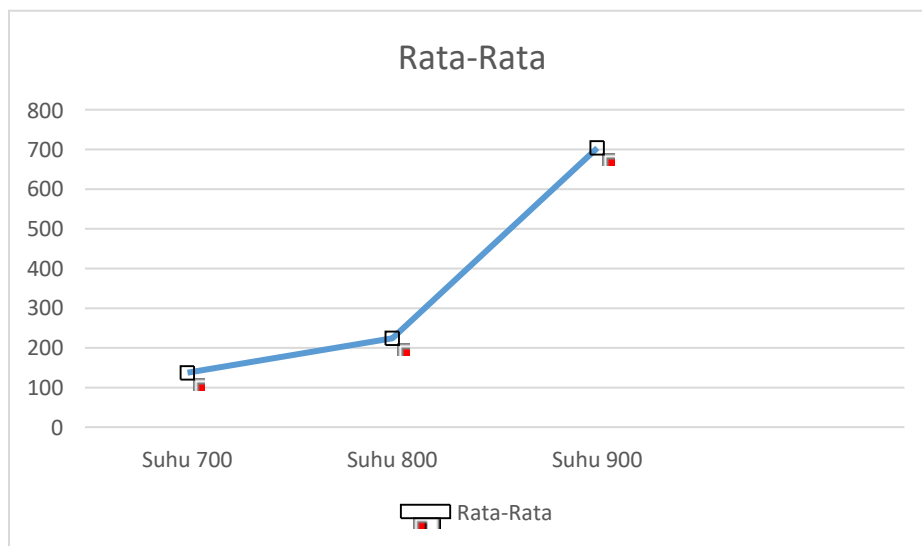
4.1 Hasil Pengujian dan Pembahasan pada Kekerasan Baja ASTM A36

Hasil pengujian tingkat kekerasan yang menggunakan alat *microvickers* dilakukan pada spesimen tanpa perlakuan dan mengalami *heat treatment* dengan variasi suhu 700°C, 800°C, 900°C dan diholding selama 180 menit disajikan dalam Tabel 3 dan grafik pada Gambar 14 sebagai berikut:

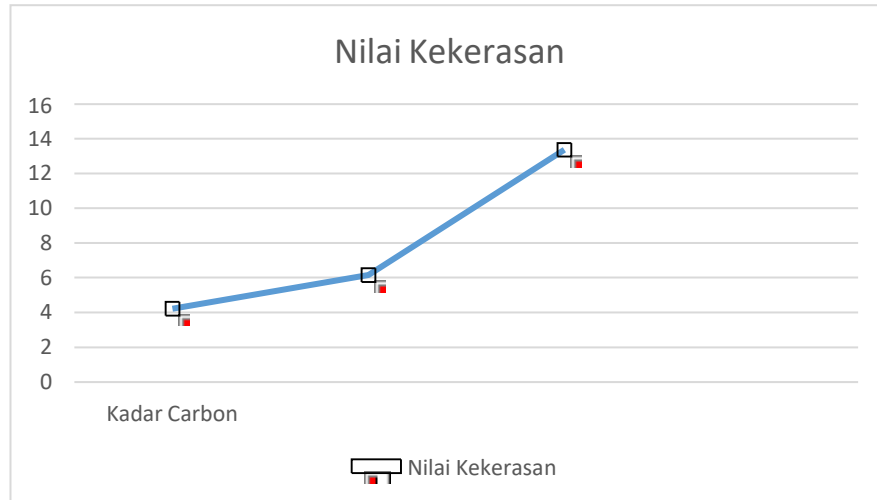
Tabel 2 Perbandingan Hasil Pengujian Kekerasan Baja ASTM A36

No	Temperature Spesimen	Kekerasan (HV)					
		Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5	Rata-rata
1	700	151.1	140.0	207.6	130.1	122.2	137.4
2	800	228.5	234.0	207.6	227.5	224.9	224.5
3	900	726.3	740.4	799.0	773.8	479.2	703.74

Sumber: Data Peneliti



Gambar 7 Grafik Perbandingan Nilai Kekerasan Baja ASTM A36



Gambar 8 Hubungan Kadar C dengan Kekerasan

Dari Tabel 3 dan Gambar 7 diatas, dapat dilihat nilai kekerasan baja karbon rendah ASTM A36 berdasarkan variasi suhu *carburizing*, memiliki nilai rata-rata dari data hasil pengujian kekerasan permukaan material pada setiap titik spesimen.

Pada tabel dan grafik diatas ditunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata nilai kekerasan permukaan akibat adanya perbedaan suhu *carburizing*. Pada suhu 700⁰C rata-rata nilai kekerasan permukaan sebesar 137,4 HV, pada suhu 800⁰C rata-rata nilai kekerasan permukaan sebesar 224.5HV, dan nilai kekerasan pada suhu 900⁰C rata-ratanya sebesar 703.74 HV. Berdasarkan hasil rata-rata nilai kekerasan material baja ASTM A36 semakin meningkat. Tidak meratanya kekerasan pada permukaan material dapat disebabkan karena kesalahan dalam proses penambahan karbon pada proses *carburizing* (Sundari et al., 2021).

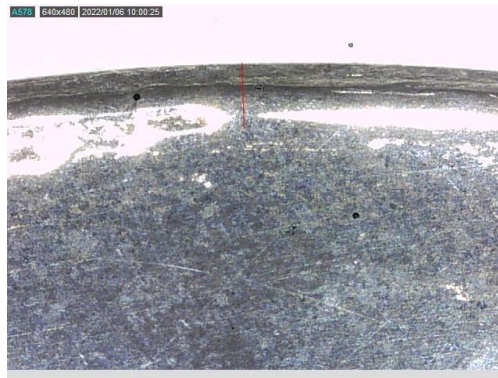
Peningkatan kekerasan permukaan karena banyaknya martensit yang terbentuk pada permukaan material baja ASTM A36. Semakin tinggi suhu *carburizing*, maka akan semakin banyak perlit yang terbentuk pada permukaan material yang dapat menyebabkan material mempunyai permukaan yang keras. Pada proses *carburizing* hanya permukaannya yang bersifat keras dan getas sedangkan karakteristiknya bersifat ulet.

Pada Gambar 8 kadar karbon pada material memiliki pengaruh terhadap kekerasan permukaan dimana banyak kadar karbon dalam material yang bertambah dan akan menghasilkan tingkat kekerasan. Kadar karbon yang digunakan semakin banyak maka martensit yang terbentuk juga semakin banyak pada proses quenching dan menyebabkan kekerasan suatu material.

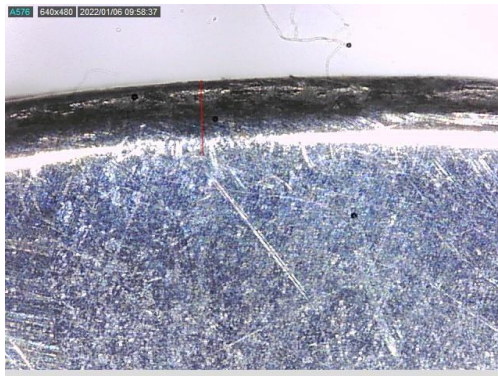
4.2 Hasil Pengujian dan Pembahasan pada *Kedalaman Spesimen*

Hasil pengujian *kedalaman* menggunakan SEM EDX yang telah diberi perlakuan *surface hardening* menggunakan metode *carburizing*, spesimen yang diuji merupakan baja ASTM A36 yang digunakan penelitian ini Gambar 11,12, 13, dan 14 setelah dilakukan perlakuan menemukan hasil masing-masing dengan *kedalaman* 0,4mm, 0,5mm dan 0,6mm.

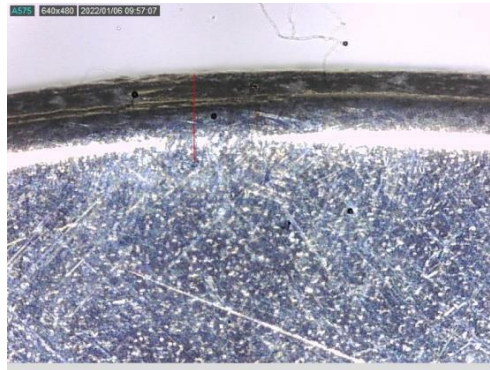
Hasil dari pengujian SEM_EDX memiliki tujuan guna untuk mengidentifikasi *kedalaman* kekerasan pada baja karbon rendah setelah diberi perlakuan *surface hardening*. Berikut penjelasan hasil pengujian *kedalaman* kekerasan yang telah dilakukan



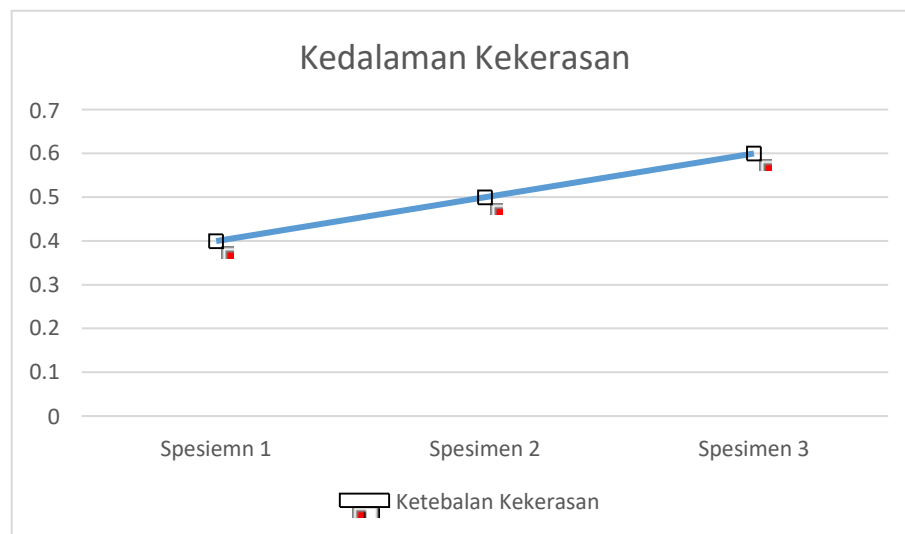
Gambar 9 Hasil Penelitian *Kedalaman* pada Spesimen 1



Gambar 10 Hasil Penelitian *Kedalaman* pada Spesimen 2



Gambar 11 Hasil Penelitian *Kedalaman* pada Spesimen 3



Gambar 12 Perbedaan Hasil Pengujian Kedalaman Kekerasan Material Baja ASTM A36

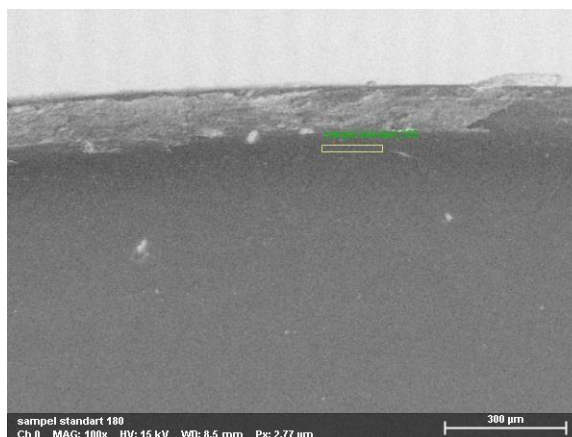
Dari gambar 9,10,11 dan Gambar 12 diatas, dapat dilihat nilai kedalaman kekerasan baja karbon rendah ASTM A36, yang memiliki nilai berbeda dari setiap spesimen yang dihasilkan dari pengujian dengan dilakukan proses *surface hardening* dengan variasi suhu *carburizing* 700°C, 800°C, dan 900°C.

Pada tabel dan grafik diatas ditunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai *kedalaman* kekerasan permukaan akibat adanya perbedaan suhu *carburizing*. Spesimen 1 menghasilkan *kedalaman* sebesar 0.4mm, spesimen 2 menghasilkan *kedalaman* 0.5mm dan spesimen 3 menghasilkan sebesar 0.6mm

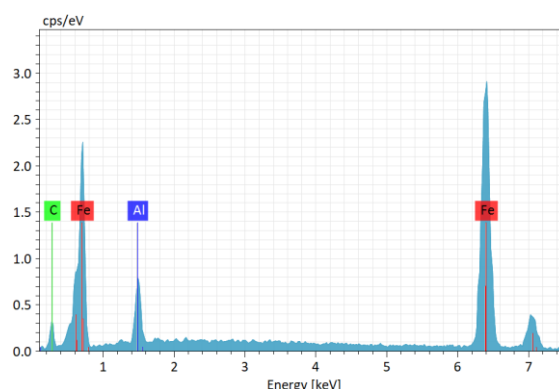
4.3 Hasil Pengujian dan Pembahasan pada Komposisi Spesimen

Data yang diperoleh pada pengujian komposisi material baja ASTM A36 berupa tabel dan grafik. Perbandingan hasil pengujian komposisi baja ASTM A36 setelah proses *carburizing* dengan variasi suhu masing-masing 700°C, 800°C, dan

900°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi adanya perubahan komposisi beberapa unsur yang terkandung dalam baja akibat *surface hardening*. Pada komposisi yang dihasilkan menunjukkan bahwa terjadi perubahan komposisi unsur baja ASTM A36 yaitu unsur C sebesar 4,22% pada variasi suhu 700°C, pada 800°C unsur C sebesar 6.16%, dan 900°C unsur C sebesar 13.37%.



Gambar 13 Hasil Uji SEM Menggunakan Metode *Carburizing* 700⁰



Gambar 14 Grafik Komposisi Baja ASTM A36 Setelah Proses *Carburizing* Suhu 700⁰

Tabel 3 Komposisi Baja ASTM A36 Setelah Proses *Carburizing* 700⁰

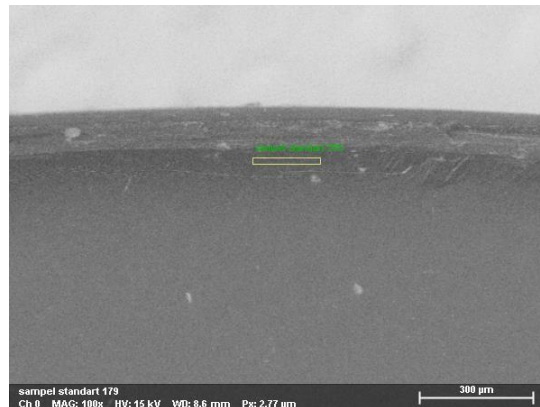
sampel standart 210

Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Mass Norm. [%]	Atom [%]	abs. error [%] (1 sigma)	rel. error [%] (1 sigma)
Fe	26	16736	96.60	94.44	80.99	2.98	3.09
C	6	276	4.22	4.13	16.46	1.46	34.69
Al	13	570	1.47	1.43	2.54	0.13	8.97
		Sum	102.29	100.00	100.00		

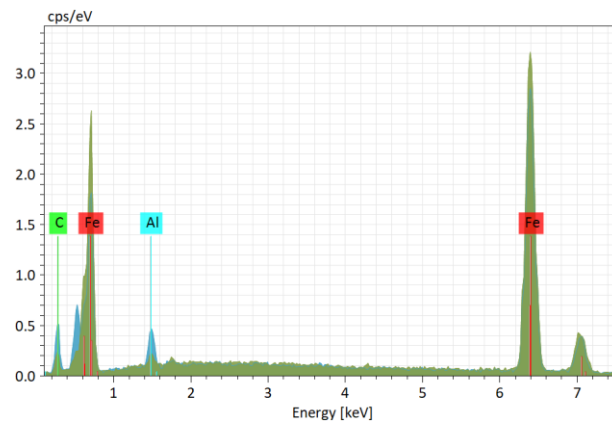
Sumber: Data Peneliti

Dari hasil foto SEM-EDX pada Gambar 13 yang telah dilakukan proses *carburizing* pada suhu 700⁰ C terdapat perubahan struktur pada lapisan permukaan

spesimen uji. Dalam spesimen uji ini mengandung C 4.22% dan 16.46% atom carbon.



Gambar 15 Hasil Uji SEM Menggunakan Metode *Carburizing* 800⁰



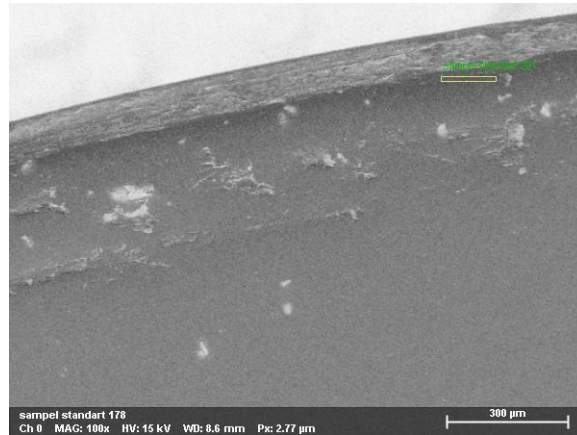
Gambar 16 Grafik Komposisi Baja ASTM A36 Setelah Proses *Carburizing* Suhu 800⁰

Tabel 4 Komposisi Baja ASTM A36 Setelah Proses *Carburizing* 800⁰

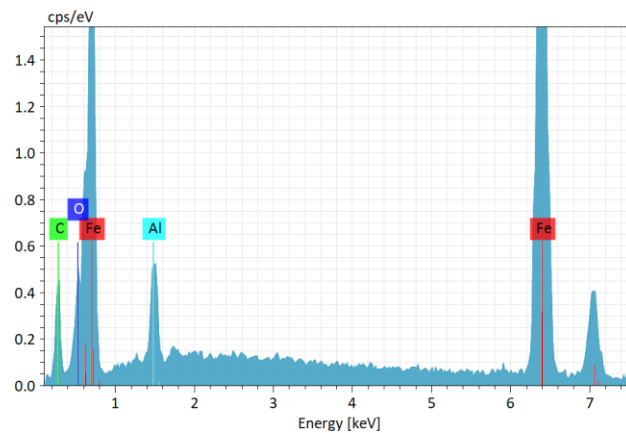
sampel standart 204

Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Mass Norm. [%]	Atom [%]	abs. error [%] (1 sigma)	rel. error [%] (1 sigma)
Fe	26	16596	88.61	92.95	74.83	2.74	3.09
C	6	448	6.16	6.47	24.20	1.81	29.30
Al	13	227	0.56	0.58	0.97	0.08	14.04
		Sum	95.33	100.00	100.00		

Dari hasil foto SEM-EDX pada Gambar 15 yang telah dilakukan proses *carburizing* pada suhu 800⁰ C terdapat perubahan struktur pada lapisan permukaan spesimen uji. Dalam spesimen uji ini mengandung C 6.16% dan 24.20% atom carbon.



Gambar 17 Hasil Uji SEM Menggunakan Metode *Carburizing* 900⁰



Gambar 18 Grafik Komposisi Baja ASTM A36 Setelah Proses *Carburizing* Suhu 900⁰

Tabel 4 Komposisi Baja ASTM A36 Setelah Proses *Carburizing* 900⁰

sampel standart 201

Element	At. No.	Netto	Mass [%]	Mass Norm. [%]	Atom [%]	abs. error [%] (1 sigma)	rel. error [%] (1 sigma)
Fe	26	15169	84.18	80.54	50.49	2.61	3.10
C	6	982	13.37	12.79	37.28	3.07	22.95
O	8	886	4.19	4.00	8.76	1.01	24.04
Al	13	1278	2.79	2.67	3.46	0.19	6.96
		Sum	104.52	100.00	100.00		

Sumber: Data Peneliti

Dari hasil foto SEM-EDX pada Gambar 17 yang telah dilakukan proses *carburizing* pada suhu 900⁰ C terdapat perubahan struktur pada lapisan permukaan spesimen uji. Dalam spesimen uji ini mengandung C 13.37% dan 37.28% atom carbon.

Dari data hasil penelitian menunjukkan hasil komposisi material baja ASTM A36 setelah diberi perlakuan *surface hardening* berupa *carburizing* unsur C mengalami kenaikan seiring bertambahnya suhu pemanas pada saat proses *carburizing*. Saat *carburizing* dengan suhu 700°C nilai unsur C yang terbentuk sebesar 4,22%, pada suhu *carburizing* 800°C terbentuk unsur C sebesar 6.16%, dan pada suhu *carburizing* 900°C unsur C mencapai 13.37%.

Berdasarkan hasil penelitian, bahwa semakin tinggi suhu *carburizing* yang digunakan maka kadar unsur C pada permukaan material baja ASTM A 36 mengalami peningkatan. Pendapat ini juga di dukung oleh pernyataan Mahardika & Hidayat (2021), bahwa setelah dilakukan proses pack *carburizing* kadar karbon pada material ini semakin meningkat dan peningkatan ini terjadi seiring dengan lamanya waktu penahanan yang dikenakan pada material. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Mahardika & Hidayat (2021) yang melakukan *carburizing* pada baja karbon rendah dengan suhu *carburizing* 900°C menyatakan peningkatan kadar C dalam material antara 1,03% sampai 1,37%. Hal ini terjadi karena unsur karbon yang naik signifikan, sehingga hal tersebut menjadi dominan dalam perubahan sifat material. Kenaikan unsur karbon ini berpengaruh saat proses pendinginan cepat setelah pemanasan dilakukan.