



**ANALISIS VARIASI KECEPATAN WIRE FEEDER PADA PROSES LAS  
GMAW TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO  
BAJA ASTM A36**

**ANALYSIS OF WIRE FEEDER SPEED VARIATION ON GMAW WELD  
PROCESS TO HARDNESS AND MICRO STRUCTURE  
OF ASTM A36 STEEL**

**Aditya Nur Ramadhan<sup>1)</sup>, Mastiadi Tamjidillah<sup>2)</sup>**

<sup>1,2</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Indonesia  
email: [adityanr1998@gmail.com](mailto:adityanr1998@gmail.com)<sup>1)</sup>, [mastiadit@ulm.ac.id](mailto:mastiadit@ulm.ac.id)<sup>2)</sup>\*

Received:  
22 Juni 2020

Accepted:  
22 Agustus  
2020

Published:  
25 Desember  
2020

© 2020 SJME  
Kinematika All  
Rights Reserved.

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan *wire feeder* pada proses las GMAW terhadap kekerasan dan struktur mikro baja ASTM A36. Variasi *wire feeder* yang digunakan adalah 3,5 meter/menit, 3,55 meter/menit dan 3,6 meter/menit, elektroda ER 70S-6 diameter 1,2 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekerasan tertinggi pada *weld metal* terdapat pada spesimen 1 kecepatan *wire feeder* 3,5 meter/menit dengan nilai kekerasan 59,5 HRB. Nilai kekerasan tertinggi pada daerah HAZ terdapat pada spesimen 3 dengan kecepatan *wire feeder* 3,6 meter/menit dengan nilai kekerasan 57,5 HRB. Sedangkan nilai kekerasan *base metal* tertinggi terdapat pada spesimen 3 kecepatan *wire feeder* 3,55 meter/menit dengan nilai kekerasan 64,4 HRB. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kekerasan akan meningkatkan fasa *pearlite* lebih banyak dan sebaliknya semakin rendah nilai kekerasan maka fasa *ferrite* lebih banyak dibandingkan dengan fasa *pearlite*.

**Kata Kunci:** *wire feeder*, las GMAW, kekerasan, struktur mikro

**Abstract**

*This study aims to determine the effect of variations in wire feeder speed on the GMAW welding process on the hardness and microstructure of ASTM A36 steel. Wire feeder variations used are 3.5 meters / minute, 3.55 meters / minute and 3.6 meters / minute, ER 70S-6 electrodes with a diameter of 1.2 mm. The results showed that the highest hardness value in weld metal was found in specimen 1 wire feeder speed of 3.5 meters / minute with hardness value of 59.5 HRB. The highest hardness value in the HAZ area is in specimen 3 with a wire feeder speed of 3.6 meters / minute with a hardness value of 57.5 HRB. While the highest base metal hardness value is in the specimen 3 wire feeder speed of 3.55 meters / minute with a hardness value of 64.4 HRB. Microstructure observation results show that the higher the hardness value will increase the pearlite phase more and vice versa the lower the hardness value the ferrite phase is more than the pearlite phase.*

**Keywords:** *wire feeder*, GMAW welding, hardness, microstructure

**How to cite:**

Ramadhan, Aditya Nur & Tamjidillah, Mastiadi., "Analisa Variasi Kecepatan *Wire Feeder* Pada Proses Las GMAW Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja ASTM A36". *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 5(2), 95-108, 2020

## PENDAHULUAN

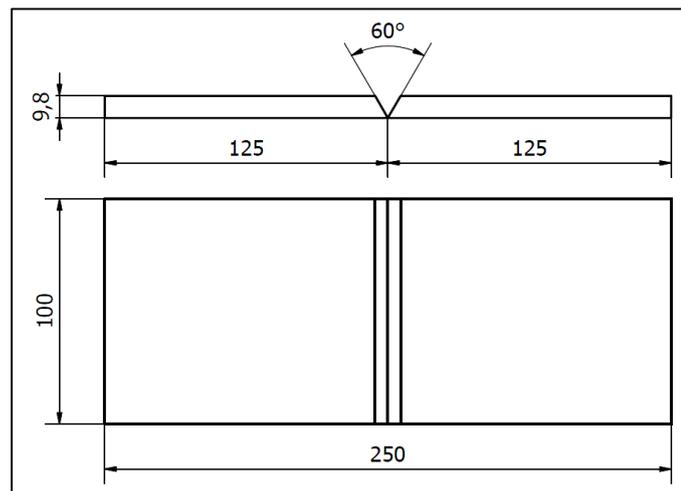
Pengelasan memegang peranan penting dalam bidang konstruksi sehingga menjadikannya salah satu bagian penting dari perindustrian. Saat ini, pengelasan yang paling umum digunakan adalah pengelasan cair. Salah satu contoh dari pengelasan cair ini adalah las busur *Gas Metal Arc Welding* (GMAW). Las GMAW menggunakan gas mulia untuk melindungi proses pengelasan. Las GMAW memiliki beberapa keunggulan dalam hal konsentrasi busur, efisiensi, terak, dan ketangguhan sehingga banyak digunakan dalam perindustrian untuk pengelasan [1].

Dalam pengelasan GMAW kecepatan *wire feeder* merupakan faktor yang berpengaruh dalam hasil pengelasan [2]. *Wire feeder* merupakan pengontrol kawat elektroda (*wire feeder unit*) kecepatan *wire feeder* bisa diatur dan disesuaikan dengan pekerjaan yang dilakukan. Untuk mengatur kecepatan *wire feeder* dapat diatur dengan mengatur tombol atau *switch* yang terdapat pada *wire speed control*, untuk menghasilkan hasil lasan dengan kualitas baik ketepatan dalam pemilihan kecepatan *wire feeder* ini sangat penting. Dalam prosesnya *wire feeder* ini memiliki *roll feeder* yang berfungsi sebagai pengantar kawat las ke *welding torch*. Ada beberapa las dapat digunakan untuk pengelasan baja. Di antara las yang dapat digunakan untuk pengelasan baja ini salah satunya yaitu las GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) atau MIG (*Metal Inert Gas*).

Las GMAW merupakan las busur gas yang menggunakan kawat las sebagai elektroda. Elektroda tersebut berupa golongan kawat (rol) yang gerakannya diatur oleh motor listrik [3]. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yaitu uji kekerasan dengan menggunakan alat *Portable Hardness Tester Mitech MH600* dan uji struktur mikro menggunakan kamera Digital Mikroskop USB. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan *wire feeder* GMAW terhadap kekerasan dan struktur mikro baja ASTM A36.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan metode eksperimental yang dilaksanakan di *Workshop PT. Cakra Perkasa Jaya Mulia*. Pengujian material dilakukan di Laboratorium Material dan Fisika Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: mesin las GMAW (DC+) merk *Time Inverter*, *Portable Hardness Tester Mitech MH600*, kamera dengan tipe Digital Mikroskop USB, mesin amplas, gerinda potong, penggaris, regulator gas pelindung, sikat baja, penggaris dan ragum. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja ASTM A36 dengan ukuran 250 × 100 × 9,8 mm, elektroda ER 70S-6 diameter 1,2 mm, autosol, alkohol, Larutan HNO<sub>3</sub>, kertas amplas, gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan dan pengamatan struktur mikro. Pengujian kekerasan menggunakan metode *rockwell* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan terhadap penekan atau indenter yang ditekankan pada permukaan material uji. Pengujian kekerasan dilakukan pada 9 titik yang berbeda pada spesimen uji yaitu 3 titik *weld metal*, 3 titik HAZ dan 3 titik *base metal*. Pengamatan struktur mikro dilakukan pada *weld metal* HAZ dan *base metal*.



Gambar 1. Dimensi Benda Kerja

### 1. Parameter Pengelasan

Adapun parameter yang digunakan dalam penelitian ini di tampilkan pada tabel 1 dibawah.

Tabel 1 Parameter Pengelasan

<i>Wire Feeder</i>	3,5 m/menit	3,55 m/menit	3,6 m/menit
Sudut Kampuh	60°	60°	60°
Aliran Gas Pelindung	15 liter/menit	15 liter/menit	15 liter/menit

### 2. Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini menggunakan 3 variabel yaitu: variabel bebas yaitu variasi kecepatan *wire feeder* 3,5 meter/menit, 3,55 meter/menit dan 3,6 meter/menit. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah uji kekerasan dan uji struktur mikro dan variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah debit aliran gas pelindung

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Pengujian Kekerasan

Dari masing-masing pengelasan yang berbeda diambil tiga titik pada daerah uji kekerasan. Adapun pada pengujian kekerasan ini menggunakan alat *Hardness Tester Digital*. Pengujian kekerasan menggunakan metode *rockwell* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan terhadap penekan atau indentor yang ditekan pada permukaan material uji di mana dilakukan pada 9 titik yang meliputi daerah-daerah sebagai berikut: 3 titik *weld metal*, 3 titik HAZ, dan 3 titik *base metal*. Berikut

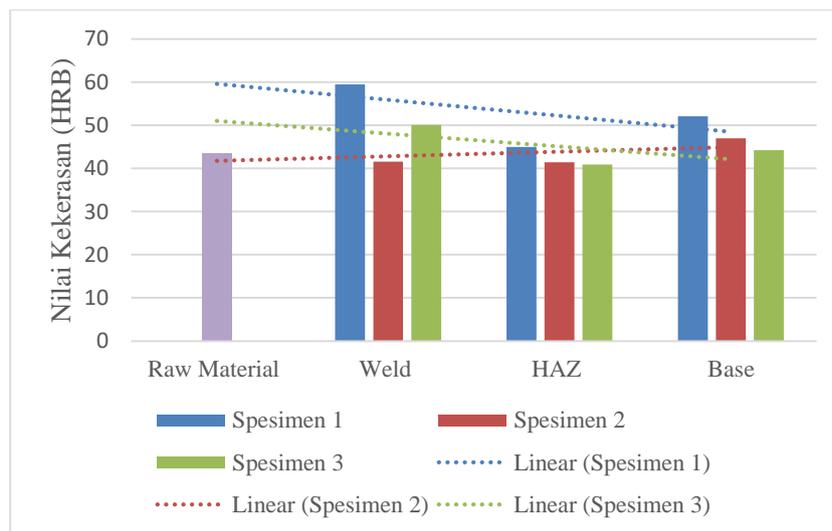
ini adalah hasil pengujian kekerasan dengan variasi kecepatan *wire feeder* 3,5 meter/menit, 3,55 meter/menit dan 3,6 meter/menit.

Tabel 2 Hasil pengujian kekerasan dengan variasi kecepatan *wire feeder*

WFS (meter/menit)	Spesimen	Aliran Gas Pelindung liter/menit	Nilai Kekerasan (HRB)		
			Weld	HAZ	Base
3,5	1	15	59,5	45,0	52,1
	2	15	41,6	41,4	47,0
	3	15	50,1	40,9	44,2
3,55	1	15	41,2	49,3	48,9
	2	15	41,9	54,2	57,0
	3	15	42,5	44,1	64,4
3,6	1	15	50,1	52,5	54,3
	2	15	51,3	50,9	62,1
	3	15	51,8	57,5	53,2
<i>Raw Material</i>			43,4		

## 2. Hasil Pengujian Kekerasan Pada Kecepatan *Wire Feeder* 3,5 meter/menit

Grafik perbandingan nilai kekerasan dengan variasi kecepatan *wire feeder* 3,5 meter/menit dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



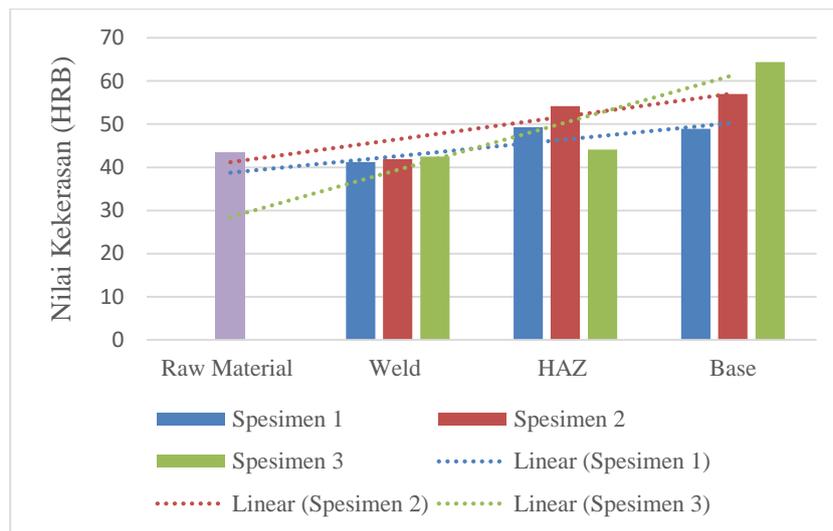
Gambar 2. Perbandingan Nilai Kekerasan Daerah *Weld*, HAZ dan *Base* Variasi Kecepatan *Wire Feeder* 3,5 meter/menit

Dapat dilihat dari Tabel 2 dan Gambar 2 diatas diketahui bahwa pada daerah *weld metal* dengan kecepatan *wire feeder* 3,5 meter/menit nilai kekerasan tertinggi pada spesimen 1 dengan nilai kekerasan 59,5 HRB, kekerasan daerah *weld metal* tertinggi berikutnya adalah pada spesimen 3 dengan nilai kekerasan 50,1 HRB dan *weld metal* dengan nilai kekerasan terendah ada pada spesimen 2 dengan nilai kekerasan 41,6 HRB.

Untuk daerah HAZ nilai kekerasan tertinggi ada pada spesimen 1 dengan nilai kekerasan 45 HRB, nilai kekerasan daerah HAZ tertinggi berikutnya terdapat pada spesimen 2 yaitu 41,4 HRB dan untuk daerah HAZ dengan nilai kekerasan terendah terdapat pada spesimen 3 dengan nilai kekerasan 40,9 HRB. Kekerasan pada bagian *base metal* yang paling tinggi ada pada spesimen 1 dengan nilai kekerasan tertinggi 52,1 HRB dan kekerasan tertinggi berikutnya pada bagian *base metal* adalah pada spesimen 2 dengan nilai kekerasan 47 HRB kemudian untuk nilai kekerasan *base metal* terendah ada pada spesimen 3 dengan nilai kekerasan 44,2 HRB.

### 3. Hasil Pengujian Kekerasan Pada Kecepatan *Wire Feeder* 3,55 meter/menit

Grafik perbandingan nilai kekerasan dengan variasi kecepatan *wire feeder* 3,55 meter/menit, dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini.



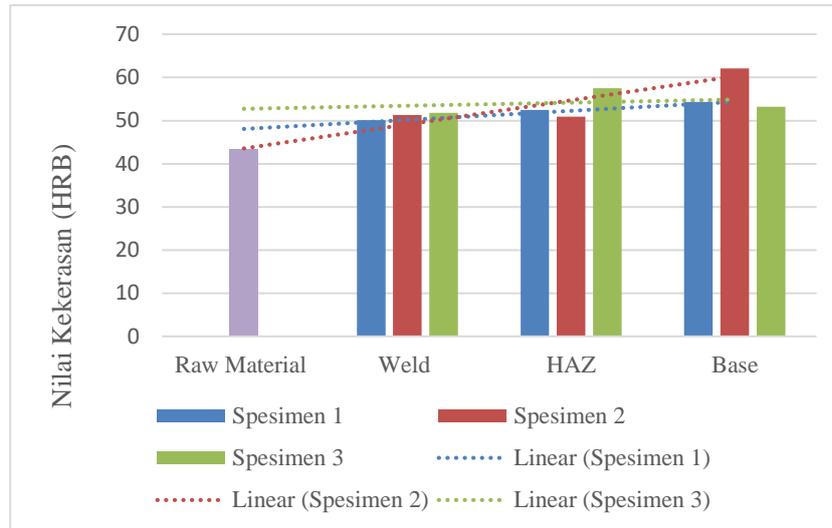
Gambar 3. Perbandingan Nilai Kekerasan Daerah *Weld*, HAZ dan *Base* Variasi Kecepatan *Wire Feeder* 3,55 meter/menit

Dapat dilihat dari Tabel 2 dan Gambar 3 di atas diketahui bahwa pada daerah *weld metal* nilai kekerasan tertinggi dengan kecepatan *wire feeder* 3,55 meter/menit pada spesimen 3 dengan nilai kekerasan 42,5 HRB, pada daerah *weld metal* nilai kekerasan tertinggi berikutnya adalah pada spesimen 2 dengan nilai kekerasan 41,9 HRB dan nilai kekerasan *weld metal* terendah ada pada spesimen 1 dengan nilai kekerasan 41,2 HRB.

Untuk daerah HAZ nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen 2 dengan nilai kekerasan 54,2 HRB dan untuk kekerasan daerah HAZ tertinggi berikutnya adalah pada spesimen 1 dengan kekerasan 49,3 HRB dan untuk kekerasan daerah HAZ terendah terdapat pada spesimen 3 dengan nilai kekerasan 44,1 HRB. Untuk nilai kekerasan pada bagian *base metal* yang paling tinggi ada pada spesimen 3 dengan nilai kekerasan tertinggi 64,4 HRB dan kekerasan tertinggi berikutnya pada bagian *base metal* adalah pada spesimen 2 dengan nilai kekerasan 57,0 HRB kemudian untuk nilai kekerasan *base metal* terendah ada pada spesimen 1 dengan nilai kekerasan 48,9 HRB.

#### 4. Hasil Pengujian Kekerasan Pada Kecepatan *Wire Feeder* 3,6 meter/menit

Grafik perbandingan nilai kekerasan dengan variasi kecepatan *wire feeder* 3,6 meter/menit, dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini



Gambar 4. Perbandingan Nilai Kekerasan Daerah *Weld*, HAZ dan *Base* Variasi Kecepatan *Wire Feeder* 3,6 meter/menit.

Dapat dilihat dari Tabel 2 dan Gambar 4 diatas diketahui pada daerah *weld metal* nilai kekerasan tertinggi ada pada kecepatan *wire feeder* 3,6 meter/menit pada spesimen 3 dengan nilai kekerasan 51,8 HRB kemudian nilai dengan kekerasan tertinggi berikutnya pada daerah *weld metal* adalah pada spesimen 2 dengan kekerasan 51,3 HRB dan *weld metal* dengan kekerasan terendah ada pada spesimen 1 dengan nilai kekerasan 50,1 HRB.

Kemudian pada daerah HAZ nilai kekerasan tertinggi terdapat pada spesimen 3 dengan nilai kekerasan 57,5 HRB dan untuk daerah HAZ nilai kekerasan tertinggi berikutnya adalah pada spesimen 1 dengan kekerasan 52,5 HRB dan untuk kekerasan daerah HAZ terendah terdapat pada spesimen 2 dengan nilai kekerasan 50,9 HRB. Untuk nilai kekerasan pada bagian *base metal* yang paling tinggi ada pada spesimen 2 dengan nilai kekerasan tertinggi 62,1 HRB dan kekerasan tertinggi berikutnya pada bagian *base metal* adalah pada spesimen 1 dengan nilai kekerasan 54,3 HRB kemudian untuk nilai kekerasan *base metal* terendah ada pada spesimen 3 dengan nilai kekerasan 53,2 HRB.

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan pada gambar 2 kekerasan *weld metal* tertinggi ada pada pada spesimen 1 dengan kecepatan *wire feeder* 3,5 meter/menit dengan nilai kekerasan 59,5 HRB. Berdasarkan hasil pengujian kekerasan pada gambar 3 kekerasan pada *weld metal* mengalami penurunan kekerasan terendah terjadi pada spesimen 1 dengan kecepatan *wire feeder* 3,55 meter/menit dengan nilai kekerasan 41,2 HRB. Berdasarkan hasil pengujian kekerasan pada gambar 4 kekerasan daerah HAZ tertinggi terjadi pada spesimen 3 dengan kecepatan *wire feeder* 3,6 meter/menit dengan nilai kekerasan 57,5 HRB. Berdasarkan hasil pengujian kekerasan pada gambar 2 kekerasan pada daerah HAZ mengalami penurunan kekerasan terendah pada spesimen 3 dengan kecepatan *wire feeder* 3,5 meter/menit dengan nilai kekerasan 40,9 HRB.

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan pada gambar 3 kekerasan *base metal* tertinggi terjadi pada spesimen 3 dengan kecepatan *wire feeder* 3,55 meter/menit dengan nilai kekerasan 64,4 HRB. Berdasarkan hasil pengujian kekerasan pada gambar 2 kekerasan pada *base metal* mengalami penurunan kekerasan terendah pada spesimen 3 dengan kecepatan *wire feeder* 3,5 meter/menit dengan nilai kekerasan 44,2 HRB. Nilai kekerasan naik turun

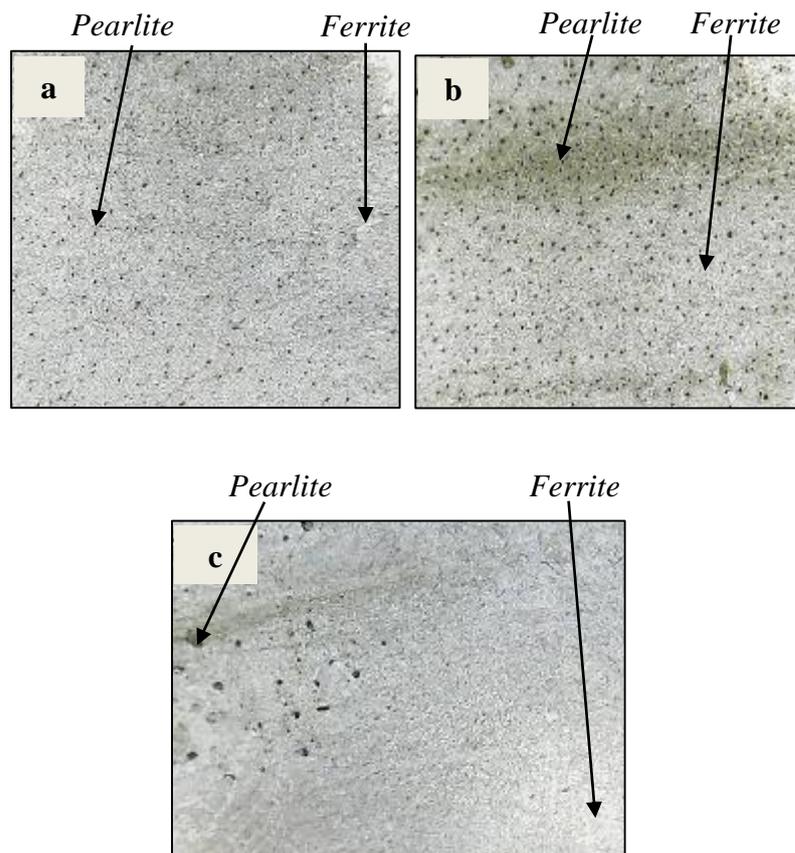
terjadi karena semakin tinggi arus listrik yang dipakai dalam pengelasan maka kekerasan hasil lasan semakin menurun [4]

#### 5. Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro bertujuan untuk mengetahui bentuk dan atau perubahan suatu struktur mikro dalam hal ini struktur mikro hasil dari pengelasan. Pada pengamatan struktur mikro pembesaran yang digunakan adalah pembesaran 400 $\times$ , adapun daerah-daerah yang diamati yaitu daerah *weld metal*, HAZ (*Heat Affected Zone*), dan *base metal*.

#### 6. Hasil Pengamatan Struktur Mikro dengan Kecepatan *Wire Feeder* 3,5 meter/menit

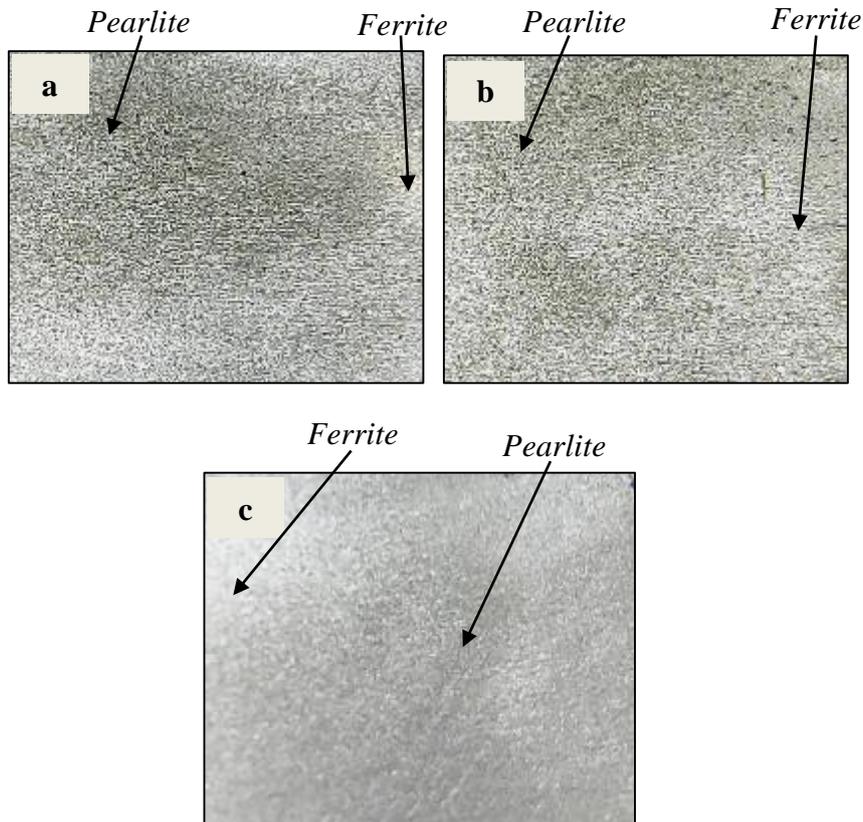
Pengamatan struktur mikro hasil pengelasan GMAW baja ASTM A36 dengan variasi kecepatan *wire feeder* 3,5 meter/menit. Pada penelitian ini menggunakan kamera digital mikroskop USB dan untuk hasil pengamatan struktur mikro dapat dilihat pada gambar 5, 6, 7 dibawah ini



Gambar 5. Struktur Mikro *Weld Metal* dengan Kecepatan *Wire Feeder* 3,5 meter/menit pembesaran 400x (a) Spesimen 1, (b) Spesimen 2, (c) Spesimen 3

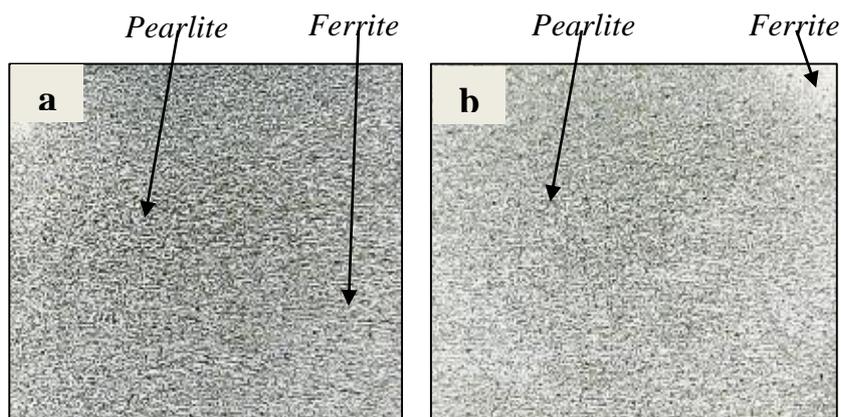
Pada Gambar 5 merupakan hasil struktur mikro pada spesimen pengelasan baja ASTM A36 pada kecepatan *wire feeder* 3,5 meter/menit. Dari hasil pengamatan struktur mikro diatas menunjukkan bahwa *weld metal* pada spesimen 1 pada Gambar 5 (a) menunjukkan fasa yang terbentuk adalah fasa *ferrite* (terang) lebih dominan dibandingkan fasa *pearlite* (gelap). Pada spesimen 2 Gambar 5 (b) fasa yang terbentuk fasa *pearlite* (gelap) dan *ferrite* (warna putih) namun penyebaran *pearlite* nya lebih banyak dibandingkan dengan Gambar 5 (a). Kemudian pada spesimen 3 Gambar 5 (c) daerah *weld metal* fasa *ferrite* (warna putih) lebih

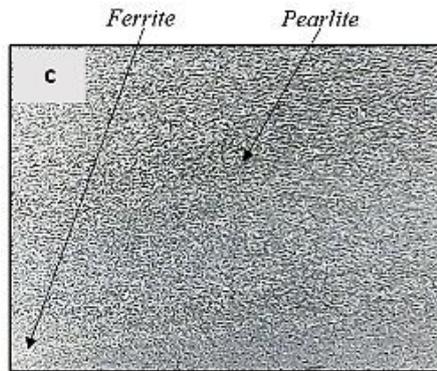
dominan dibandingkan dengan fasa *pearlite* (gelap), fasa *pearlite* (gelap) pada spesimen 3 Gambar 5 (c) penyebarannya hanya terjadi di beberapa bagian saja. Fasa *ferrite* memiliki warna terang dan mempunyai sifat ulet. Fasa *pearlite* memiliki warna gelap karena banyak mengandung unsur C, mempunyai sifat keras dan getas [5]



Gambar 6. Struktur Mikro HAZ dengan Kecepatan *Wire Feeder* 3,5 meter/menit pembesaran 400x (a) Spesimen 1, (b) Spesimen 2, (c) Spesimen 3

Dari Gambar 6 diatas menunjukkan hasil pengamatan struktur mikro pada daerah HAZ pada kecepatan *wire feeder* 3,5 meter/menit. Pada spesimen 1 Gambar 6 (a) daerah HAZ menunjukkan fasa yang terbentuk lebih dominan fasa *pearlite* (gelap). Pada spesimen 2 Gambar 6 (b) menunjukkan fasa yang terbentuk didominasi oleh fasa *pearlite* (gelap) namun di beberapa bagian terdapat fasa *ferrite* (warna putih). Pada spesimen 3 Gambar 6 (c) menunjukkan fasa yang terbentuk fasa *ferrite* (terang) yang lebih dominan.



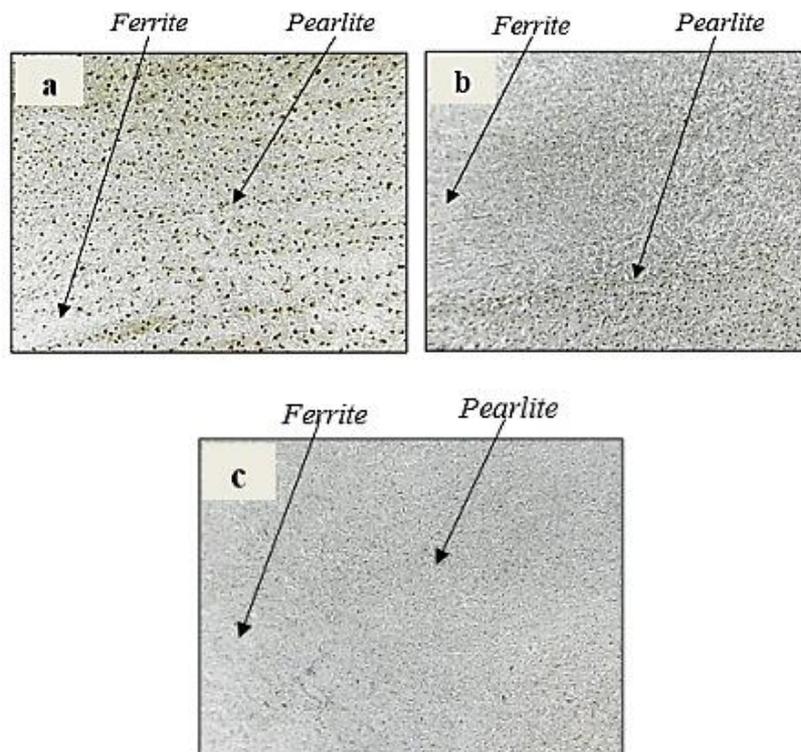


Gambar 7. Struktur Mikro *Base Metal* dengan Kecepatan *Wire Feeder* 3,5 meter/menit pembesaran 400× (a) Spesimen 1, (b) Spesimen 2, (c) Spesimen 3

Dari Gambar 7 di atas menunjukkan hasil pengamatan struktur mikro pada daerah *Base Metal* pada kecepatan *wire feeder* 3,5 meter/menit. Pada spesimen 1 Gambar 7 (a) daerah *base metal* menunjukkan fasa yang terbentuk didominasi oleh fasa *pearlite* (gelap), penyebaran fasa *pearlite* lebih merata ke seluruh bagian material. Pada spesimen 2 Gambar 7 (b) menunjukkan fasa yang terbentuk adalah *pearlite* (gelap), namun penyebaran *pearlite* lebih sedikit dibandingkan dengan spesimen 1 gambar 7 (a). Pada spesimen 3 Gambar 7 (c) menunjukkan fasa yang terbentuk di dominasi oleh fasa *pearlite* (gelap), penyebaran *pearlite* pada spesimen 3 Gambar 7 (c) merata hampir ke seluruh bagian material.

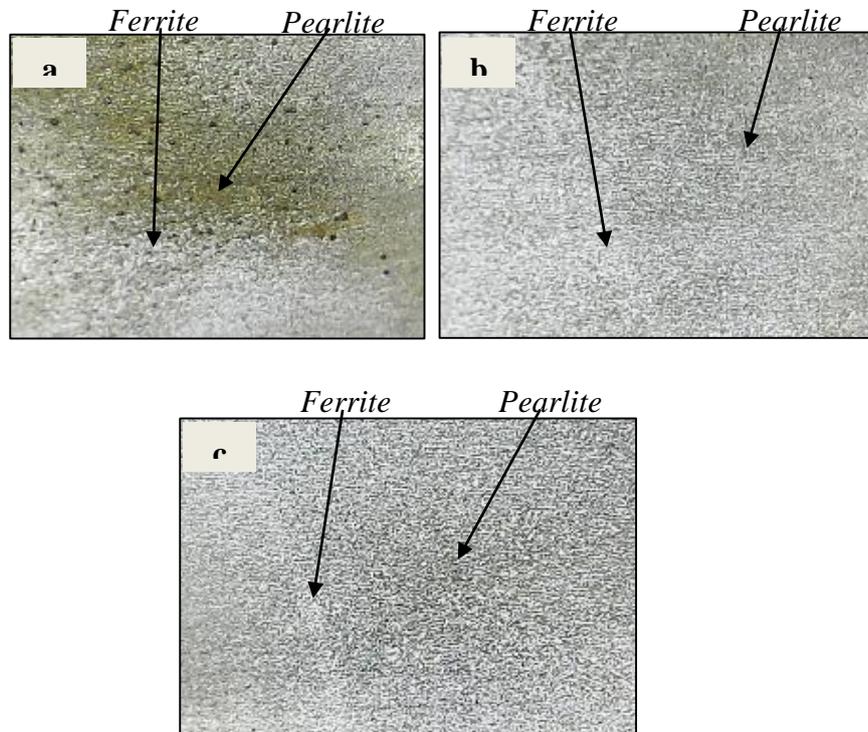
#### 7. Hasil Pengamatan Struktur Mikro dengan Kecepatan *Wire Feeder* 3,55 meter/menit

Pengamatan struktur mikro hasil pengelasan GMAW baja ASTM A36 dengan variasi kecepatan *wire feeder* 3,55 meter/menit. Pada penelitian ini menggunakan alat digital mikroskop dan untuk hasil pengamatan struktur mikro dapat dilihat pada gambar 8, Gambar 9 dan Gambar 10 dibawah ini.



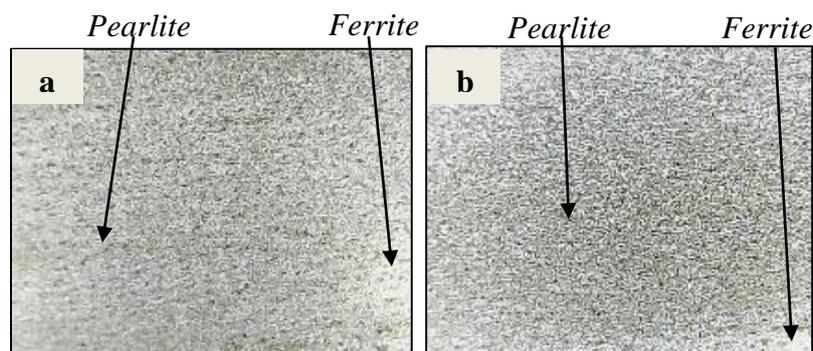
Gambar 8. Struktur Mikro *Weld Metal* dengan Kecepatan *Wire Feeder* 3,55 meter/menit pembesaran 400× (a) Spesimen 1, (b) Spesimen 2, (c) Spesimen 3

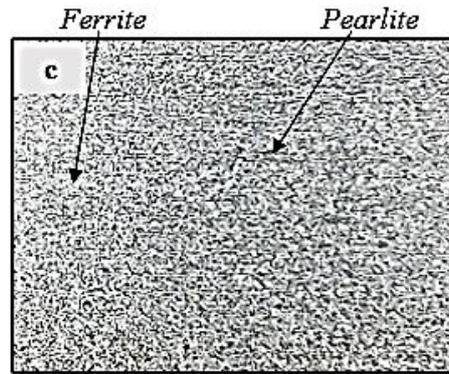
Dari Gambar 8 diatas menunjukkan hasil pengamatan struktur mikro pada daerah *weld metal* pada kecepatan *wire feeder* 3,55 meter/menit. Pada spesimen 1 Gambar 8 (a) daerah *weld metal* menunjukkan fasa yang terbentuk *ferrite* (terang) dan fasa *pearlite* (gelap). Penyebaran *ferrite* (terang) dan fasa *pearlite* (gelap) merata. Pada spesimen 2 Gambar 8 (b) menunjukkan fasa yang terbentuk di dominasi oleh fasa *pearlite* (gelap). hanya beberapa daerah saja yang menunjukkan fasa *ferrite* (terang). Pada spesimen 3 Gambar 8 (c) fasa yang terbentuk didominasi oleh fasa *ferrite* (terang) dan hanya sedikit fasa *pearlite* (gelap) yang terbentuk



Gambar 9. Struktur Mikro HAZ dengan Kecepatan *Wire Feeder* 3,55 meter/menit pembesaran 400× (a) Spesimen 1, (b) Spesimen 2, (c) Spesimen 3

Dari Gambar 9 diatas menunjukkan hasil pengamatan struktur mikro pada daerah HAZ pada kecepatan *wire feeder* 3,55 meter/menit. Pada spesimen 1 Gambar 9 (a) daerah HAZ menunjukkan fasa yang terbentuk adalah fasa *pearlite* (gelap), penyebaran fasa *pearlite* (gelap) pekat di dominasi di bagian tengah. Pada spesimen 2 Gambar 9 (b) fasa yang terbentuk adalah fasa *pearlite* (gelap) namun fasa *pearlite* (gelap) pada spesimen 1 gambar 9 (a) lebih terlihat dengan jelas. Pada spesimen 3 Gambar 9 (c) fasa yang terbentuk adalah fasa *pearlite* (gelap) penyebaran fasa *pearlite* ini merata ke seluruh bagian material.



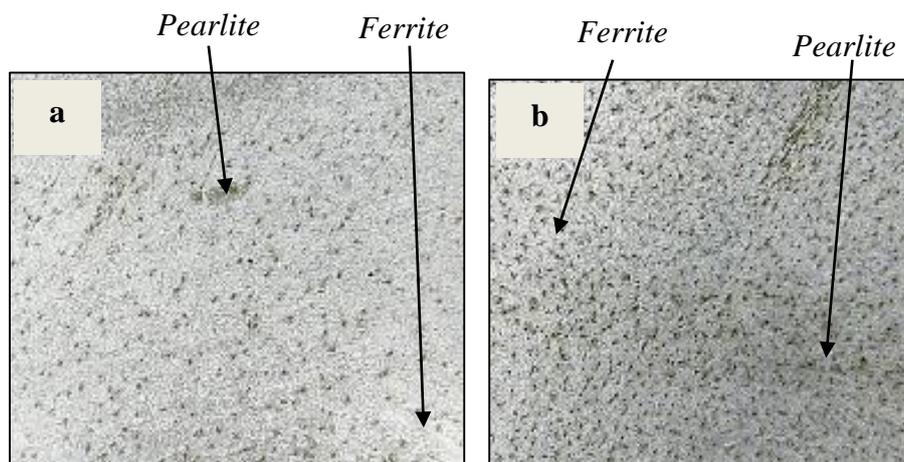


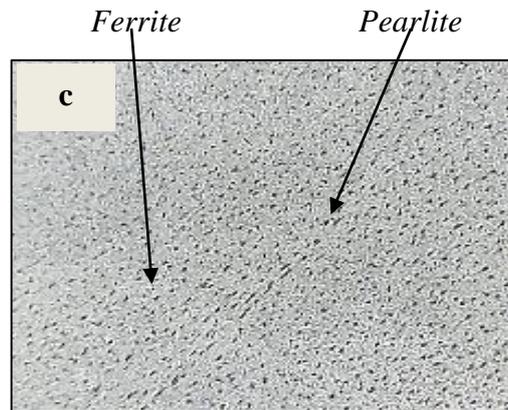
Gambar 10. Struktur Mikro *Base Metal* dengan Kecepatan *Wire Feeder* 3,55 meter/menit pembesaran 400× (a) Spesimen 1, (b) Spesimen 2, (c) Spesimen 3

Dari Gambar 10 diatas menunjukkan hasil pengamatan struktur mikro pada daerah *base metal* pada kecepatan *wire feeder* 3,55 meter/menit. Pada spesimen 1 Gambar 10 (a) daerah *base metal* menunjukkan fasa yang terbentuk yang terbentuk adalah fasa *pearlite* (gelap) hanya beberapa bagian fasa *ferrite* (terang). Pada spesimen 2 Gambar 10 (b) fasa yang terbentuk didominasi oleh fasa *pearlite* (gelap). Pada spesimen 3 Gambar 10 (c) fasa yang terbentuk fasa *pearlite* (gelap) dan *ferrite* (terang), namun fasa *pearlite* (gelap) mendominasi bagian material.

#### 8. Hasil Pengamatan Struktur Mikro dengan Kecepatan *Wire Feeder* 3,6 meter/menit

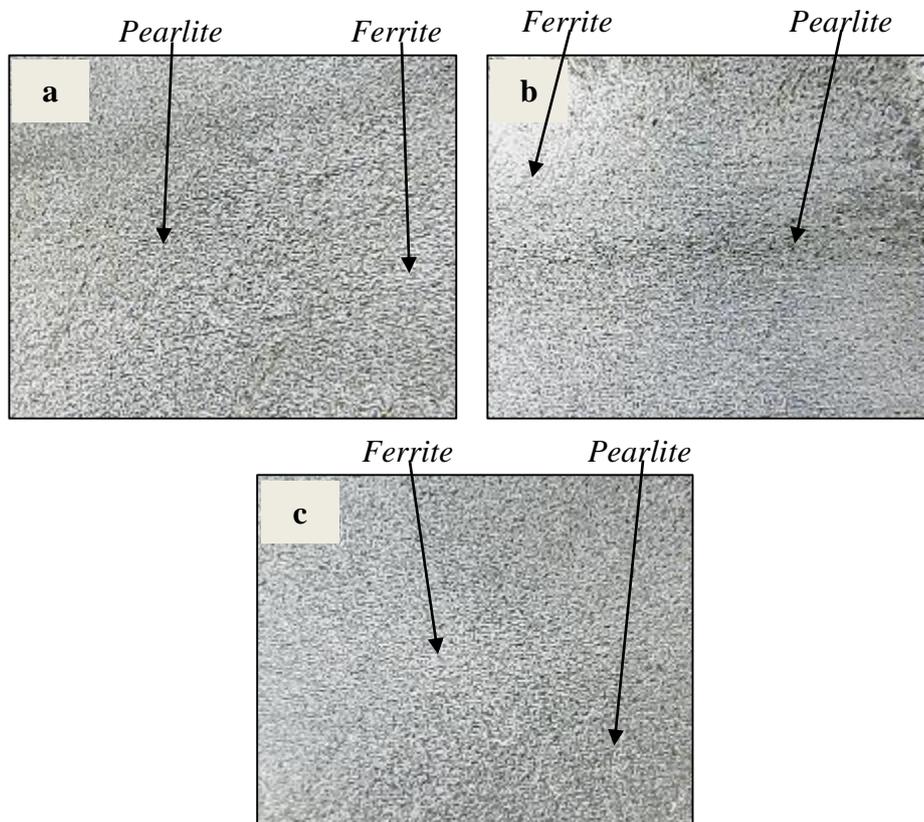
Pengamatan struktur mikro hasil pengelasan GMAW baja ASTM A36 dengan variasi kecepatan *wire feeder* 3,6 meter/menit. Pada penelitian ini menggunakan alat digital mikroskop dan untuk hasil pengamatan struktur mikro dapat dilihat pada Gambar 11, 12 dan 13.





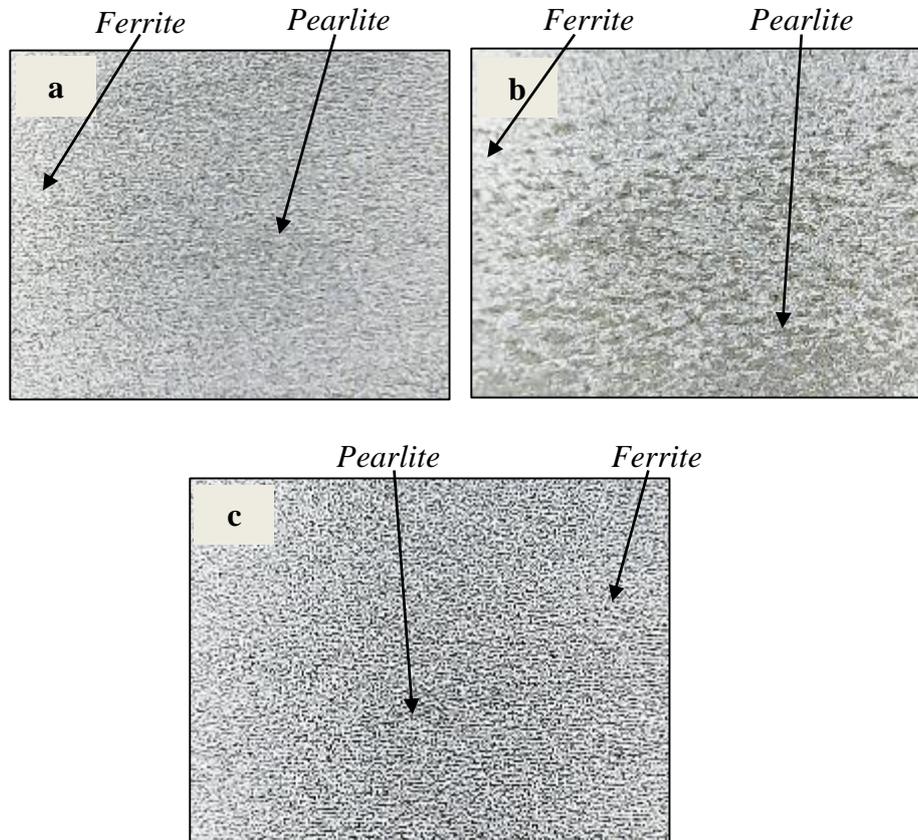
Gambar 11. Struktur Mikro *Weld Metal* dengan Kecepatan *Wire Feeder* 3,6 meter/menit pembesaran 400× (a) Spesimen 1, (b) Spesimen 2, (c) Spesimen 3

Dari Gambar 11 diatas menunjukkan hasil pengamatan struktur mikro pada daerah *weld metal* pada kecepatan *wire feeder* 3,6 meter/menit. Pada spesimen 1 Gambar 11 (a) daerah *weld metal* menunjukkan fasa yang terbentuk adalah fasa *ferrite* (terang) dan *pearlite* (gelap). Pada spesimen 2 Gambar 11 (b) fasa yang mendominasi adalah fasa *pearlite* (gelap) hanya beberapa bagian material yang menunjukkan *ferrite* (terang). Pada spesimen 3 Gambar 11 (c) fasa yang terbentuk menunjukkan fasa *ferrite* dan *pearlite* namun pada spesimen 3 gambar 11 (c) didominasi oleh fasa *ferrite* (terang).



Gambar 12. Struktur Mikro HAZ dengan Kecepatan *Wire Feeder* 3,6 meter/menit pembesaran 400× (a) Spesimen 1, (b) Spesimen 2, (c) Spesimen 3

Dari Gambar 12 diatas menunjukkan hasil pengamatan struktur mikro pada daerah HAZ pada kecepatan *wire feeder* 3,6 meter/menit. Pada spesimen 1 Gambar 12 (a) fasa yang terbentuk menunjukkan fasa *ferrite* (terang) dan *pearlite* (gelap), namun fasa *pearlite* (gelap) lebih mendominasi. Pada spesimen 2 Gambar 12 (b) menunjukkan fasa *ferrite* (terang) lebih mendominasi, fasa *pearlite* (gelap) hanya terjadi di bagian tengah material dan diatas. Pada spesimen 3 Gambar 12 (c) menunjukkan fasa *pearlite* (gelap) lebih mendominasi dibandingkan fasa *ferrite* (terang).



Gambar. 13 Struktur Mikro *Base Metal* dengan Kecepatan *Wire Feeder* 3,6 meter/menit pembesaran 400× (a) Spesimen 1, (b) Spesimen 2, (c) Spesimen 3

Dari Gambar 13 diatas menunjukkan hasil pengamatan struktur mikro pada daerah *base metal* pada kecepatan *wire feeder* 3,6 meter/menit. Pada spesimen 1 Gambar 13 (a) fasa yang terbentuk adalah fasa *ferrite* (terang) dan fasa *pearlite* (gelap) namun fasa *pearlite* (gelap) lebih banyak dibanding fasa *ferrite* (terang). Pada spesimen 2 gambar 13 (b) menunjukkan fasa yang terbentuk adalah fasa *ferrite* (terang) dan fasa *pearlite* (gelap) namun penyebaran fasa *pearlite* (gelap) tidak merata seperti Gambar 13 (b). Pada spesimen 3 Gambar 13 (c) fasa yang terbentuk didominasi oleh fasa *pearlite* (gelap) hanya sedikit fasa *ferrite* (terang) yang terbentuk pada Gambar 13 (c)

Fasa *ferrite* memiliki warna terang dan mempunyai sifat ulet. Fasa *pearlite* memiliki warna gelap karena banyak mengandung unsur C, mempunyai sifat keras dan getas, peningkatan fasa *pearlite* berkontribusi meningkatkan kekerasan pada sambungan las [5]

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai analisa variasi kecepatan *wire feeder* pada proses las GMAW terhadap kekerasan dan struktur mikro baja ASTM A36 dapat disimpulkan sebagai berikut:

Nilai kekerasan tertinggi pada *weld metal* terdapat pada spesimen 1 kecepatan *wire feeder* 3,5 meter/menit dengan nilai kekerasan 59.5 HRB. Sedangkan tingkat kekerasan terendah pada *weld metal* terdapat pada spesimen 1 kecepatan *wire feeder* 3.55 dengan nilai kekerasan 41.2 HRB. Nilai kekerasan tertinggi pada daerah HAZ terdapat pada spesimen 3 dengan kecepatan *wire feeder* 3,6 meter/menit dengan nilai kekerasan 57.5 HRB. Sedangkan tingkat kekerasan daerah HAZ terendah terdapat pada spesimen 3 dengan kecepatan *wire feeder* 3,5 meter/menit dengan nilai kekerasan 40.9 HRB. Nilai kekerasan *base metal* tertinggi terdapat pada spesimen 3 kecepatan *wire feeder* 3,55 meter/menit dengan nilai kekerasan 64.4 HRB. Sedangkan tingkat kekerasan terendah *base metal* terdapat pada spesimen 3 kecepatan *wire feeder* 3.5 meter/menit dengan nilai kekerasan 44.2 HRB.

Pada pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kekerasan akan meningkatkan fasa *pearlite* (gelap) lebih banyak dan sebaliknya semakin rendah nilai kekerasan maka fasa *ferrite* (terang) lebih banyak dibandingkan dengan fasa *pearlite* (gelap).

## REFERENSI

- [1] A. S. Bagaskoro, D. R. B. P and A. Widyianto, "Analisis pengaruh arus dan kecepatan pengelasan terhadap lebar manik las dan distorsi pada pengelasan gas metal arc welding (GMAW) dengan sambungan tumpul SS 304," *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 14, no. 2, pp. 52-57, 2019.
- [2] F. B. Susetyo, "Efek Variasi Kecepatan Wire Feeder GMAW Terhadap Tensile Strength ASTM A36," *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ*, 2017.
- [3] Budiarsa, I N., "Pengaruh besar arus pengelasan dan kecepatan volume air gas pada proses las GMAW terhadap ketangguhan baja ASTM A36," *Jurusan Teknik Mesin CAKRAM*, vol. 2, pp. hlm 112-116, 2008.
- [4] Wijoyo and B. K. Aji, "Kajian Kekerasan Dan Struktur Mikro Sambungan Las GMAW Baja Karbon Tinggi Dengan Variasi Masukan Arus Listrik," *Jurnal SIMETRIS*, vol. 6, no. 2, 2015.
- [5] A. W. Prasetya, Rusiyanto and Pramono, "Pengaruh debit aliran gas pelindung dan tegangan listrik terhadap tingkat kekerasan dan struktur mikro sambungan las GMAW pada baja karbon sedang EMS-45," *Jurnal Kompetensi Teknik*, vol. 8, no. 2, 2017.