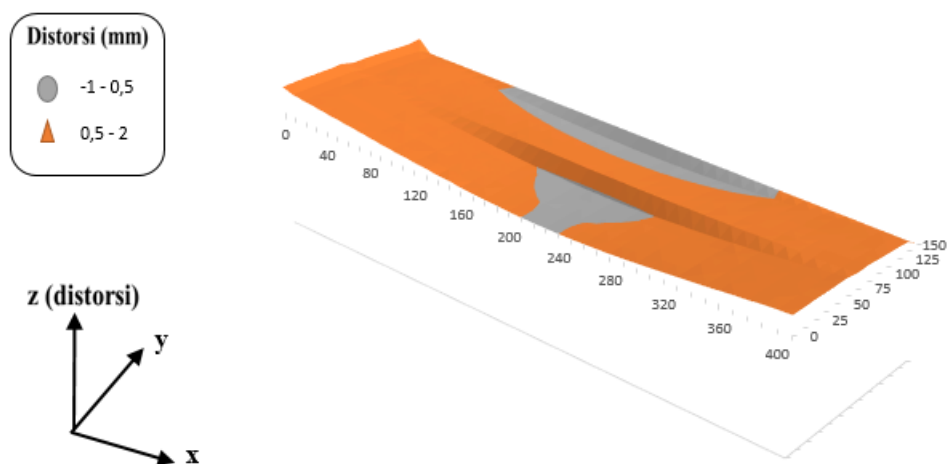


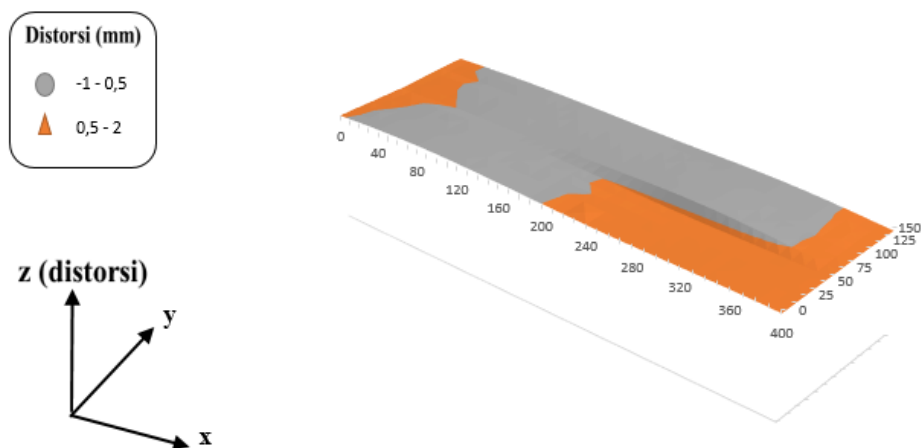
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Distorsi Pengelasan

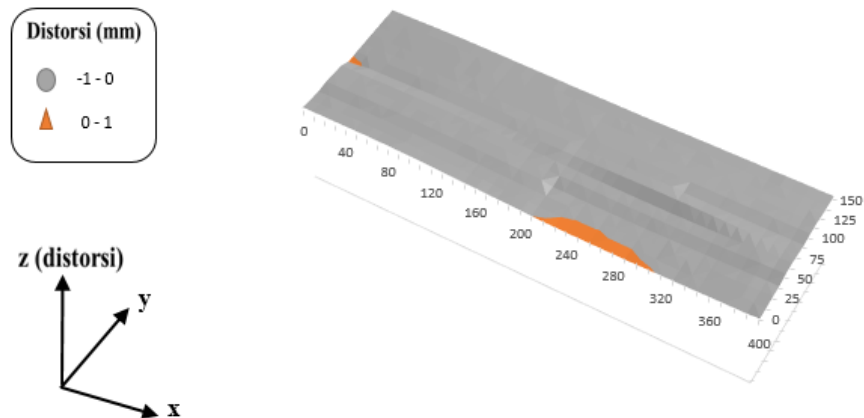
Pengukuran distorsi dilakukan untuk mengetahui hasil perbandingan distorsi hasil pengelasan pada tiap variasi kecepatan. Setiap variasi kecepatan pengelasan material AA5052 mengalami distorsi yang berbeda. Hasil dari pengukuran ditunjukkan pada Gambar 4.1 – 4.4.



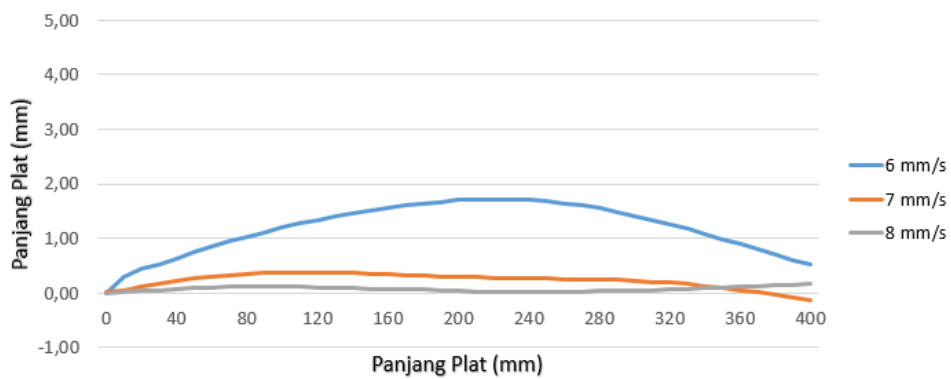
Gambar 4.1 Distorsi las *double layer tack weld* kecepatan 6 mm/s



Gambar 4.2 Distorsi las *double layer tack weld* kecepatan 7 mm/s



Gambar 4.3 Distorsi las *double layer tack weld* kecepatan 8 mm/s



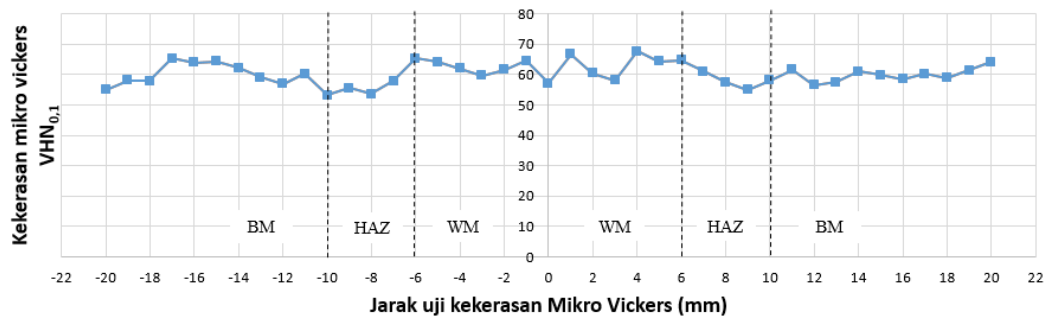
Gambar 4.4 Grafik rata-rata distorsi 2 dimensi las *double layer tack weld*

Berdasarkan perbandingan analisis distorsi dari gambar 4.1 – 4.6, distorsi paling kecil adalah spesimen kecepatan 8 mm/s dengan hasil distorsi 0,17 mm dan hasil distorsi yang paling besar adalah spesimen kecepatan 6 mm/s dengan hasil distorsi 1,7 mm, diikuti spesimen kecepatan 7 mm/s dengan hasil distorsi 0,38 mm.

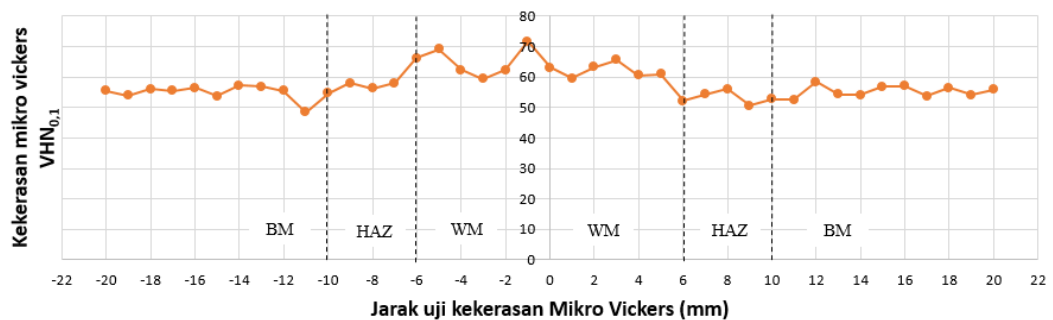
Distorsi pengelasan disebabkan karena masukan panas dan penahan spesimen pada saat proses pengelasan berlangsung (Wiryosumarto, 2000). Semakin lama waktu pengelasan maka masukan panas pada spesimen semakin besar, masukan panas yang paling besar terjadi pada spesimen dengan kecepatan 6 mm/s dan masukan panas yang paling kecil terjadi pada spesimen 8 mm/s. Meja pengelasan juga mempengaruhi distorsi yang terjadi karena pendinginan yang cepat menyebabkan distorsi yang cukup besar. Pada pengelasan ini menggunakan meja yang terbuat dari aluminium.

## 4.2 Kekerasan Vickers

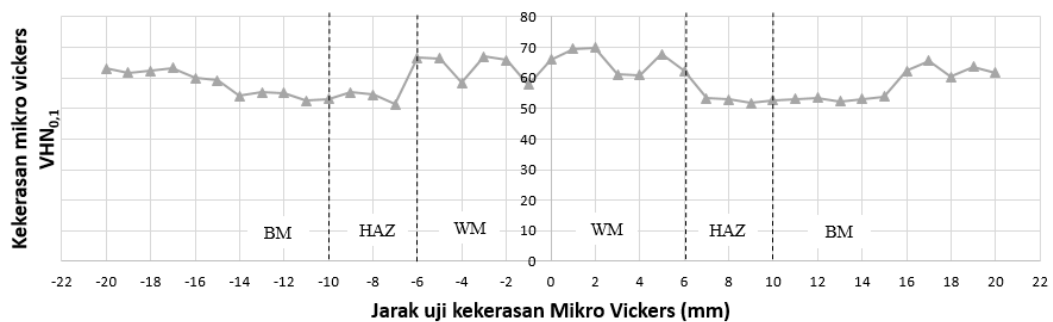
Uji kekerasan adalah uji untuk mengetahui nilai kekerasan dari material, pada material *aluminium alloy 5052* dengan las *double layer tack weld* menggunakan *micro hardness vickers*. Pengujian kekerasan dilakukan pada 3 daerah las, diantaranya logam induk (*base metal*), HAZ (*Heat Affected Zone*), dan logam las (*Weld Metal*). Hasil uji kekerasan dan grafik ditunjukkan pada gambar 4.5 – 4.9 dan tabel 4.1



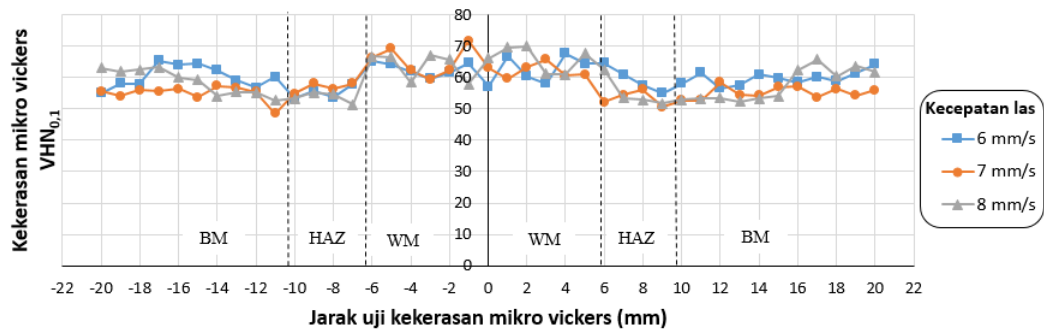
Gambar 4.5 Nilai kekerasan spesimen kecepatan 6 mm/s



Gambar 4.6 Nilai kekerasan spesimen kecepatan 7 mm/s



Gambar 4.7 Nilai kekerasan spesimen kecepatan 8 mm/s

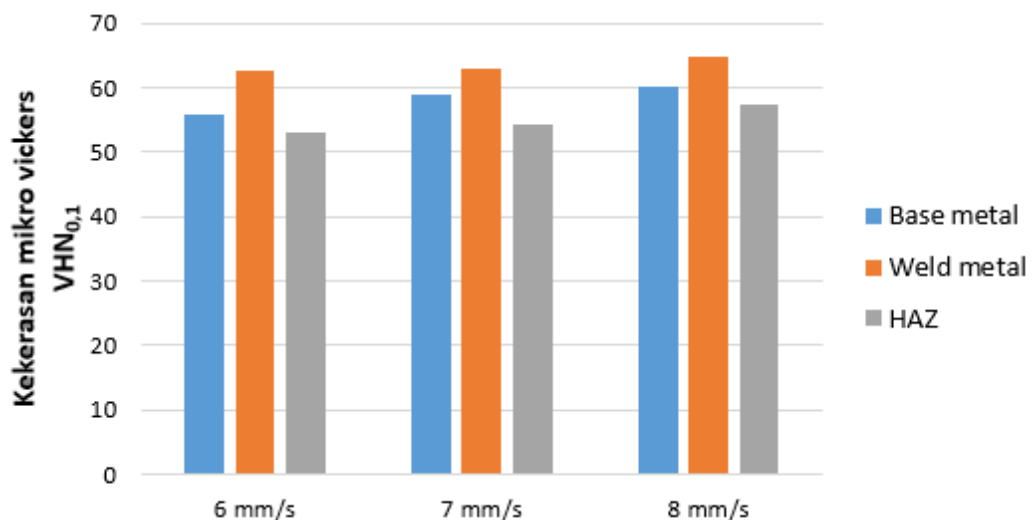


Gambar 4.8 Perbandingan nilai kekerasan spesimen kecepatan 6,7,8 mm/s

Hasil dari pengujian ketiga variasi kecepatan las kekerasan didapatkan pada daerah *weld metal* nilai kekerasannya lebih tinggi dan nilai dari kekerasan pada daerah HAZ lebih kecil dikarenakan presipitasi dari Mg<sub>2</sub>Si. Nilai kekerasan *aluminium alloy 5052* pada semua bagian nilai kekerasannya tidak beda jauh, hal itu disebabkan karena material *aluminium alloy 5052* termasuk jenis aluminium *non heattreatable* (tidak dapat dilakukan proses perlakuan panas).

Tabel 4.1 Nilai kekerasan rata-rata

Kecepatan las	6 mm/s	7 mm/s	8 mm/s
Base metal (VHN <sub>0,1</sub> )	55,66	58,93	60,02
Weld metal (VHN <sub>0,1</sub> )	62,73	62,78	64,62
HAZ (VHN <sub>0,1</sub> )	53,10	54,21	57,31

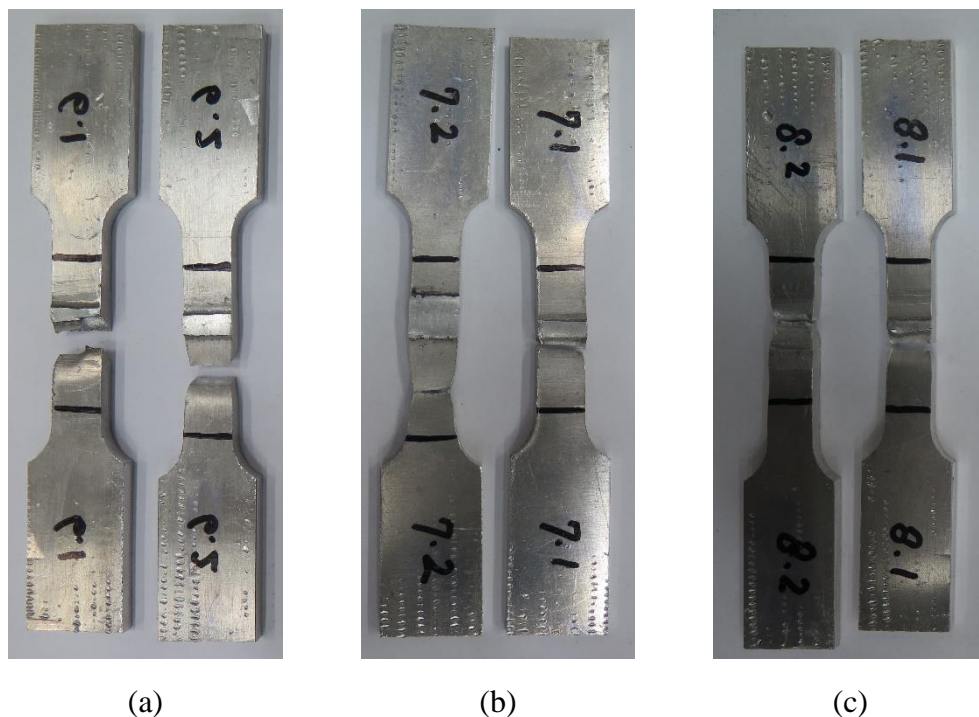


Gambar 4.9 Diagram balok perbandingan nilai kekerasan rata-rata

Nilai uji kekerasan pada 3 daerah pengujian paling tinggi pada weld metal variasi kecepatan 8 mm/s dengan nilai rata-rata kekerasan  $\pm 64,62$  HV diikuti nilai rata-rata kekerasan kecepatan 6 mm/s dengan 7 mm/s hampir sama  $\pm 62,73$  HV dan  $\pm 62,78$  HV. Nilai kekerasan rata-rata paling kecil pada daerah HAZ, variasi kecepatan 6 mm/s yaitu  $\pm 53,10$  HV dilanjut dengan kecepatan 7 mm/s dan 8 mm/s dengan nilai  $\pm 54,21$  HV dan  $\pm 57,31$  HV.

### 4.3 Tarik

Uji tarik adalah suatu pengujian yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu, Pengujian ini bereferensi pada ASTM E8. Hasil dari pengujian tarik ditunjukkan dengan pada Gambar 4.10.

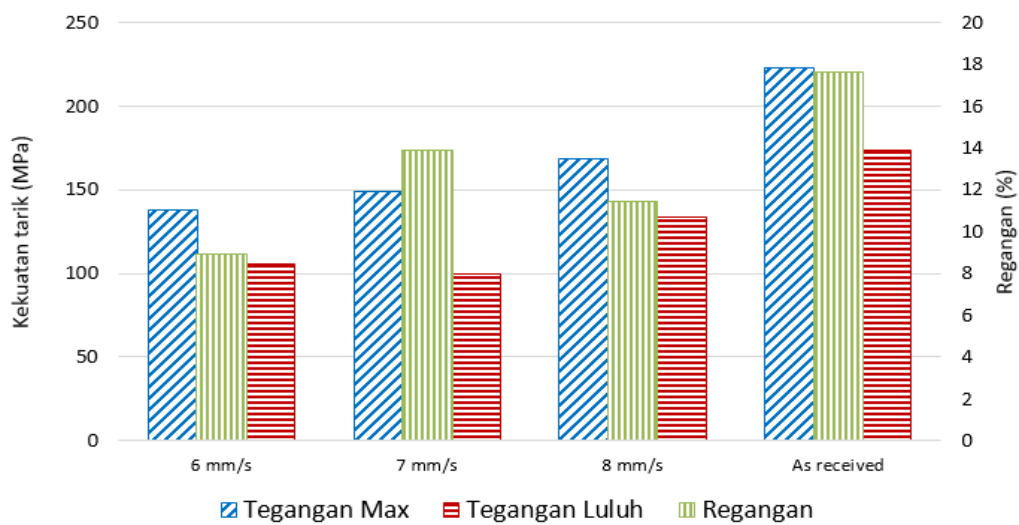


Gambar 4.10 Foto spesimen pengujian tarik : (a) kecepatan 6 mm/s, (b) kecepatan 7 mm/s, (c) kecepatan 8 mm/s

Hasil pengujian tarik didapatkan rata-rata spesimen terputus di daerah HAZ dan base metal, dan daerah *weld metal* hasil pengelasan yang baik sehingga tidak putus pada pengelasannya. Hal ini berbanding lurus dengan hasil nilai kekerasan yang pada daerah HAZ yang memiliki nilai kekerasan yang kecil. Seperti pada tabel 4.2 dan gambar 4.11.

Tabel 4.2 Nilai kekuatan tarik

Variasi	Tegangan Max (MPa)	Tegangan Luluh (MPa)	Regangan %
6 mm/s	138,15	105,62	8,95
7 mm/s	148,59	99,80	13,88
8 mm/s	168,18	133,34	11,43
base metal	223,15	173,79	17,63

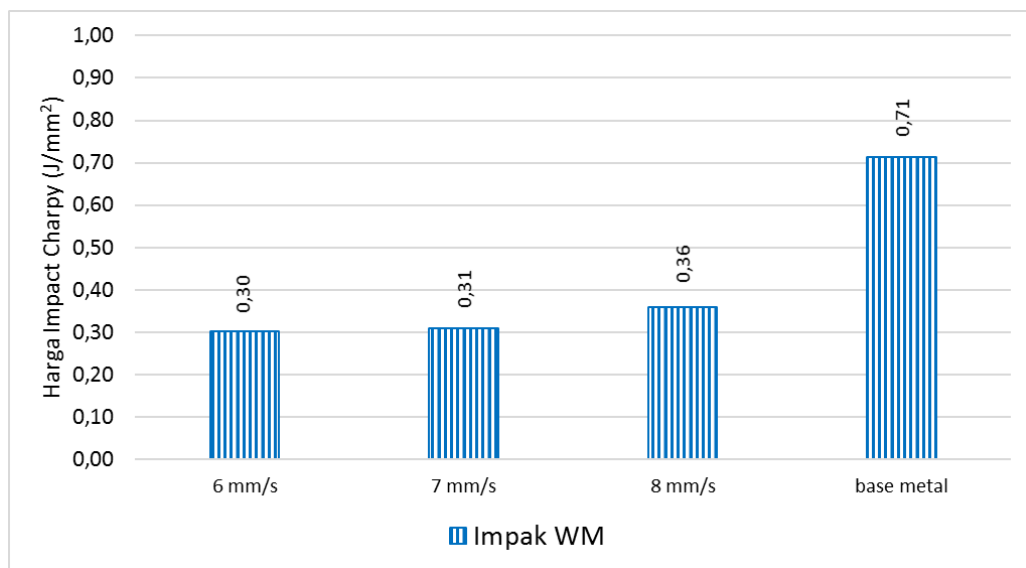


Gambar 4.11 Diagram balok hasil uji tarik

Hasil pengujian tarik pada base metal yaitu tegangan maksimal sebesar 223,15 MPa, tegangan luluh sebesar 173,79 MPa dengan nilai regangan patah 17,63%. Nilai kekuatan tarik yang paling besar adalah dengan variasi kecepatan 8 mm/s, kemudian 7 mm/s dan nilai kekuatan tarik yang paling kecil dengan variasi 6 mm/s. Spesimen las dengan variasi kecepatan pengelasan 8 mm/s memiliki tegangan maksimal sebesar 168,18 MPa, tegangan luluh sebesar 133,34 MPa dan nilai regangan patah 11,43%. Variasi kecepatan pengelasan 7 mm/s memiliki tegangan maksimal sebesar 148,9 MPa, tegangan luluh sebesar 99,80 MPa dan nilai regangan patah 13,88%. Kecepatan pengelasan 6 mm/s memiliki tegangan maksimal sebesar 138,15 MPa, tegangan luluh sebesar 105,62 MPa dan nilai regangan patah 8,95%. Kekuatan luluh juga di pengaruhi oleh input panas yang diterima oleh suatu material. Semakin banyak input panas yang didapat material tersebut maka kekuatan luluhnya akan semakin turun (Agustin dkk, 2011)

#### 4.4 Impak Charpy

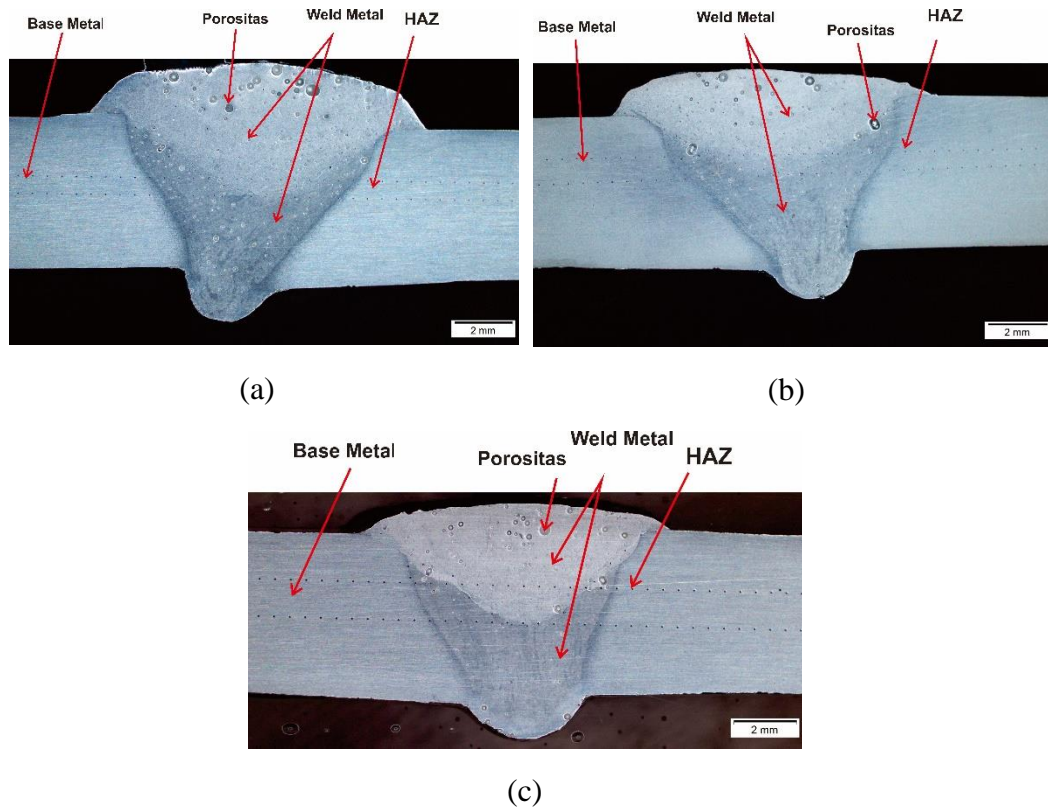
Hasil pengujian impak *charpy* digunakan untuk menentukan ketangguhan material dengan jumlah energi yang diserap, pada *base metal* yaitu nilai impak sebesar  $0,71 \text{ J/mm}^2$ . Harga impak charpy paling tinggi pada variasi kecepatan 8 mm/s dengan nilai  $0,36 \text{ J/mm}^2$  dan nilai impak charpy pada kecepatan 6 mm/s dengan 7 mm/s hampir sama yaitu  $0,3 \text{ J/mm}^2$ .



Gambar 4.12 Diagram balok hasil uji impak

#### 4.5 Struktur Mikro

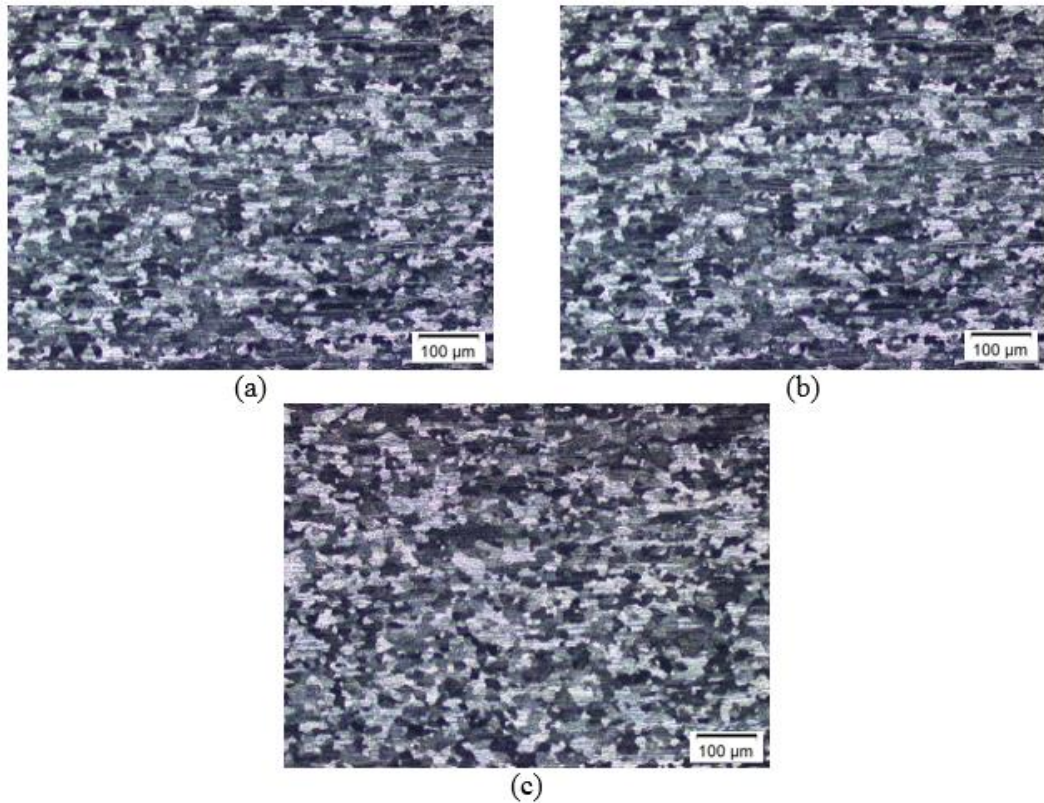
Pengujian struktur mikro adalah pengamatan metalografi untuk mengetahui penampakan khusus seperti fasa, dislokasi, dan batas butir. Pengujian menggunakan optik dengan perbesaran 200X untuk struktur mikro dan 15 X untuk pengujian struktur makro. Pengamatan dilakukan di beberapa bagian, diantaranya logam induk (*base metal*), HAZ (*Heat Affected Zone*), dan logam las (*Weld Metal*). Struktur makro dapat ditunjukkan pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Foto struktur makro las GMAW *double layer tack weld* (a) kecepatan 6 mm/s, (b) kecepatan 7 mm/s, (c) kecepatan 8 mm/s

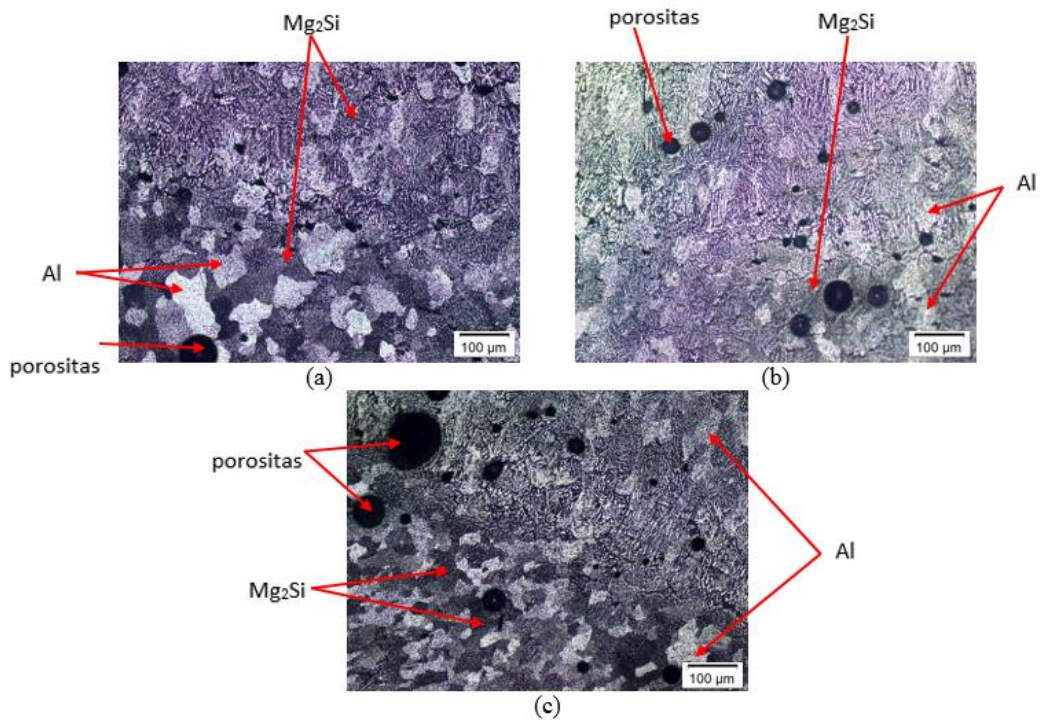
Pengamatan struktur makro menunjukkan daerah HAZ yang terbentuk setelah pengelasan sangat kecil, dengan ukuran 1 - 3 mm. Setiap spesimen terlihat dua layer yang berbeda dikarenakan pengelasan yang berulang. Porositas juga terjadi pada setiap spesimen dikarenakan proses terjebakya udara atau terkontaminasinya material induk sehingga dapat menimbulkan pori-pori (Aljufri dan Putra 2018). Untuk struktur mikro dapat dilihat pada gambar 4.14 – 4.16.





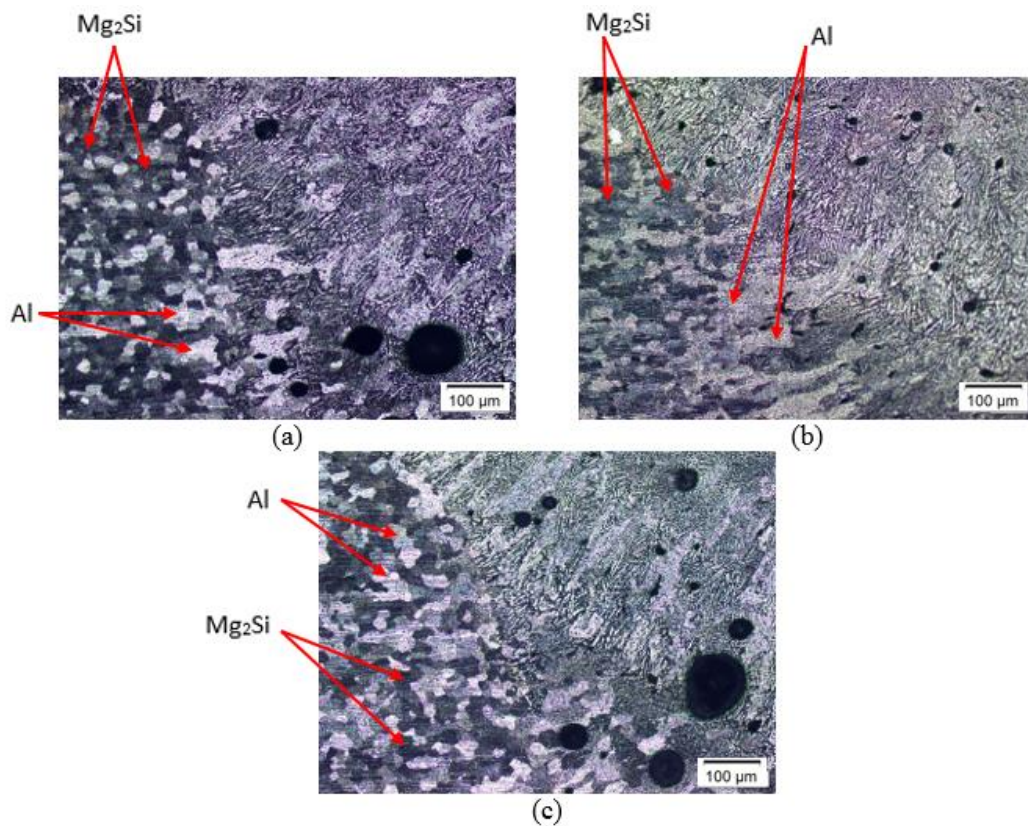
Gambar 4.14 Foto struktur mikro pada *base metal* (a) kecepatan 6 mm/s, (b) kecepatan 7 mm/s, (c) kecepatan 8 mm/s

Pengamatan pada struktur mikro pada daerah *base metal* tidak begitu menyebabkan perubahan-perubahan struktur dan sifat *aluminium alloy 5052* yang terjadi pada saat pengelasan atau pemasukan panas. Campuran *aluminium alloy 5052* terdiri dari  $(\text{Fe,Cr})_3\text{SiAl}_{12}$  ditandai dengan warna putih dan  $\text{Mg}_2\text{Si}$  ditandai dengan warna kehitaman (Hatch, 1984).



Gambar 4.15 Foto struktur mikro pada *weld metal* (a) kecepatan 6 mm/s, (b) kecepatan 7 mm/s, (c) kecepatan 8 mm/s

Hasil dari pengamatan pada *weld metal* terlihat beberapa porositas pada layer 1 dan layer 2. Pada garis penggabungan (*fusion line*) merupakan daerah pencampuran logam pengisi dengan *base metal* (Agustin dkk, 2011). *Weld metal* merupakan bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Pembekuan pada *weld metal* terdapat butiran-butiran halus yang disebut struktur dendrit, dikarenakan rekristalisasi pada suhu tinggi dan butir tersebut kehilangan orientasi kristal. Batas butir paling kecil terdapat pada kecepatan 8 mm/s dibandingkan dengan kecepatan 6 dan 7 mm/s yang memiliki batas butir lebih besar.



Gambar 4.16 Foto struktur mikro pada daerah HAZ (a) kecepatan 6 mm/s, (b) kecepatan 7 mm/s, (c) kecepatan 8 mm/s

Perbedaan perubahan struktur mikro pada daerah HAZ (*heat affected zone*) yang terbentuk dikarenakan adanya proses pengelasan yang berulang dan pemasukan panas pengelasan. Pemanasan ini menyebabkan batas butir semakin besar, yang menyebabkan ketangguhan *aluminium alloy 5052* menurun. Nilai ketangguhan *aluminium alloy 5052* dipengaruhi oleh faktor jumlah pendispersian dan presipitasi dari Magnesium Silikat ( $Mg_2Si$ ). Apabila presipitasi dari  $Mg_2Si$  banyak maka ketangguhan dari *aluminium alloy 5052* ini juga menurun. Hal ini dikarenakan unsur Silikon yang terdapat pada bahan akan menurunkan sifat keuletan bahan tersebut. (Agustin dkk, 2011).