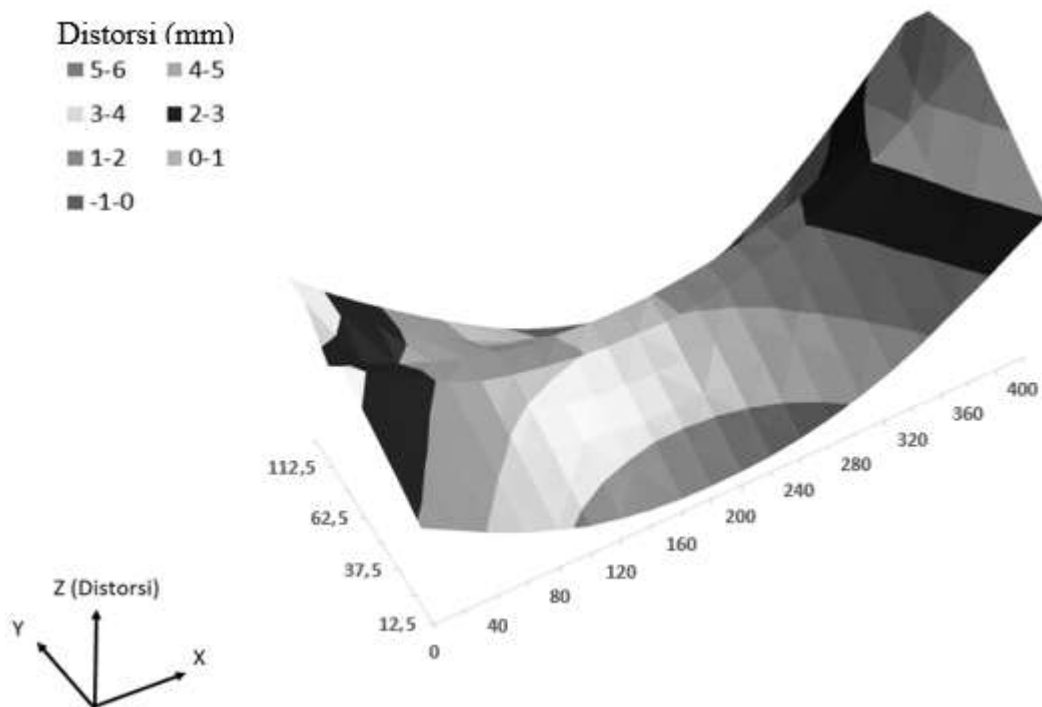


BAB IV

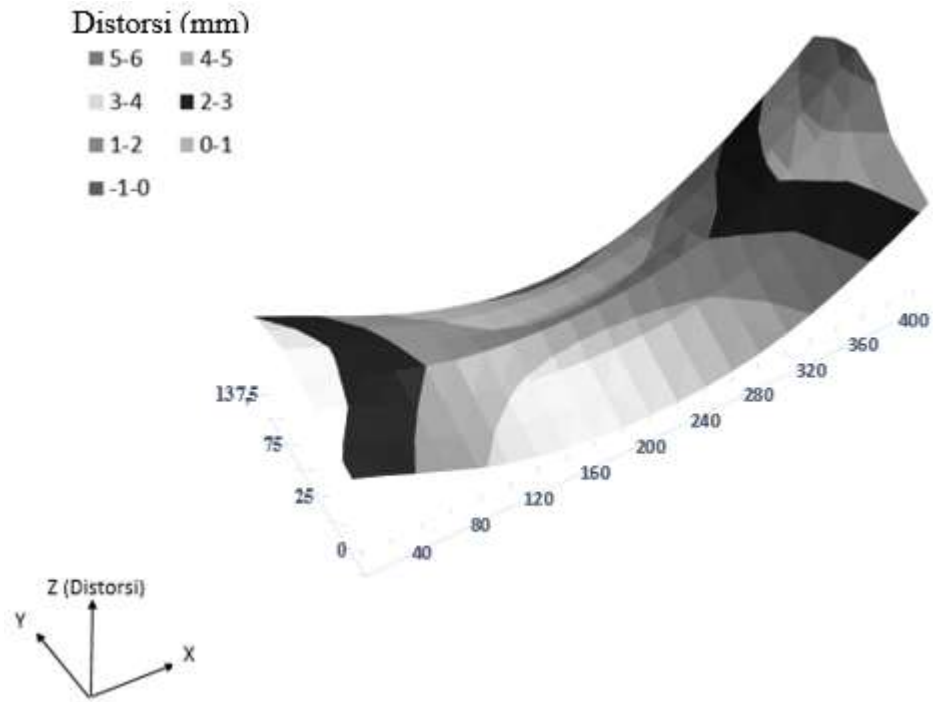
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Distorsi Sudut Pengelasan

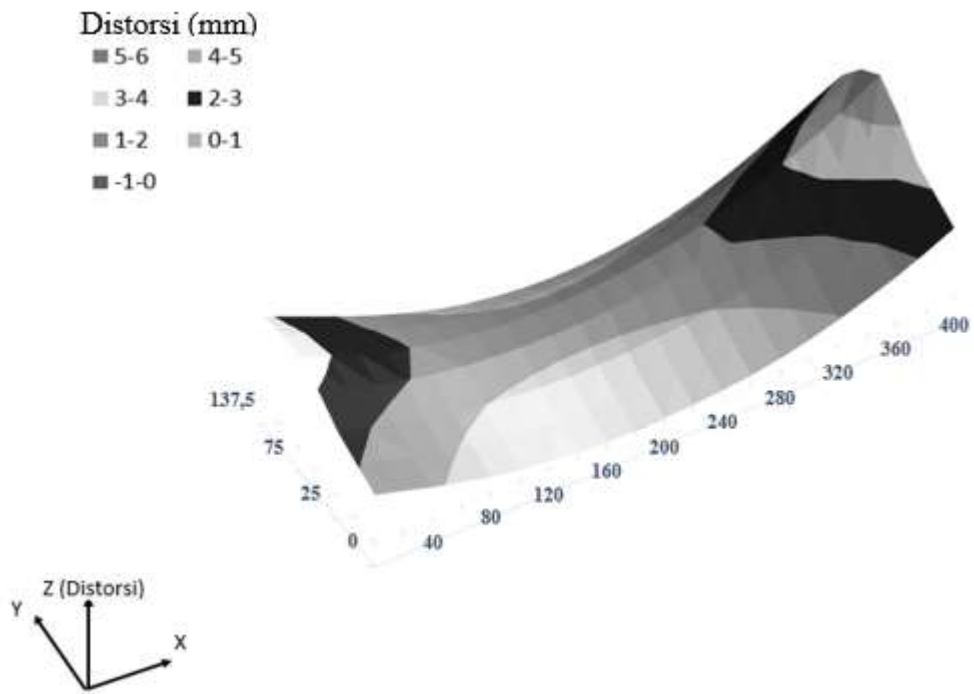
Proses pengukuran distorsi plat setelah proses pengelasan bertujuan untuk mengetahui hasil perbandingan setiap nilai distorsi spesimen yang berbeda karena memiliki beberapa variasi pengelasan yang berbeda-beda. Berikut hasil pengukuran distorsi pada gambar 4.1-4.3 dan tabel 4.1.



Gambar 4 1. Distorsi las kecepatan 6 mm/s



Gambar 4 2. Distorsi las kecepatan 7 mm/s



Gambar 4 3. Distorsi las kecepatan 8 mm/s

Tabel 4.1. Nilai Distorsi Sudut

Kecepatan	Plat yang dicekam	Plat yang tidak dicekam
6 mm/s	8,62 ⁰	9,69 ⁰
7 mm/s	6,57 ⁰	6,99 ⁰
8 mm/s	2,93 ⁰	3,68 ⁰

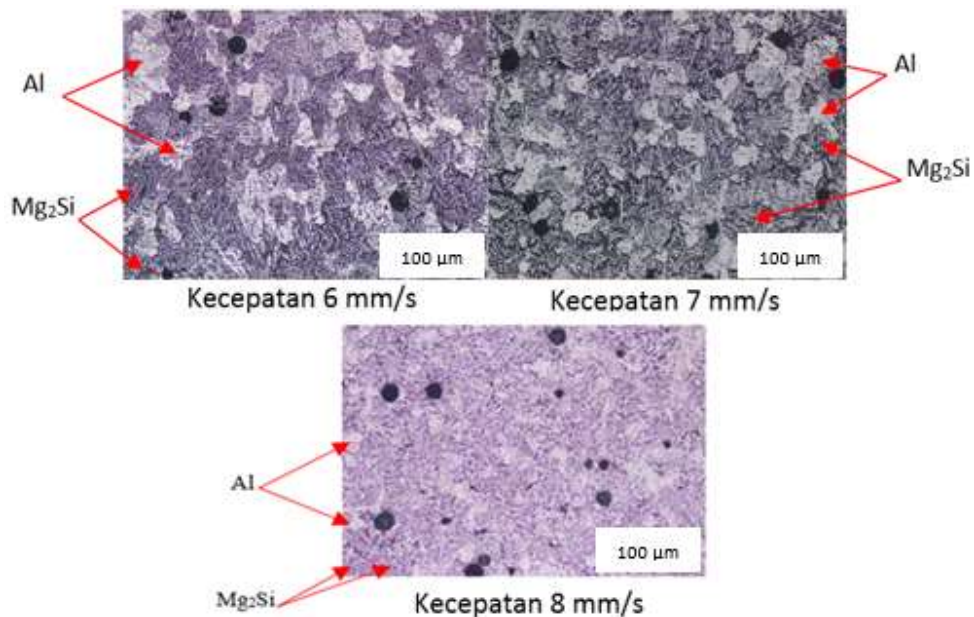
Berdasarkan nilai distorsi pada gambar 4.1 – 4.3 dan tabel 4.1 bahwa spesimen yang terjadi distorsi sudut terbesar terdapat pada spesimen pengelasan pada variasi kecepatan 6 mm/s dengan nilai 9,69⁰ dengan pemasukan panas yang diterima sebesar 476,67 J/mm, sedangkan kecepatan 7 mm/s terjadi distorsi sudut 6,99⁰ dengan pemasukan panas 408,57 J/mm, dan hasil distorsi sudut yang paling kecil adalah pada spesimen kecepatan 8 mm/s dengan nilai 3,68⁰ dengan pemasukan panas sebesar 357,5 J/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 baja.

4.2 Hasil Pengamatan Struktur Mikro

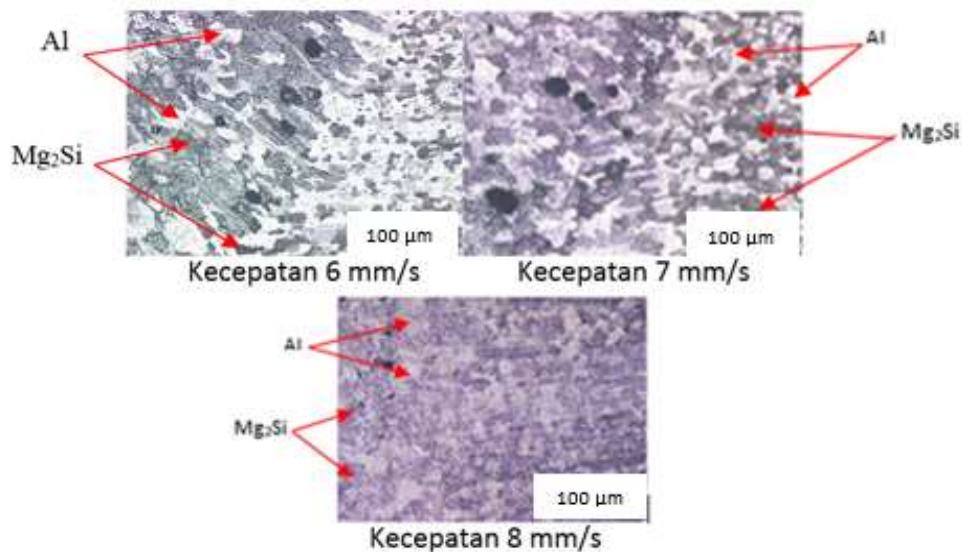
Proses pengamatan struktur mikro pada spesimen hasil pengelasan MIG 2 *layer tack weld* menggunakan mesin mikroskop merek *Olympus U-MSSP4* dengan perbesaran 100x. Untuk pengambilan dan pengamatan gambar struktur mikro pada spesimen uji ini ada 3 (tiga) daerah, yaitu daerah *weld metal* (WM), *heat affected zone* (HAZ), dan *base metal* (BM). Proses tersebut juga dilakukan pada proses pengambilan dan pengamatan struktur makro. Proses pengambilan dan pengamatan struktur mikro pada tiap-tiap daerah yang diuji ditunjukkan pada gambar 4.4 sampai dengan gambar 4.6.

Hasil pengamatan struktur mikro pada gambar 4.4 *weld metal* merupakan bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku setelah proses *solidifikasi*. Pembekuan pada *weld metal* terdapat butiran-butiran halus yang disebut struktur dendrit, dikarenakan rekristalisasi pada suhu tinggi dan butir tersebut kehilangan orientasi kristal. Struktur butir las memiliki batas-batas butir dan batas butir merupakan rintangan bagi pergerakan dislokasi. Butir semakin halus cenderung akan semakin memperbanyak batas butir. Batas butir yang banyak akan mengakibatkan gerakan dislokasi semakin sulit yang nantinya juga akan meningkatkan sifat mekanik dari logam. Batas butir paling halus terdapat pada kecepatan 8 mm/s dibandingkan dengan kecepatan 6 dan 7 mm/s yang memiliki batas butir lebih besar. Oleh karena nilai kekerasan pada kecepatan 8 mm/s memiliki nilai yang besar karena memiliki hasil butiran las yang halus atau kecil-kecil. Pemasukan panas saat proses pengelasan terhadap logam akan mengakibatkan terjadinya pencairan, rekristalisasi, pelarutan dan pengendapan, tergantung terhadap tinggi atau rendahnya suhu yang digunakan pada daerah las (Wiryo Sumarto, 2000).



Gambar 4.4. Struktur mikro daerah weld metal las MIG 2 layer tack weld

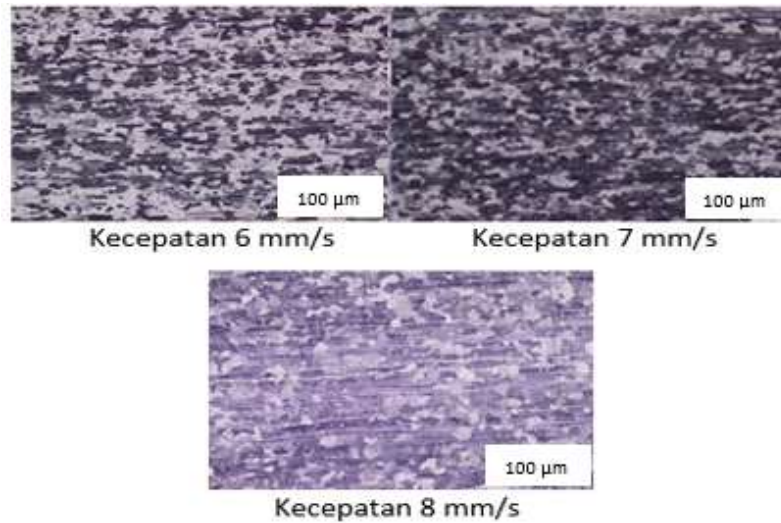
Struktur mikro daerah menunjukkan hasil pengambilan gambar HAZ pada gambar 4.5 di tiap-tiap variasi kecepatan pengelasan. Daerah pada HAZ memiliki hasil ukuran butir las yang lebih besar dengan daerah *base metal*. Terjadinya perubahan ukuran butir las yang semakin besar dan kasar karena faktor pemasukan panas yang lebih tinggi. Daerah HAZ dapat disebut juga daerah transisi pada daerah *weld metal* dan *base metal*. Pencampuran *weld metal* dengan *base metal* mempengaruhi nilai baik atau buruk hasil kekuatan tarik dan impak. Pada kecepatan pengelasan 6 dan 7 mm/s terjadi fusi atau pencampuran *weld metal* dengan *base metal* yang baik (merata) dibandingkan kecepatan 8 mm/s, hal tersebut dikarenakan kecepatan 8 mm/s cenderung memiliki kecepatan yang lebih cepat sehingga proses pencampurannya kurang maksimal.



Gambar 4 5. Struktur mikro daerah HAZ las MIG 2 layer tack weld

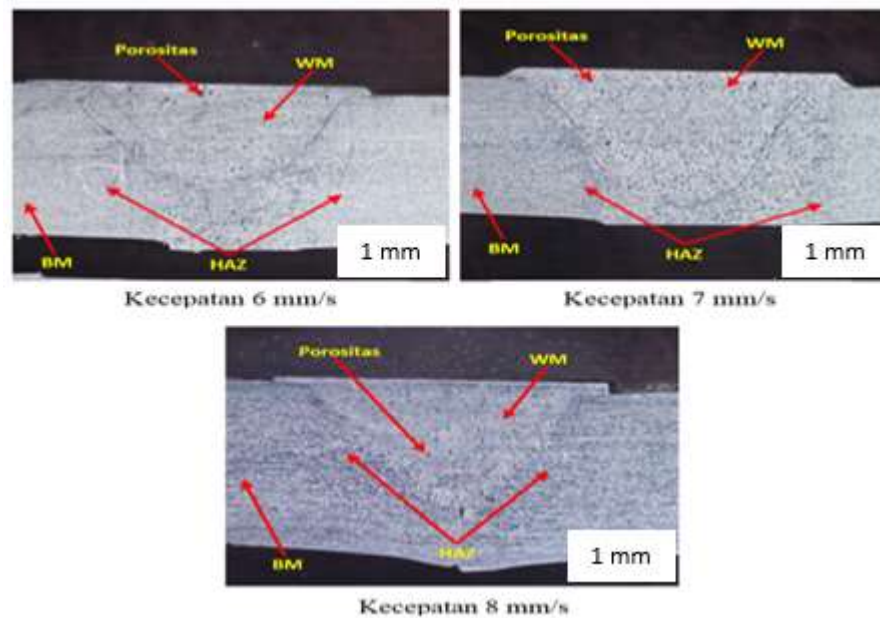
Pengambilan dan pengamatan struktur mikro daerah *base metal* pada gambar 4.6 menunjukkan hasil butiran-butiran dan batas butir yang memiliki kemiripan pada spesimen tiap-tiap variasi kecepatan pengelasan. Hasil struktur yang terjadi pada daerah ini dikarenakan daerah *base metal* tidak terpengaruh panas secara langsung pada proses pengelasan dilakukan. Campuran aluminium alloy 5052 terdiri dari

$(\text{Fe,Cr})_3\text{SiAl}_{12}$ ditandai dengan warna putih dan Mg_2Si ditandai dengan warna kehitaman (Hatch, 1984).



Gambar 4.6. Struktur mikro daerah base metal las MIG 2 layer tack weld

Langkah-langkah pada proses pengujian struktur mikro di atas, adapun penjelasan lain berupa hasil pengambilan gambar serta pengamatan struktur makro, berikut hasil uji struktur makro dapat dilihat pada 4.7.

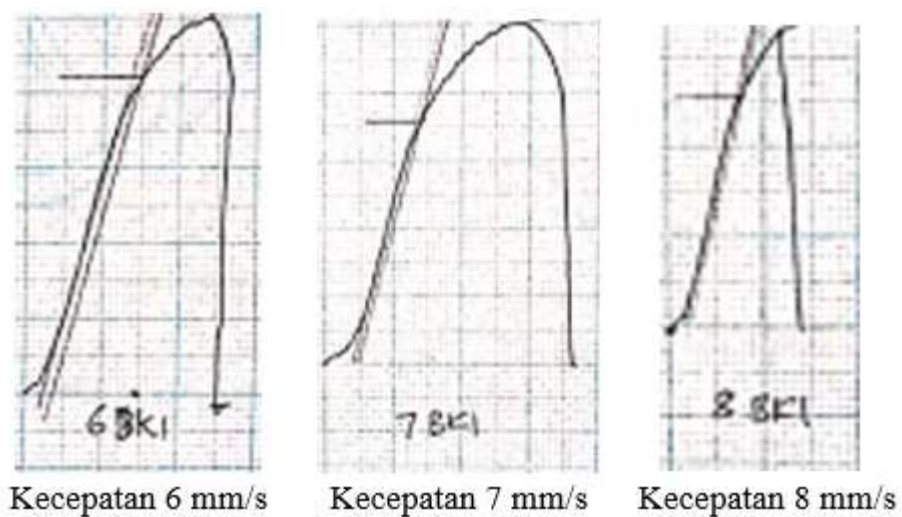


Gambar 4 7. Hasil struktur makro tiap-tiap variasi kecepatan pengelasan

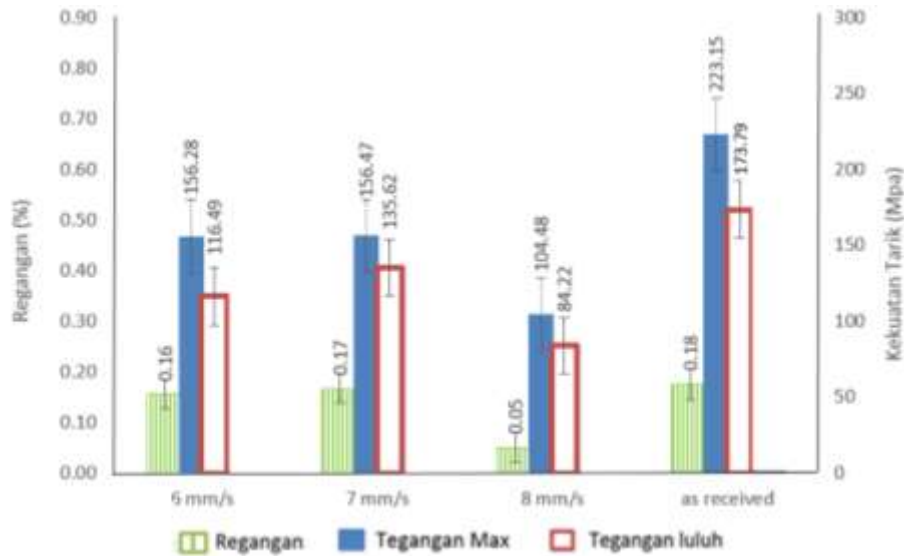
Berdasarkan pada hasil struktur makro pada gambar diatas terdapat perbedaan pada tiap-tiap daerahnya antara lain daerah *weld metal* (WM), *heat affected zone* (HAZ), dan *base metal* (BM). Hasil pengelasan tiap-tiap variasi kecepatan terdapat porositas pada bagian *weld metal*. Porositas yaitu suatu cacat las yang diakibatkan oleh adanya hidrogen yang terlarut pada proses pengelasan dan terperangkap didalam *weld metal* (Singh, 2016). Hasil pengelasan kecepatan 8 mm/s terjadi cacat *incomplete penetration* yaitu hasil penyambungan pengelasan yang tidak sempurna antara logam las dengan *base metal*. Cacat *incomplete penetration* yang terjadi pada spesimen kecepatan 8 mm/s dikarenakan laju pengelasannya terlalu cepat sehingga pecampuran logam las dengan base metal tidak sempurna. Cacat *incomplete penetration* mempengaruhi hasil kekuatan tarik dan impak, oleh karena itu hasil kecepatan 8 mm/s mendapat nilai uji tarik dan impak yang paling rendah walaupun memiliki nilai kekerasan yang tinggi dibandingkan kecepatan 6 mm/s dan 7 mm/s. Hal ini dikarenakan pengelasan kecepatan 8 mm/s cenderung lebih cepat dibanding kecepatan 6 mm/s dan 7 mm/s yang hasil pengelasannya sempurna.

4.3 Hasil Uji Tarik

Pengujian tarik ini menggunakan referensi ASTM E8-09 yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan luluh dan kekuatan tarik setelah proses pengelasan MIG 2 layer dengan menggunakan beberapa variasi kecepatan. Hasil dari proses pengujian tarik ini menghasilkan data berupa grafik yang menjelaskan nilai kekuatan luluh dan kekuatan tarik maksimal dari spesimen uji. Grafik uji tarik ditunjukkan pada gambar 4.8 dan nilai uji tarik ditunjukkan pada gambar 4.9.



Gambar 4 8. Grafik Uji Tarik



Gambar 4 9. Nilai Grafik Hasil Uji Tarik

Dari hasil pengujian tarik spesimen pada tiap-tiap variasi kecepatan pengelasan MIG 2 layer tack weld menghasilkan grafik nilai kekuatan tarik dan luluh seperti gambar diatas. Nilai tarik maksimum didapat pada kecepatan las 7 mm/s dengan nilai 156,47 MPa dengan nilai tegangan luluh sebesar 135,62 MPa. Spesimen variasi kecepatan 6 mm/s mendapatkan nilai kekuatan tarik yang tidak jauh beda dengan kecepatan 7 mm/s dengan nilai 156,28 MPa dan nilai tegangan luluh 116,49 MPa, dan spesimen 8 mm/s mendapatkan nilai 104,48 MPa untuk kekuatan tariknya dan 84,22 MPa untuk nilai tegangan luluhnya. Nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh pada raw material didapat hasil 223,15 MPa dan 173,79 MPa. Variasi kecepatan pengelasan 7 mm/s memiliki kekuatan tarik dan tegangan luluh maksimal dibanding kecepatan 6 mm/s dan 8 mm/s. Variasi kecepatan pengelasan 8 mm/s adalah spesimen lasan yang memiliki kekuatan tarik dan tegangan luluh terendah. Hasil uji tarik menunjukkan nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh pada tiap-tiap variasi kecepatan pengelasan yang lebih lemah dari raw material. Foto makro hasil patahan pengujian tarik pada tiap-tiap variasi kecepatan pengelasan ditunjukkan pada gambar 4.10.



Kecepatan 6 mm/s



Kecepatan 7 mm/s

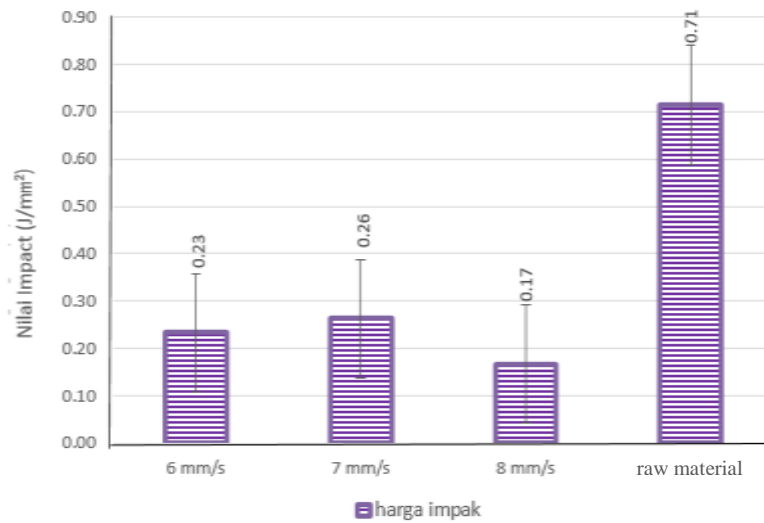


Kecepatan 8 mm/s

Gambar 4 10. Foto Makro Hasil Patahan Uji Tarik

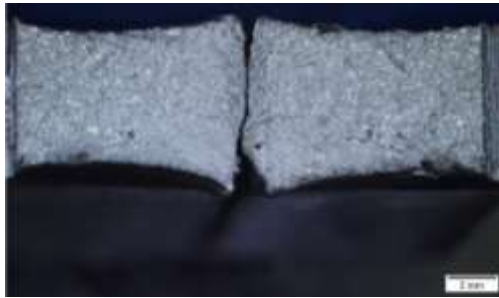
4.3 Hasil Uji Impak

Pengujian impak pada hasil pengelasan MIG 2 *layer tack weld* pada bahan aluminium AA 5052 bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan, kekerasan, dan nilai keuletan materialnya setelah mengalami proses pengelasan dengan menggunakan alat uji impak merek *Controlab*. Nilai impak yang didapat pada tiap-tiap variasi kecepatan pengelasan dapat dilihat pada gambar 4.11.

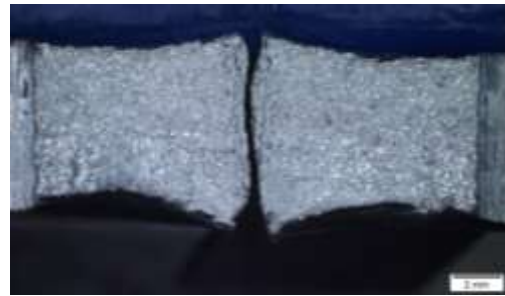


Gambar 4 11. Grafik Nilai Impact Spesimen 6 mm/s, 7 mm/s, dan 8 mm/s

Berdasarkan gambar di atas didapat nilai impact yang berbeda-beda sesuai variasi kecepatan pengelasan. Nilai impact maksimum didapat pada variasi kecepatan 7 mm/s dengan nilai 0.26 J/mm² dan nilai minimum impact didapat pada variasi kecepatan 8 mm/s dengan nilai 0.17 J/mm². Terdapat perbedaan yang signifikan hasil antara 7 mm/s dengan 8 mm/s, Hal ini dikarenakan kecepatan 7 mm/s merupakan kecepatan yang ideal untuk mendapatkan nilai impact maksimum jika dibandingkan dengan kecepatan 8 mm/s yang kecepatan pengelasannya cenderung lebih cepat sehingga penetrasi hasil lasan tidak sempurna menyatu dengan *base metal*, sedangkan kecepatan 7 mm/s hasil cairan pengelasannya sempurna dibandingkan kecepatan 6 mm/s dan 8 mm/s sehingga mendapatkan nilai impact yang tinggi. Untuk nilai kecepatan 6 mm/s mendapatkan hasil yang tidak berbeda jauh dengan kecepatan 7 mm/s dengan nilai 0.23 J/mm² dan nilai impact pada spesimen *raw material* didapat nilai 0.71 J/mm². Hasil uji impact ini menunjukkan nilai kekuatan pada tiap-tiap variasi kecepatan pengelasan yang lebih lemah dari *raw material*. Foto makro hasil patahan pengujian impact pada tiap-tiap variasi kecepatan pengelasan ditunjukkan pada gambar 4.12.



Kecepatan 6 mm/s



Kecepatan 7 mm/s

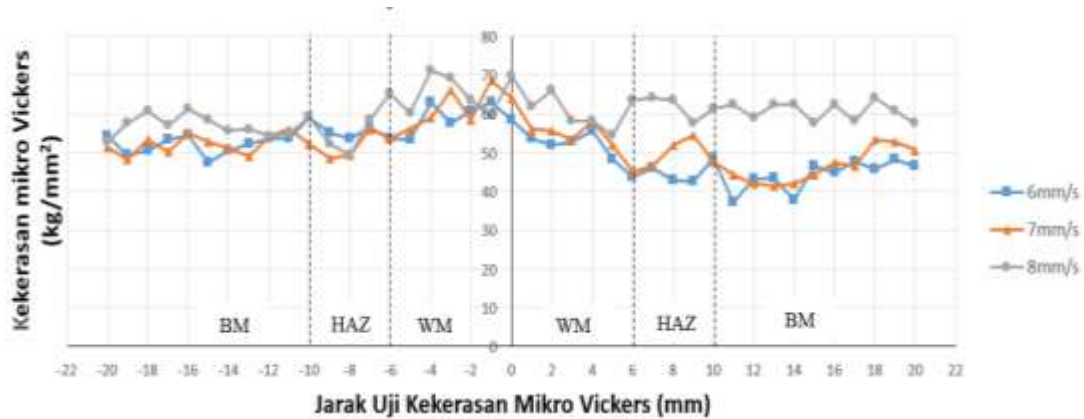


Kecepatan 8 mm/s

Gambar 4.12. Foto Makro Hasil Patahan Uji Impak

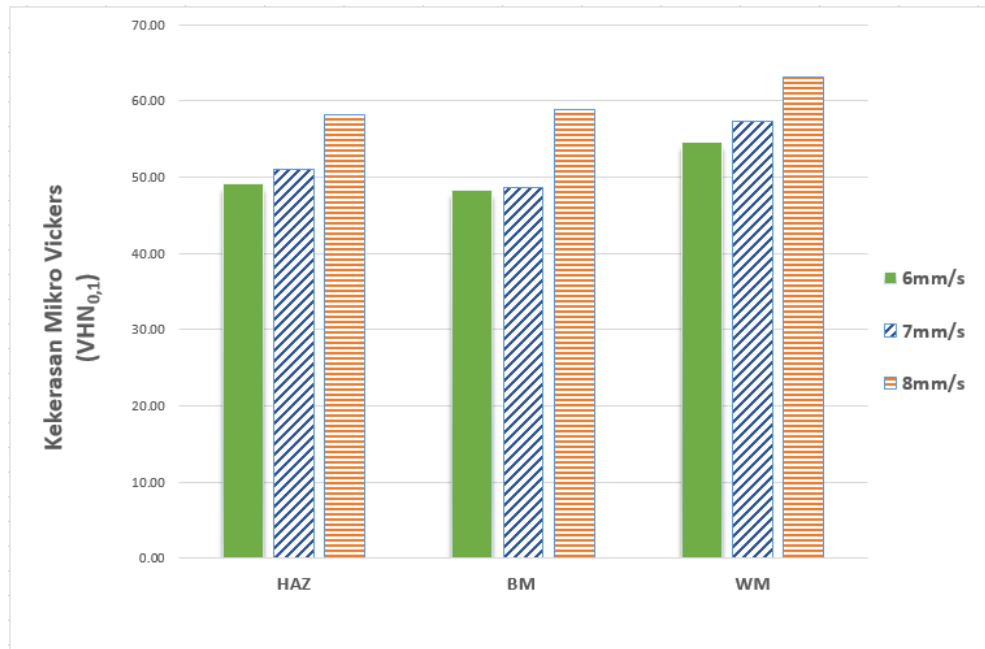
4.4 Hasil Uji Kekerasan

Uji kekerasan pada aluminium 5052 dengan hasil pengelasan MIG 2 *layer tack weld* dengan 3 pencekam menggunakan alat kekerasan *micro hardness vickers*, dengan beban pengujian yang digunakan sebesar 100 gram dan waktu pijakan indenter selama 10 detik. Jarak yang digunakan pada tiap-tiap pijakan indenter sebesar 500 mikron atau setara 0,5 mm. Nilai kekerasan dapat diamati dalam bentuk grafik hubungan jarak setiap pijakan indenter terhadap daerah yang diuji dengan besarnya *Vickers Hardness Number* (VHN). Nilai kekerasan yang didapat pada tiap-tiap variasi kecepatan dapat dilihat pada grafik yang ditunjukkan pada gambar 4.13.



Gambar 4.13. Grafik perbandingan nilai kekerasan spesimen kecepatan 6 mm/s, 7 mm/s, 8 mm/s

Berdasarkan gambar di atas didapat nilai kekerasan yang tidak berbeda jauh antara spesimen dengan kecepatan 6 mm/s, 7 mm/s, dan 8 mm/s. Nilai kekerasan dari ketiga spesimen pada daerah *Heat Affected Zone* (HAZ) dan *Base Metal* (BM) tidak jauh berbeda. Hal ini dikarenakan struktur butir las pada spesimen cenderung hampir sama terhadap pengaruh panas saat proses pengelasan. Nilai kekerasan dari ketiga spesimen pada daerah *Weld Metal* (WM) tidak jauh berbeda juga. Dari ketiga daerah tersebut, daerah *weld metal* memiliki nilai kekerasan cenderung lebih keras dibanding daerah HAZ dan BM karena memiliki butir las lebih kecil-kecil yang dipengaruhi distorsi sudut yang besar sehingga mengakibatkan pembentukan panas cenderung lebih besar pada daerah HAZ dan BM. Nilai rata-rata kekerasan setiap daerah spesimen dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4 14. Nilai rata-rata kekerasan spesimen kecepatan 6 mm/s, 7 mm/s, dan 8 mm/s

Nilai rata-rata kekerasan yang terdapat pada gambar 4.14 spesimen hasil las dengan kekerasan tertinggi pada *weld metal* (WM) didapat pada variasi kecepatan las 8 mm/s dengan nilai 63,2 VHN_{0,1} sedangkan nilai terendah didapat pada variasi kecepatan las 6 mm/s dengan 54,57 VHN_{0,1}. Nilai kekerasan tertinggi pada daerah *base metal* (BM) didapat pada kecepatan 8 mm/s dengan nilai sebesar 58,8 VHN_{0,1}, sedangkan nilai kekerasan terendah pada *base metal* dengan variasi kecepatan las 6 mm/s 48,39 VHN_{0,1}. Daerah pada *heat affected zone* (HAZ) yang memiliki nilai rata-rata kekerasan tertinggi didapat pada variasi kecepatan las 8 mm/s dengan nilai sebesar 58,3 VHN_{0,1} dan nilai HAZ yang memiliki daerah kekerasan terendah didapat pada kecepatan 6 mm/s dengan nilai 49,13 VHN_{0,1}.