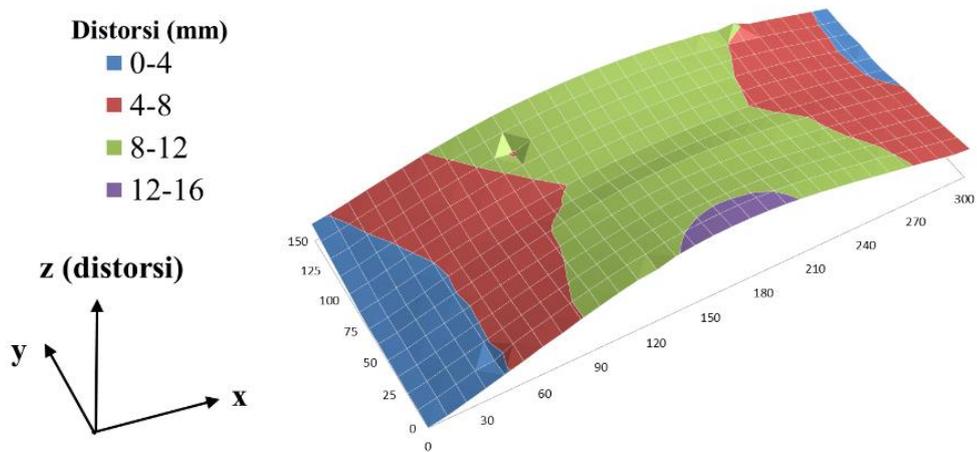


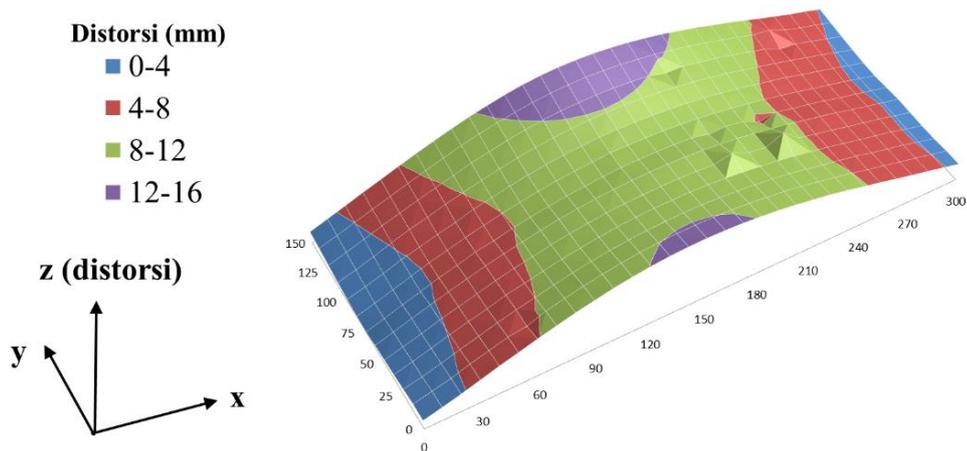
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengukuran Distorsi

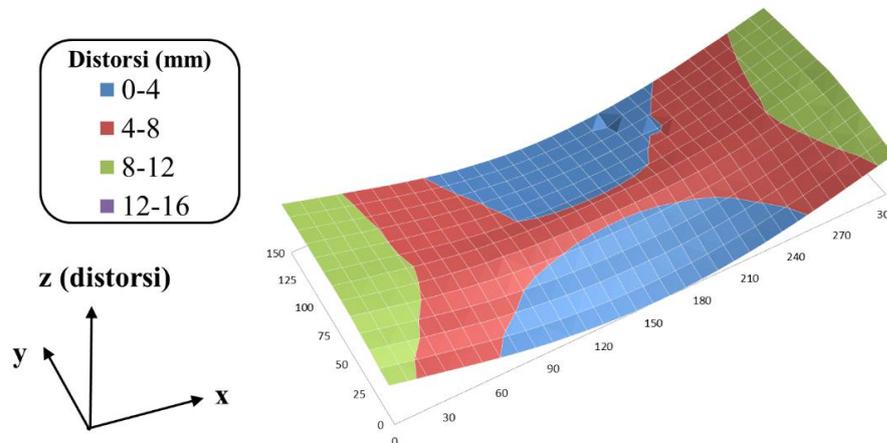
Pengukuran distorsi material AA5083 H116 hasil las T-GMAW tack weld dilakukan untuk membandingkan distorsi hasil pengelasan pada tiap variasi pengelasan. Cara pengukuran dijelaskan secara rinci pada Sub Bab 3.5. Hasil dari pengukuran ditunjukkan pada Gambar 4.1 – 4.3.



Gambar 4. 1 Distorsi T-GMAW tack weld Jarak Antar Elektroda 18 mm



Gambar 4. 2 Distorsi T-GMAW tack weld Jarak Antar Elektroda 27 mm

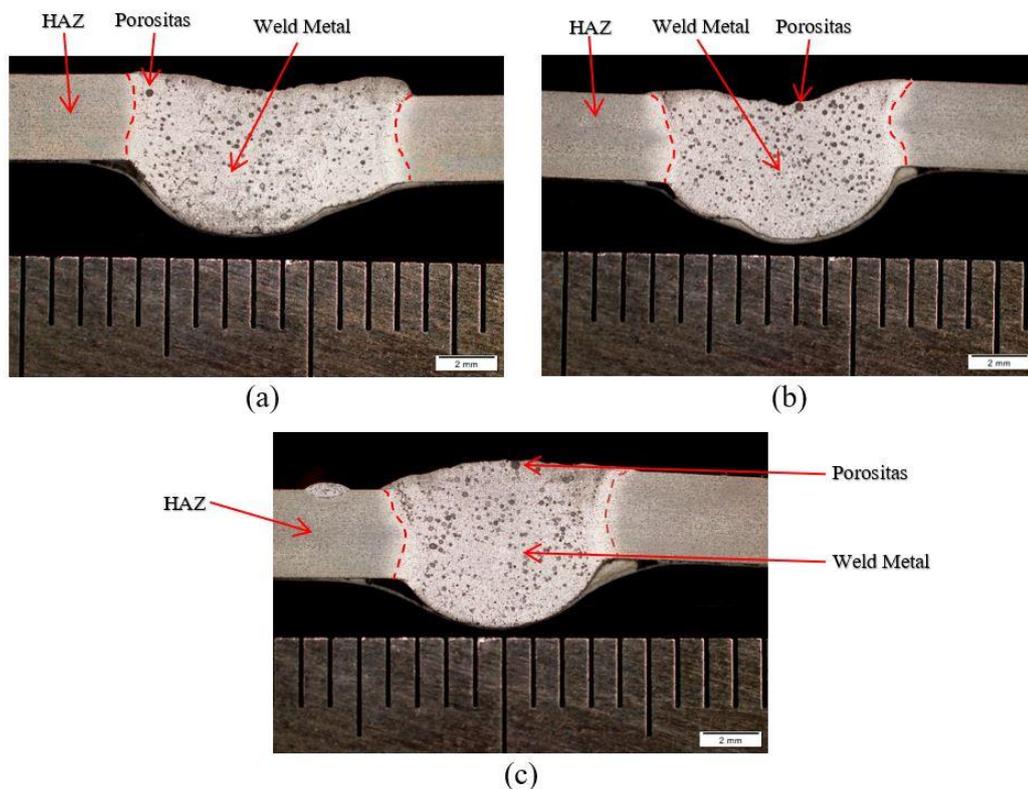


Gambar 4. 3 Distorsi T-GMAW tack weld Jarak Antar Elektroda 36 mm

Berdasarkan Gambar 4.1 – 4.3 distorsi paling kecil terjadi pada spesimen dengan $d = 18$ mm sebesar 12,75 mm. Distorsi pengelasan pada spesimen $d = 36$ lebih kecil dari pada distorsi $d = 27$. Untuk spesimen dengan $d = 18$ mm dan $d = 27$ memiliki distorsi dengan bentuk yang sama. Distorsi pengelasan disebabkan karena masukan panas dan penahan spesimen pada saat proses pengelasan berlangsung (Wiryosumarto, 2000). Semakin kecil masukan panas maka semakin kecil pula distorsinya. Masukan panas yang diterima spesimen dengan $d = 18$ mm lebih kecil dari spesimen dengan $d = 27$ mm sehingga distorsinya lebih kecil. Namun, terjadi penyimpangan pada spesimen dengan $d = 36$ mm, spesimen ini memiliki distorsi paling kecil dan bentuk distorsi spesimen yang berbeda. Dengan masukan panas yang diterima, spesimen dengan $d = 36$ mm seharusnya memiliki distorsi yang lebih besar dari spesimen dengan $d = 27$ mm dan lebih besar dari spesimen dengan $d = 18$ mm. Jika dilihat dari bentuknya, distorsi yang terjadi pada spesimen dengan $d = 36$ mm mengindikasikan bahwa terjadi kesalahan tack weld dimana saat pengelasan berlangsung tack weld pada bagian ujung pecah. Bentuk distorsi dari $d = 36$ mm sama dengan yang di teliti Arif Suryandana Putra dengan baha yang sama namun tanpa tack weld.

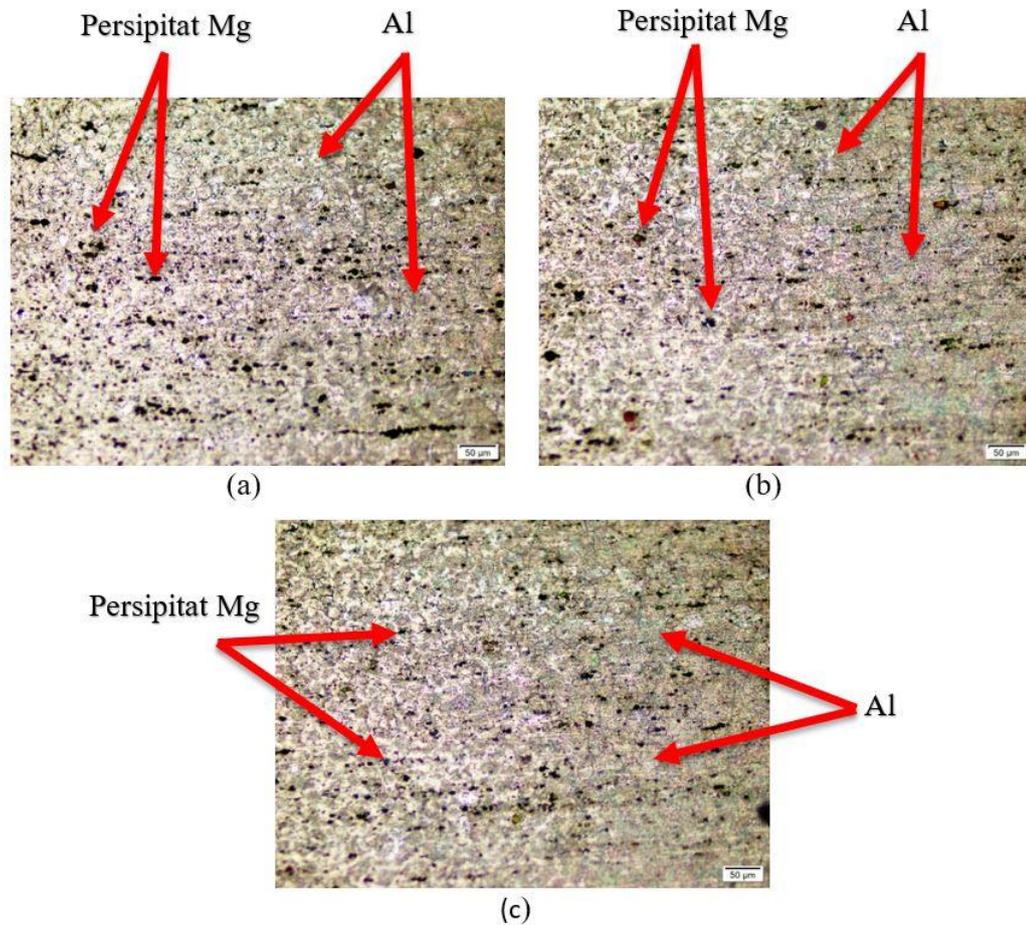
4.2. Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 200X dan untuk struktur makro dengan perbesaran 15X. Pengamatan struktur mikro dilakukan di 3 daerah yang berbeda yaitu *base material* (BM), *Heat affected zone* (HAZ), dan *weld metal* (WM) seperti ditunjukkan pada Gambar 4.4.



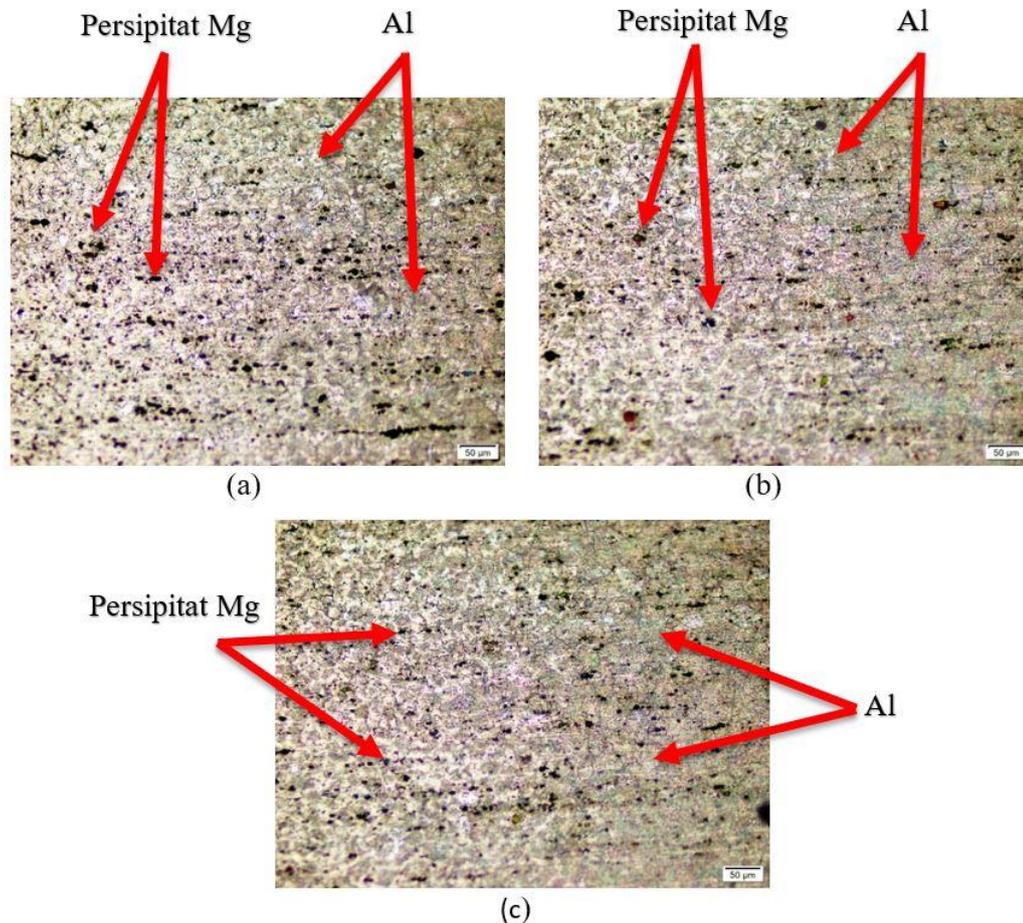
Gambar 4. 4 Foto struktur makro daerah-daerah sambungan T-GMAW tack weld dengan (a) $d = 18$ mm, (b) $d = 27$ mm, (c) $d = 36$ mm

Gambar 4.5 menunjukkan struktur mikro daerah *base material* (BM) berbentuk butir cenderung pipih dan memanjang halus. Hal tersebut diakibat dari proses *roll* saat proses pembuatan material. Sifat mekanis untuk *base material* tidak terpengaruh oleh panas yang ditimbulkan dari proses pengelasan.



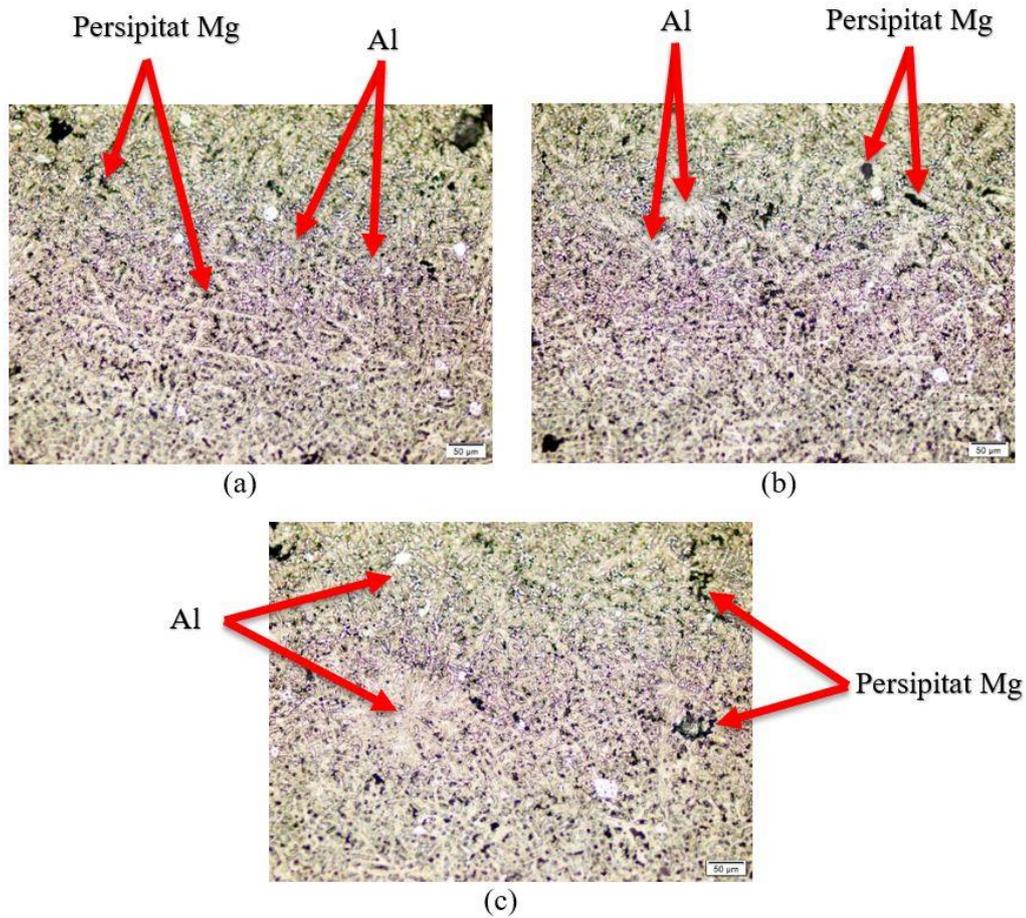
Gambar 4. 5 Foto struktur mikro pada daerah BM spesimen dengan
(a) $d = 18$ mm, (b) $d = 27$ mm, (c) $d = 36$ mm

Gambar 4.6 menunjukkan struktur mikro daerah *Heat affected zone (HAZ)*. Butir pada daerah HAZ mengalami perubahan bentuk dan ukuran menjadi lebih besar dibandingkan daerah *base material*. Daerah HAZ banyak terjadi proses presipitasi yang ditandai dengan terlihatnya butiran-butiran kasar dan pertumbuhan butir karena pengaruh panas dari las. Hal ini menyebabkan nilai kekuatan pada daerah HAZ menurun akibat butir yang mengalami pembesaran. Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan ukuran butir pada daerah HAZ relatif sama untuk ketiga spesimen.



Gambar 4. 6 Foto struktur mikro pada daerah HAZ spesimen dengan
(a) $d = 18$ mm, (b) $d = 27$ mm, (c) $d = 36$ mm

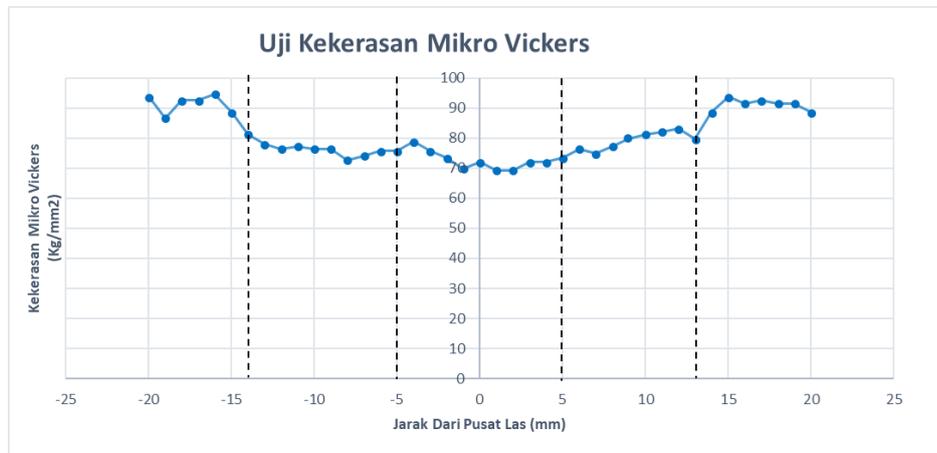
Pengamatan struktur mikro daerah logam las (*weld metal*) pada Gambar 4.7 akan mengalami pembekuan dan terdapat butiran-butiran kecil yang sering disebut struktur dendrit. Struktur dendrit terjadi karena adanya rekristalisasi pada suhu tinggi dan butir-butir tersebut kehilangan orientasi kristal. Hasil pengamatan untuk ukuran butir yang dihasilkan pada daerah *weld metal* spesimen dengan $d = 18$ mm paling banyak dan kecil dibandingkan dengan spesimen lain. Sedangkan spesimen dengan $d = 27$ mm dan spesimen dengan $d = 36$ mm terdapat banyak porositas. Porositas merupakan suatu cacat las yang disebabkan karena hidrogen yang larut saat proses pengelasan terjebak dalam *weld metal*.



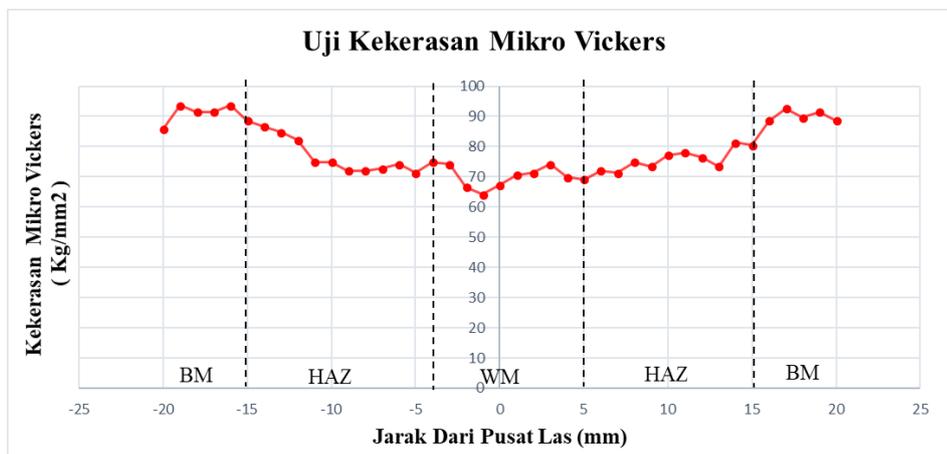
Gambar 4. 7 Foto struktur mikro pada daerah *weld metal* (WM) spesimen dengan (a) $d = 18$ mm, (b) $d = 27$ mm, (c) $d = 36$ mm

4.3. Uji Kekerasan

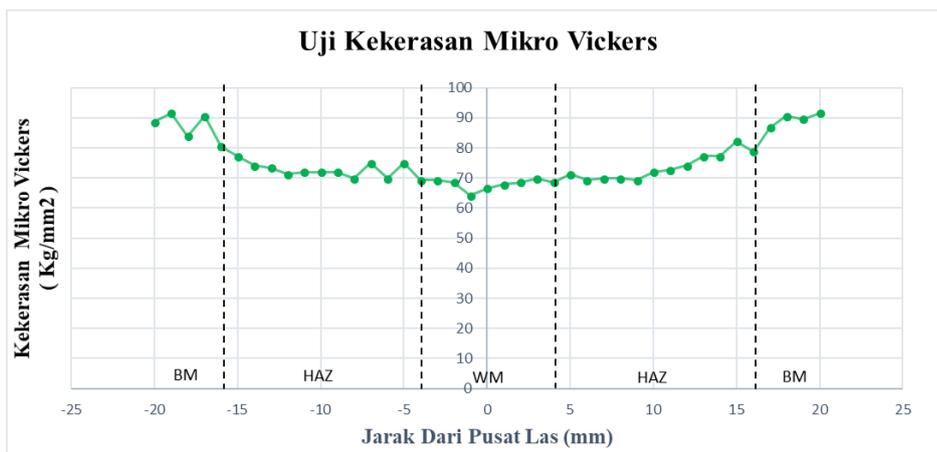
Uji kekerasan untuk material AA 5083 H116 hasil las T-GMAW tack weld menggunakan *micro hardness Vickers* dan ditunjukkan dalam bentuk grafik hubungan jarak tiap penetrasi indenter terhadap pusat las dengan besarnya *Vickers hardness number* (VHN). Jarak antar titik penetrasi indenter sebesar 1000 mikron atau 1 mm. Hasil plot grafik uji kekerasan ditunjukkan pada Gambar 4.8 – 4.12 dan Tabel 4.1.



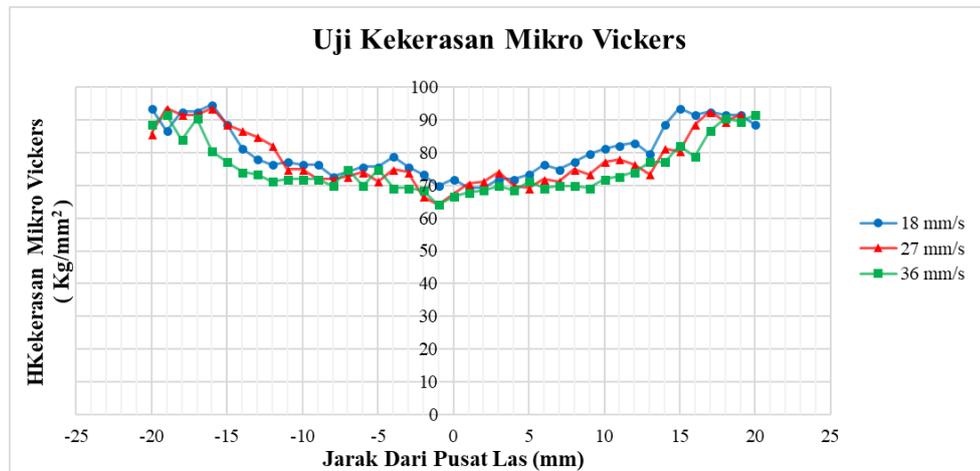
Gambar 4. 8 Nilai kekerasan *Vickers* spesimen dengan $d = 18$ mm



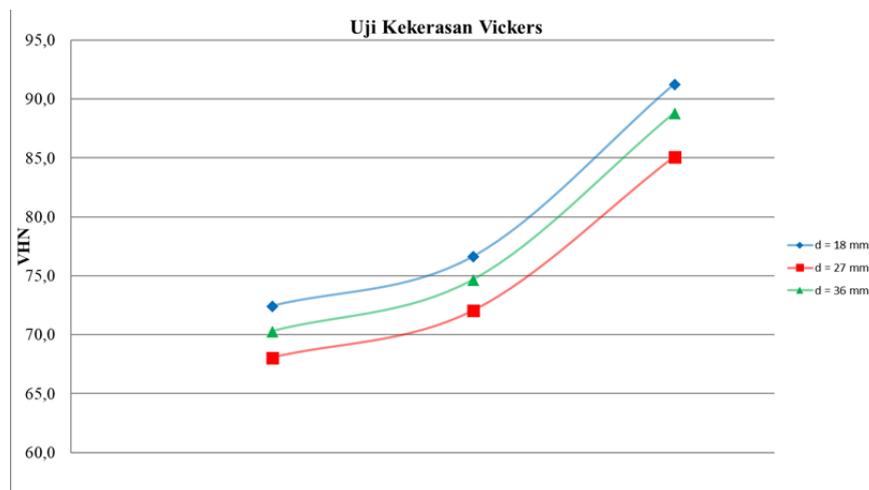
Gambar 4. 9 Nilai kekerasan *Vickers* spesimen dengan $d = 27$ mm



Gambar 4. 10 Nilai kekerasan *Vickers* spesimen dengan $d = 36$ mm



Gambar 4. 12 Perbandingan nilai kekerasan Vikers



Gambar 4. 11 Perbandingan nilai kekerasan Vickers rata-rata pada bagian *base metal* (BM), *heat affected zone* (HAZ), dan *weld metal* (WM).

Tabel 4. 1 Nilai kekerasan *Vickers* rata-rata

Spesimen	Nilai kekerasan <i>Vickers</i> rata-rata (VHN)			
	WM	HAZ	BM	Semua bagian
d = 18 mm	72,5 ±	76,7 ±	91,3 ±	80,75 ±
d = 27 mm	68,1 ±	72,1 ±	85,1 ±	75,98 ±
d = 36 mm	70,3 ±	74,7 ±	88,9 ±	78,58 ±

Berdasarkan hasil gambar diatas bahwa pada bagian *base metal* nilai kekerasan yang diperoleh dari pengujian menunjukkan nilai yang hampir sama pada ketiga spesimen. Hasil uji kekerasan mempunyai nilai spesimen dengan d = 18 sebesar

91,3 VHN, spesimen dengan $d = 27$ mm sebesar 85,1 VHN dan spesimen dengan $d = 36$ mm sebesar 88,9 VHN.

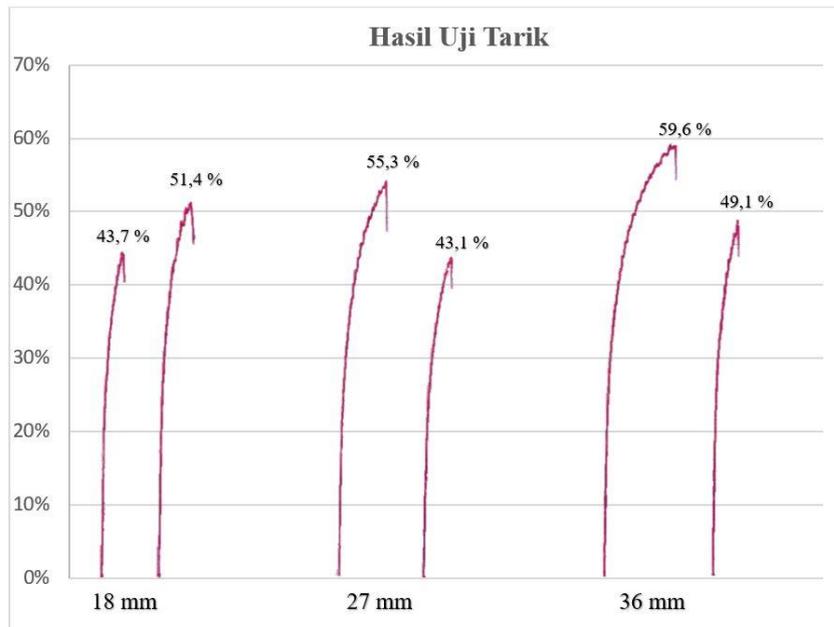
Nilai kekerasan dibagian HAZ pada ketiga spesimen lebih rendah daripada nilai kekerasan bagian base metal. Hal tersebut disebabkan karena terbentuknya presipitat dan berubahnya bentuk butir. Nilai kekerasan rata-rata tertinggi pada bagian HAZ adalah spesimen dengan $d = 18$ mm yaitu 76,7 VHN. Selanjutnya, nilai kekerasan bagian HAZ untuk spesimen dengan $d = 36$ mm sebesar 74,7 VHN dan spesimen dengan $d = 27$ mm memiliki nilai kekerasan terendah sebesar 72,1 VHN. Hal tersebut disebabkan karena banyaknya presipitat dan bentuk butir yang berubah ukuran menjadi besar yang terdapat pada bagian HAZ spesimen dengan $d = 27$ mm sehingga kekerasannya lebih rendah dari spesimen lain.

Nilai kekerasan pada bagian *weld metal* untuk ketiga spesimen tidak terlalu jauh berbeda. Nilai kekerasan rata-rata tertinggi pada spesimen dengan $d = 18$ mm sebesar 72,5 VHN, kemudian diikuti spesimen dengan $d = 36$ mm sebesar 70,3 VHN, dan spesimen dengan $d = 27$ mm memiliki nilai terendah sebesar 68,1 VHN. Spesimen dengan $d = 27$ mm pada bagian weld metal memiliki ukuran persipitat dan butir terbesar dibandingkan dengan spesimen lain sehingga nilai kekerasannya lebih rendah.

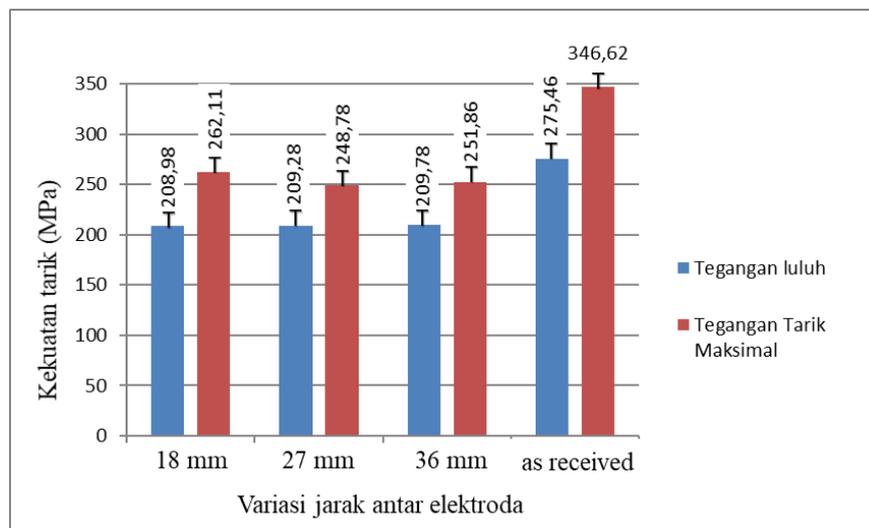
Berdasarkan gambar grafik di atas menunjukkan bahwa kurva nilai kekerasan Vickers terhadap jarak ke pusat las pada tiap variasi pengelasan memiliki tren yang sama. Nilai kekerasan paling besar berada pada bagian *base metal* (BM), kemudian nilai kekerasan mengalami penurunan pada bagian HAZ, dan nilai kekerasan paling rendah berada pada bagian *weld metal* (WM). Sedangkan nilai kekerasan rata-rata total untuk spesimen dengan $d = 18$ mm memiliki nilai tertinggi sebesar 80,75 VHN, spesimen dengan $d = 36$ mm sebesar 78,58 VHN, dan spesimen dengan $d = 27$ mm memiliki nilai terendah sebesar 75,98 VHN. Spesimen dengan $d = 18$ mm memiliki nilai kekerasan paling tinggi karena mendapat masukan panas yang terendah, sedangkan spesimen dengan $d = 27$ mm memiliki nilai kekerasan terendah karena mendapat masukan panas yang tertinggi.

4.4. Uji Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mencari nilai kekuatan tarik maksimal dan luluh dari spesimen yang telah diuji. Hasil dari pengujian tarik ditunjukkan dengan grafik pada Gambar 4.13 – 4.14.



Gambar 4. 13 Grafik uji tarik

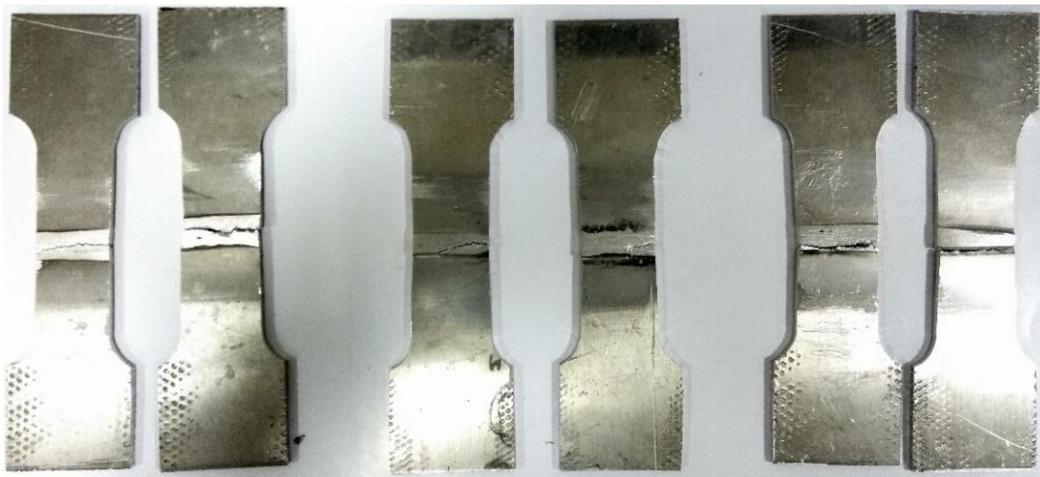


Gambar 4. 14 Grafik hasil uji tarik

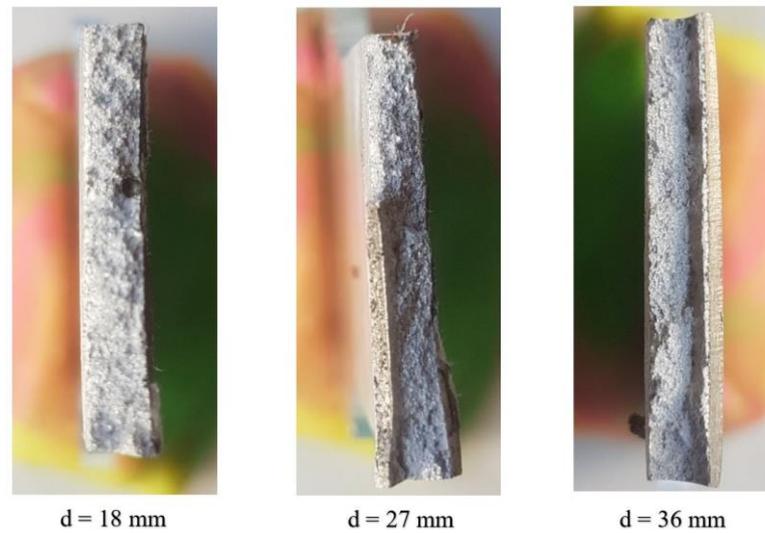
Nilai kekuatan pada *raw material* yang diperoleh sebesar 346,62 MPa untuk kekuatan luluh dan 275,46 MPa untuk kekuatan tarik maksimal (Ismail, 2014). Berdasarkan data uji tarik untuk spesimen dengan $d = 18$ mm memiliki nilai terbesar

yaitu kekuatan luluh sebesar 208,98 MPa dan kekuatan tarik maksimal sebesar 262,11 Mpa . Sedangkan spesimen dengan $d = 27$ mm memiliki nilai terendah dibanding dengan spesimen lain yaitu sebesar 209,28 MPa untuk kekuatan luluh dan sebesar 248,78 Mpa untuk kekuatan tarik maksimal. Jika dilihat dari grafik Gambar 4.13 spesimen dengan $d = 27$ mm dan spesimen dengan $d = 36$ mm tidak terlalu jauh perbedaan nilai kekuatan luluh dan kekuatan tarik maksimal dikarenakan spesimen dengan $d = 36$ mengalami pecah tack weld pada proses pengelasan.

Pengelasan T-GMAW tack weld spesimen dengan $d = 18$ mm, $d = 27$ mm dan $d = 36$ mm menghasilkan sambungan las yang bersifat ulet yang ditandai dengan adanya *necking* pada bekas patahan uji tarik. Spesimen setelah diuji tarik ditunjukkan pada Gambar 4.15 – 4.16 terdapat *necking* yang terlihat pada bekas patahan. Berdasarkan gambar tersebut terlihat juga bahwa patahan yang dihasilkan pada las T-GMAW tack weld semua terletak pada bagian weld metal yang disebabkan karena weld metal adalah bagian yang paling lunak. Patahan yang dihasilkan oleh las T-GMAW tack weld terletak pada daerah weld metal, hal ini juga berbanding lurus dengan hasil uji kekerasan dimana harga kekerasan pada daerah *weld metal* lebih kecil dibanding bagian lain.



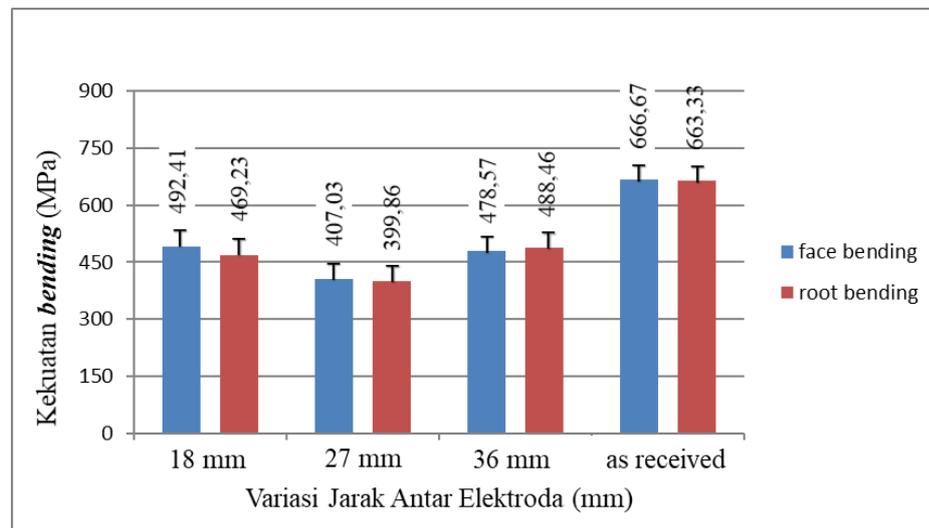
Gambar 4. 15 Spesimen setelah diuji tarik



Gambar 4. 16 Foto makro patahan setelah diuji tarik

4.5. Uji *Bending*

Pengujian *bending* bertujuan untuk mencari nilai kekuatan *bending* maksimal yang dapat diterima dari spesimen yang diuji. Pengujian *bending* dilakukan dengan 2 metode pengujian yaitu uji *face bending* dan uji *root bending*. Hasil dari pengujian *bending* ditunjukkan grafik pada Gambar 4.17.



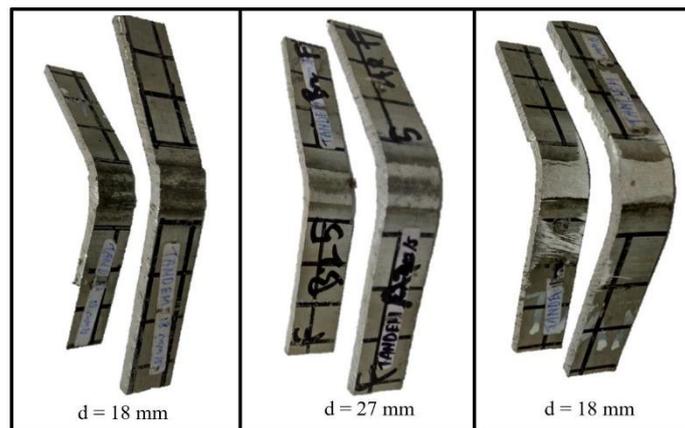
Gambar 4. 17 Grafik hasil uji *bending*

Hasil pembacaan grafik pada Gambar 4.17 dapat terlihat bahwa pada pengujian metode *Face Bend* memiliki nilai kekuatan *bending* tertinggi didapatkan pada spesimen dengan $d = 18$ mm sebesar 492,41 MPa, sedangkan nilai kekuatan

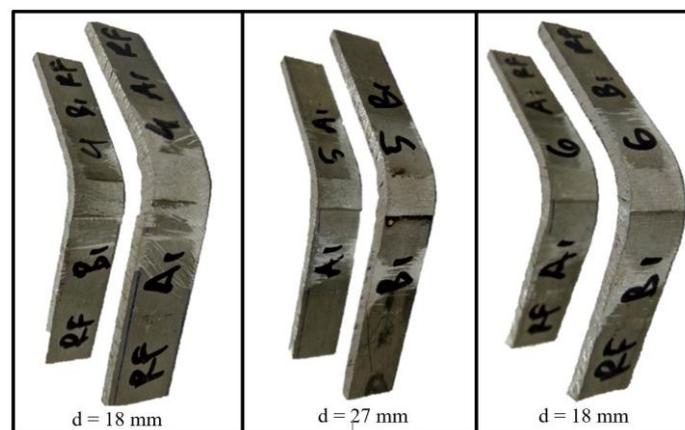
bending yang terendah terjadi pada spesimen dengan $d = 27$ mm sebesar 407,03 MPa. Pengujian dengan metode *Root Bend* terlihat kekuatan *bending* tertinggi dihasilkan pada spesimen dengan $d = 36$ mm sebesar 488,46 MPa, sedangkan nilai paling rendah terjadi pada spesimen dengan $d = 27$ mm sebesar 399,86 MPa.

Kekuatan *bending* dilihat dari grafik bahwa dengan metode *Face Bend* cenderung lebih besar daripada kekuatan *bending* dengan metode *Root Bend*. Namun pengecualian terjadi pada spesimen dengan dengan $d = 36$ mm dimana kekuatan dengan metode *Root Bend* lebih besar. Standar deviasi yang tinggi pada spesimen dengan $d = 36$ mm saat pengujian metode *Root Bend* mengindikasikan adanya cacat pada spesimen uji.

Gambar spesimen yang bengkok setelah uji *bending* dengan metode *face bend* dan *root bend* ditunjukkan pada Gambar 4.18 - 4.19.



Gambar 4. 18 Spesimen setelah diuji *bending* dengan metode *face bend*



Gambar 4. 19 Spesimen setelah diuji *bending* dengan metode *root bend*