

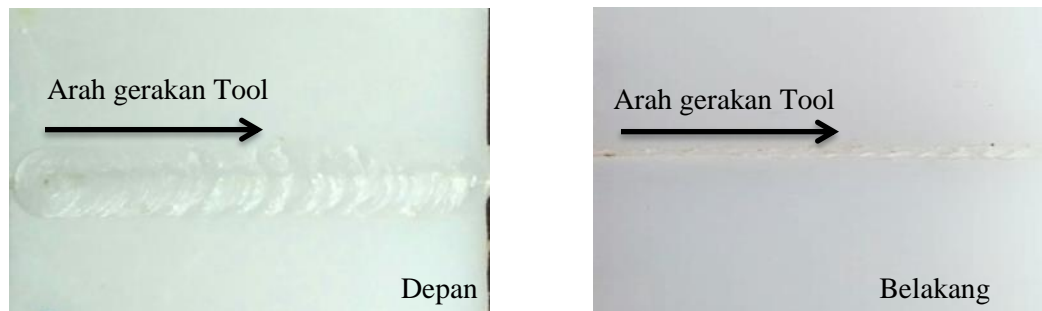
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengelasan FSW

Setelah melakukan proses penyambungan dengan metode pengelasan FSW pada material HDPE maka akan terlihat hasil lasan yang telah tersambung pada dua buah material. Pengelasan FSW ini menggunakan variasi *feed rate* dengan kecepatan putar sebesar 900 rpm, *dept of plunge* 0.5mm, pin tool dengan silinder ulir berdiameter 3mm, serta suhu yang terdapat pada saat proses pengelasan sebesar 48 °C sampai 67 °C dengan parameter tersebut dapat dihasilkan beberapa hasil lasan yang berbeda-beda dilihat dari variasi yang di pakai pada pengelasan ini. Pada penelitian ini menggunakan variasi *feed rate*, ada tiga variasi *feed rate* yang dipakai pada penelitian ini yaitu dengan *feed rate* 10mm/menit, 14mm/menit, dan 20 mm/menit. Dilihat dari hasil lasan terdapat hasil yang berbeda-beda mulai dari garis lasannya maupun kekuatannya.

4.1.1. Hasil Pengelasan dengan *feed rate* 10mm/menit.

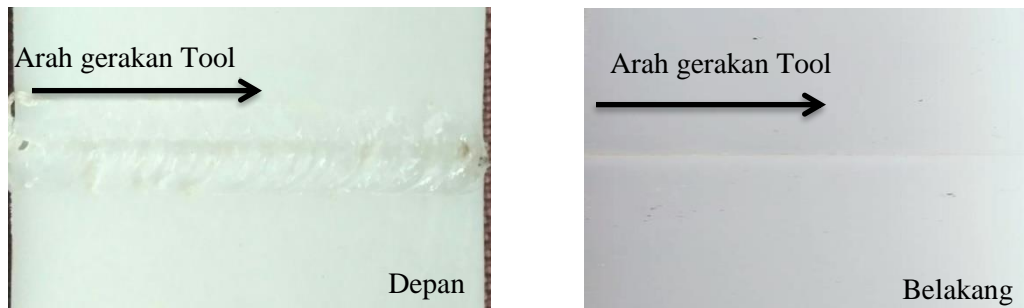


Gambar 4.1 Hasil pengelasan dengan *feed rate* 10mm/menit

Dilihat dari gambar 4.1 hasil pengelasan dengan *feed rate* 10mm/menit terlihat kasar dan mengelupas karena pada variasi *feed rate* 10mm/menit ini waktu proses pengelasan lebih lama dibandingkan dengan *feed rate* yang sebelumnya dan panas yang terjadi akibat terlalu lama pada waktu pengelasan mengakibatkan material

benda kerja mengelupas dan lebih kasar, panas yang terjadi pada tool yang bergesekan dengan material benda kerja lebih menyeluruh terhadap permukaan hasil pengelasannya. Pada pengelasan ini pergerakan tool terhadap meja pengelasan ke arah kanan.

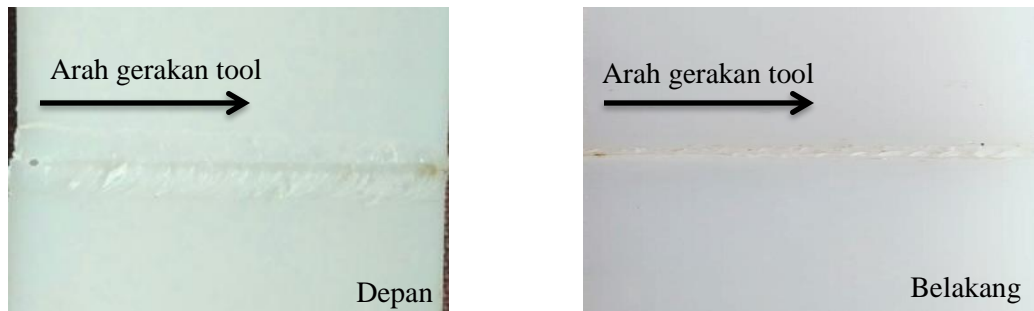
4.1.2. Hasil Pengelasan dengan *feed rate* 14mm/menit.



Gambar 4.2 Hasil pengelasan dengan *feed rate* 14mm/menit

Dilihat pada gambar 4.2 hasil pengelasan dengan *feed rate* 14mm/menit terlihat cukup halus pada permukaan hasil pengelasannya meskipun terlihat dari garis lasan sedikit kasar karena pada variasi *feed rate* 14mm/menit waktu pada pengelasan lebih lama ini mengakibatkan material terlihat sedikit kasar. Pada variasi *feed rate* 14mm/menit ini tool yang bergesekan dengan benda kerja menimbulkan panas yang bisa membuat hasil pengelasan terlihat kasar sebab semakin lama waktu pada pengelasan maka semakin panas juga tool yang bergesekan pada benda kerja dan bisa mengakibatkan material benda kerja menjadi kasar hingga dapat mengelupas.

4.1.3. Hasil Pengelasan dengan *feed rate* 20mm/menit.



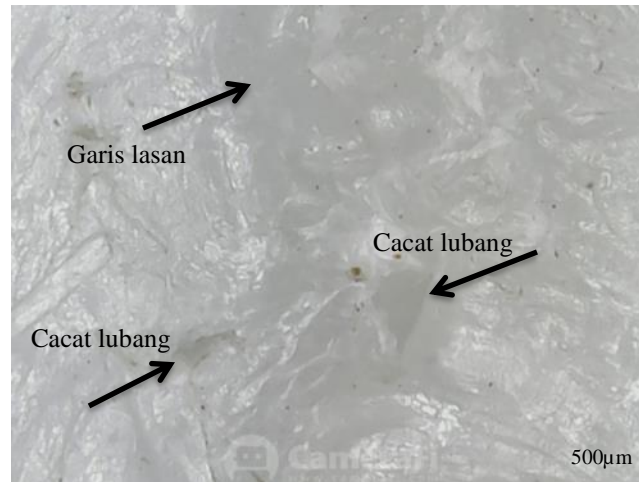
Gambar 4.3 Hasil pengelasan dengan *feed rate* 20mm/menit

Dilihat pada gambar 4.3 hasil pengelasan dengan *feed rate* 20mm/menit terlihat baik dan juga halus pada permukaan hasil lasannya, karena untuk *feed rate* dengan variasi 20mm/menit tidak terlalu lama pada saat waktu pengelasan oleh karena itu ketika waktu pengelasan tidak terlalu lama maka hasil lasan akan lebih halus dan tidak terjadi pengelupasan terhadap material yang dihasilkan dari panas pada gesekan tool terhadap benda kerja ketika proses pengelasan berlangsung.

4.2 Hasil Uji Makro

Hasil Uji Makro

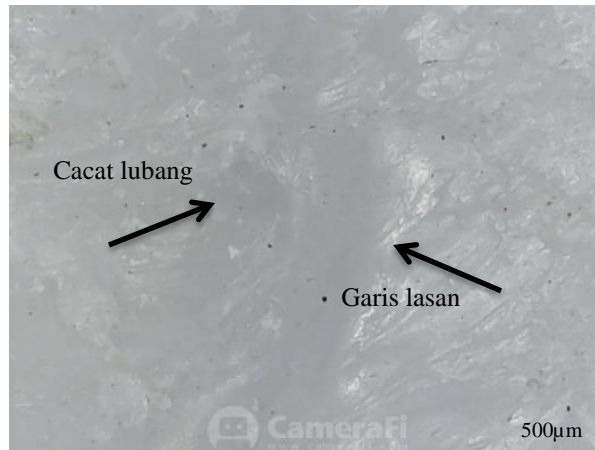
1. Hasil foto uji makro pengelasan FSW dengan *feed rate* 10mm/menit



Gambar 4.4 Struktur makro dengan *feed rate* 10mm/menit

Hasil foto uji makro dengan *feed rate* 10mm/menit seperti pada gambar 4.4 menunjukkan bahwa dengan semakin lamanya waktu saat proses pengelasan maka hasil lasan semakin lebih kasar, dengan bahan material lasan HDPE yang sangat rentan terhadap suatu panas yang berlebihan dan mengakibatkan material cepat meleleh. Pada hasil dengan *feed rate* 10mm/menit hasil lasan terlihat lebih kasar dan banyak lubang cacat yang terjadi pada saat pengelasan terjadi akibat dari semakin lamanya waktu pengelasan maka semakin kasar juga hasil lasanya dan akan menimbulkan banyak cacat yang terjadi pada daerah garis permukaan pengelasannya.

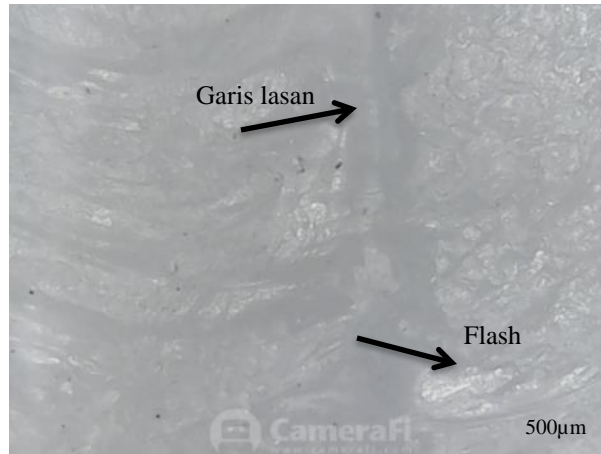
2. Hasil foto uji makro pengelasan FSW dengan *feed rate* 14mm/meni



Gambar 4.5 Struktur makro dengan *feed rate* 14mm/menit

Hasil foto uji makro dengan menggunakan *feed rate* 14mm/menit seperti pada gambar 4.5 menunjukkan bahwa hasil lasan dari depan sedikit kasar, karena pada pengelasan *feed rate* 14mm/menit waktu pengelasannya lebih lama dan panas yang terjadi pada tool yang bergesekan dengan benda kerja berpengaruh akibat lamanya waktu pengelasan yang terjadi bisa melelehkan benda kerjanya. Pada daerah garis lasan juga terdapat lubang cacat pada hasil lasan disebabkan oleh panas saat pengelasan terhadap benda kerja dengan waktu yang cukup lama mengakibatkan benda kerja meleleh dan terdapat cacat pada daerah lasannya.

3. Hasil foto uji makro pengelasan FSW dengan *feed rate* 20mm/menit



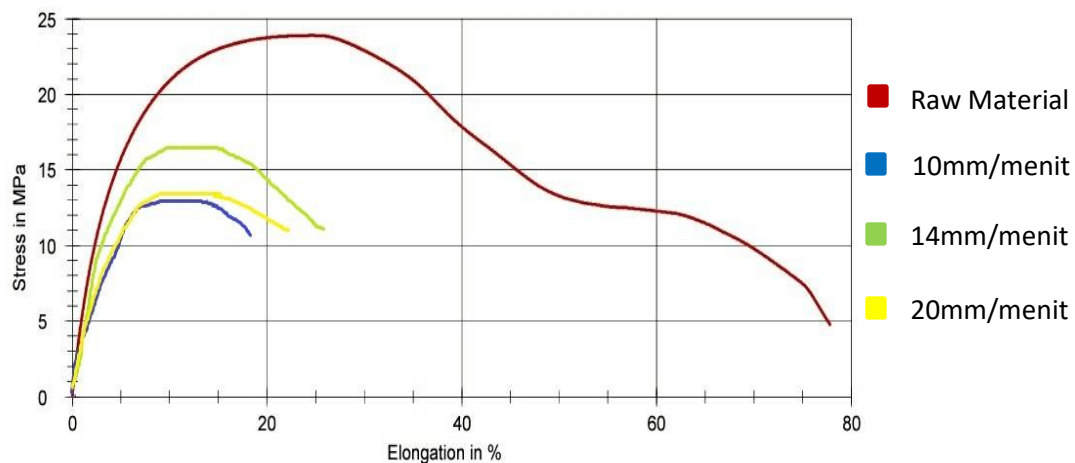
Gambar 4.6 Struktur makro dengan *feed rate* 20mm/menit

Pada hasil struktur makro dengan *feed rate* 20mm/menit seperti pada gambar 4.6 menunjukkan bahwa hasil lasan cukup halus pada bagian depan lasan dan tidak ada lubang atau cacat las yang terdapat di daerah garis lasan, karena pada pengelasan dengan *feed rate* 20mm/menit ini tidak terlalu lama pada saat waktu pengelasan mengakibatkan panas dari gesekan pin tool dengan benda kerja tidak merata sehingga panas pada proses pengelasan terhadap benda kerja tidak mengakibatkan adanya lubang disekitar daerah lasan dan hasil lasannya juga terlihat cukup halus.

Pengelasan *friction stir welding* terhadap bahan polimer menunjukkan untuk uji struktur makro terdapat adanya cacat pada rongga (*Void*), itu terjadi karena kurangnya pemanasan pin tool terhadap benda kerja yang mengakibatkan hasil lasan tidak cukup untuk melelehkan material dengan baik sehingga material yang meleleh tidak bisa menutup rongga yang terjadi pada sambungan material yang akan di uji Nugroho dkk, (2015). Untuk penelitian cacat yang terjadi pada pemanasan yang terlalu lama pada saat pengelasan berlangsung akibatnya hasil lasan terdapat banyak cacat karena material tidak terlalu kuat terhadap panas yang berlebihan sehingga material menjadi meleleh akibat panas yang terjadi pada pin tool dengan benda kerjanya.

4.3 Hasil Pengujian Tarik

Pada penelitian ini pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan pengelasan FSW dengan material HDPE dalam bentuk grafik tegangan dan regangan yang terjadi pada saat pengujian ketika menahan beban ketika proses pengujian berlangsung. Pengujian tarik ini menggunakan standart ASTM D 638 (*American Standard Testung and Material*) dengan menggunakan alat pengujian Z020 TN Proline Material Testimh Machine.



Gambar 4.7 Kurva nilai kekuatan tarik pada setiap variasi *feed rate*

Adapun penjelasan dari kurva nilai kekuatan tarik pada setiap variasi sebagai berikut.

- Untuk Raw material ditunjukkan pada warna merah dengan nilai kekuatan tarik pada saat pengujian sebesar 23.9 MPa, kemudian setelah mencapai nilai tersebut kekuatan pada raw material menurun setelah melewati kekuatan maksimum pada saat pengujian berlangsung.
- Pada variasi *feed rate* 10mm/menit terdapat pada warna biru yang menunjukkan bahwa pada variasi tersebut kekuatan tarik yang terjadi sebesar 13.6 MPa atau 57% dari kekuatan raw material dan untuk hasil ini menjadi hasil yang tidak terlalu baik karena terlalu lama waktu pada saat pengelasan

akan berpengaruh pada kekuatan pada benda kerja saat dilakukan penyambungan

- Pada variasi feed rate 14mm/menit ditunjukkan pada warna hijau dengan nilai kekuatan tarik sebesar 16.2 MPa atau 68% nilai ini menjadikan nilai yang tertinggi pada setiap variasi karena pemanasan yang terjadi pada saat pengelasan merata dan sangat baik pada proses pengelasan berlangsung.
- Untuk variasi feed rate 20mm/menit yang ditunjukkan dengan warna kuning menghasilkan kekuatan tarik sebesar 13.8 MPa atau 58% . karena pada saat proses pengelasan panas yang terjadi tidak terlalu merata sehingga hasil kekuatannya tidak terlalu kuat.

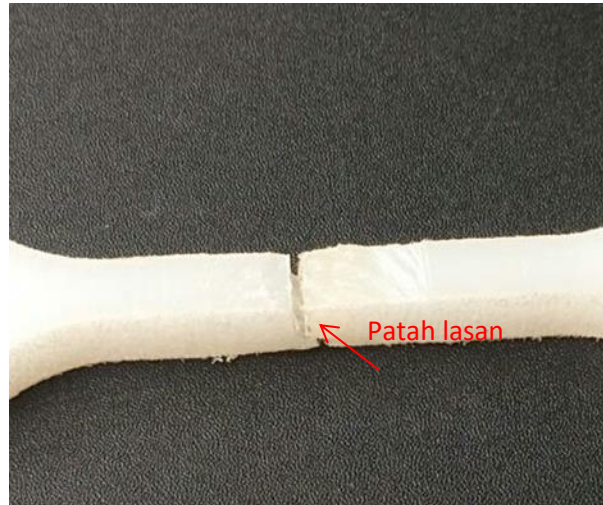
1. Raw Material



Gambar 4.8 Raw material uji tarik

Dilihat pada gambar 4.8 raw material pada pengujian tarik setelah dilakukan pengujian terlihat memanjang dan menghasilkan nilai kekuatan tegangan (*Strees*) dan regangan (*Strain*) menjadikan hasil tersebut sebagai acuan dari hasil pada semua variasi.

2. 10mm/menit



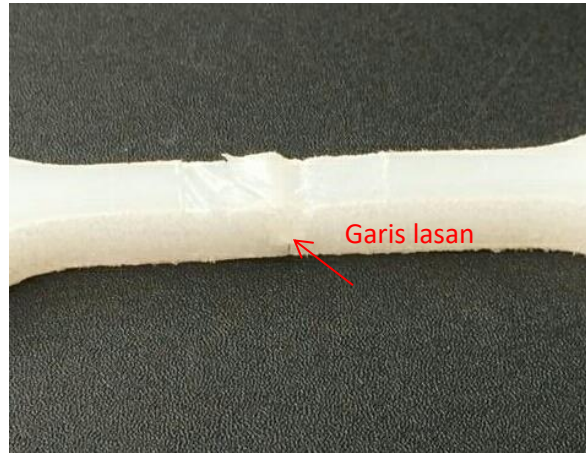
Gambar 4.9 Hasil uji tarik variasi feed rate 10mm/menit



Gambar 4.10 Patahan uji tarik variasi feed rate 10mm/menit

Pada variasi *feed rate* 10mm/menit terlihat hasil lasan terjadi patahan terhadap material yang telah diujikan, itu terjadi karena pada saat pemanasan terlalu lama sehingga menyebabkan terdapat cacat yang terjadi pada benda kerja dan melebihi kekuatan panas yang bisa diterima oleh material ketiak pin tool bergesekan dengan benda kerjanya dan kekuatannya menjadi rendah dengan kekuatan tarik sebesar 13.6 atau 57% dari rawa material karena pada pemanasan yang terlalu lama saat penyambungan berlangsung.

3. 14mm/menit



Gambar 4.11 Hasil uji tarik variasi feed rate 14mm/menit



Gambar 4.12 Patahan uji tarik variasi feed rate 14mm/menit

Pada variasi *feed rate* 14mm/menit terlihat hasil lasan tidak terlalu halus dan terdapat pengelupasan material pada saat penyambungan dilakukan, ini karena waktu pada saat pengelasan lebih lama dari pada variasi 10mm/menit yang mengakibatkan terjadi pengelupasan pada benda kerja. Untuk kekuatan tarik pada variasi ini menunjukkan kekuatan yang tertinggi dari semua variasi dengan kekuatan sebesar 16.2 MPa atau 68% dari kekuatan raw material.

4. 20mm/menit



Gambar 4.13 Hasil uji tarik variasi feed rate 20mm/menit



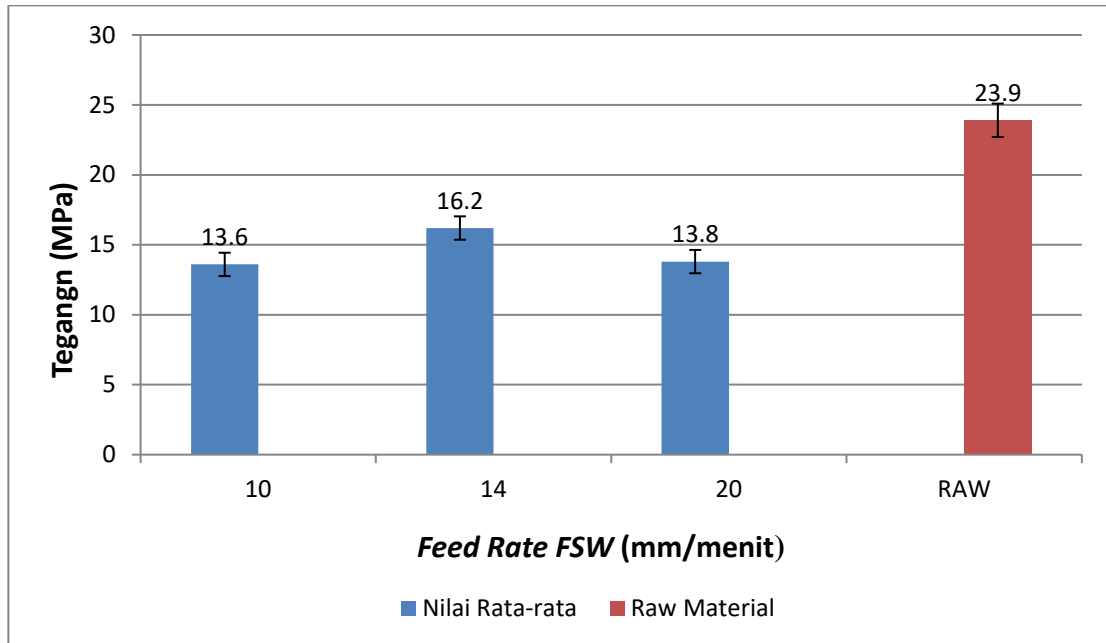
Gambar 4.14 Patahan uji tarik variasi feed rate 20mm/menit

Untuk variasi *feed rate* 20mm/menit cukup baik tidak terlihat banyak cacat yang terjadi, ini disebabkan karena pemanasan yang terdapat pada variasi 20m/menit terlalu cepat antara gesekan pin tool terhadap benda kerja saat dilakukan penyambungan tetapi akibat pemanasan yang kurang merata saat pengelasan dengan nilai kekuatan tarik sebesar 13.8 MPa atau 58% dari kekuatan raw material pada pengujian tarik ini.

Tabel 4.1 Hasil nilai kekuatan tegangan (*Stress*) pengujian tarik pengelasan FSW pada material HDPE

Feed Rate mm/menit	Percobaan		Kekuatan tarik rata- rata (MPa)	Regangan (MPa)	Modulus Elastisitas
	Ke 1	Ke 2			
10	13,5	13,8	13,6 ± 0,07	0,050	0,525
14	15,8	16,5	16,2 ± 0,92	0,075	0,527
20	13,2	14,4	13,8 ± 0,14	0,053	0,481
Raw	23,9	23,9	23,9 ± 0	0,250	0,549

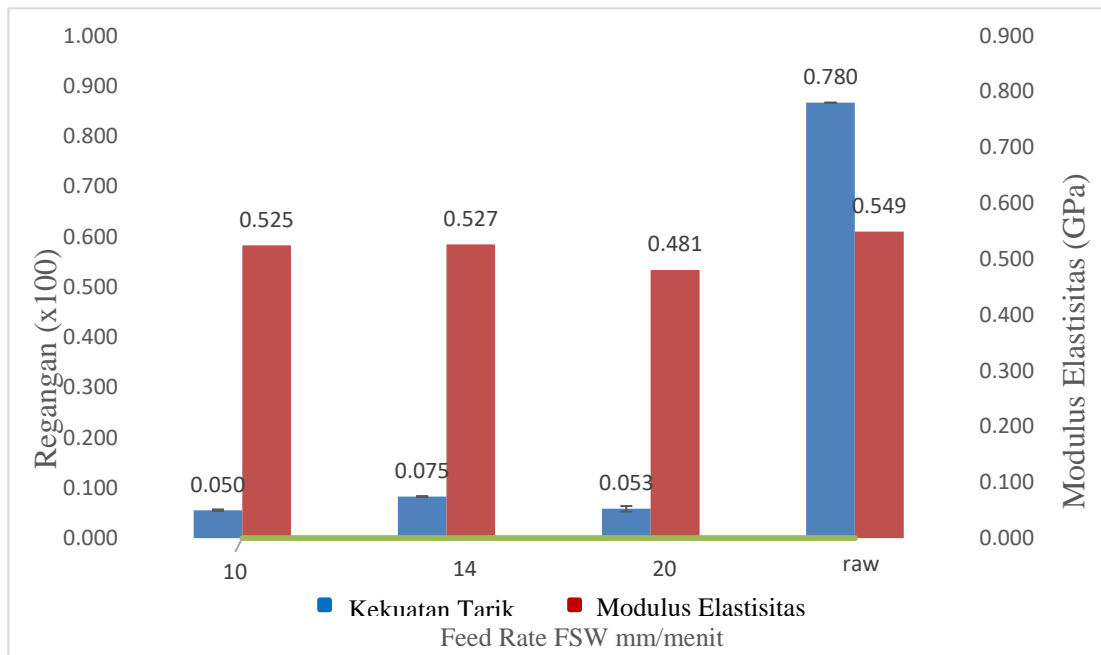
Dari hasil tegangan uji tarik pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai tegangan (*Stress*) yang tertinggi terdapat pada *feed rate* 14mm/menit dengan nilai kekuatan tegangan sebesar 16.2 Mpa dari hasil tegangan awal yang terdapat pada Raw Material HDPE dengan nilai tegangan sebesar 23.9 MPa untuk lebih jelasnya hasil tegangan (*Stress*) pada uji tarik dapat dilihat pada gambar grafik 4.15.



Gambar 4.15 Grafik tegangan (*Stress*) pengelasan FSW pada pengujian tarik

Dilihat pada gambar 4.15 menunjukkan grafik tegangan (*Stress*) pengelasan FSW yang terjadi pada saat pengujian tarik dengan menggunakan beberapa variasi *feed rate* 10mm/menit, 14mm/menit, serta 20mm/menit. Nilai kekuatan tegangan terendah terdapat pada variasi *feed rate* 10mm/menit dengan nilai sebesar tegangan 13.6 MPa karena pada variasi ini terlalu lama saat waktu pengelasan ketika pin tool bergesekan dengan dua benda kerja mengakibatkan banyak celah atau cacat yang terjadi terhadap hasil lasan seperti pada gambar 4.6 saat di uji makro terlihat adanya cacat pada hasil lasan yang sangat berpengaruh terhadap kekuatan tegangan ketika pengujian. Pada variasi *feed rate* 14mm/menit terlihat sebagai kekuatan tegangan (*Stress*) yang tertinggi dengan nilai sebesar 16.2 MPa karena pada saat waktu pemanasan sangat baik ketika penyambungan pada dua benda kerja berlangsung dan waktu dalam pengujian tarik lebih baik dari semua variasi *feed rate* yang diujikan. Hasil variasi *feed rate* pada 20mm/menit dengan nilai tegangan sebesar 13.8 MPa untuk kekuatan penyambungan dua benda kerja cukup baik dalam waktu pemakanan yang terjadi saat proses pengelasan FSW, tetapi akibat awal terjadinya waktu

pemanasan ketika pin tool bergesekan dengan benda kerja ketika proses pengelasan FSW berlangsung, dan pada waktu pemanasan awal *feed rate* 20mm/menit berpengaruh pada kekuatan benda kerja disebabkan pada waktu pengelasan terlalu cepat mengakibatkan penyambungan pada dua benda kerja tidak merata saat penyambungan dan juga tidak terlalu kuat ketika dilakukan pengujian tarik..






Gambar 4.16 Grafik regangan (*Strain*) pengelasan FSW pada pengujian tarik

Pada gambar 4.16 dapat dilihat bahwa hasil regangan pengujian tarik pada pengelasan FSW dengan material HDPE menunjukkan nilai regangan yang tertinggi terjadi pada variasi *feed rate* 14mm/menit dengan nilai regangan sebesar 7.5% dari nilai kekuatan raw material, sedangkan untuk nilai regangan yang terendah terjadi pada variasi 10mm/menit dengan nilai regangan sebesar 5%. Hasil ini dikarenakan waktu ketika pemanasan pin tool terjadi yang berpengaruh pada nilai regangan terhadap benda kerja, untuk pemanasan pada variasi *feed rate* 10mm/menit hasil pemanasan yang terjadi pada pin tool terhadap benda kerja terlalu lama mengakibatkan pemanasan ketika penyambungan dua buah benda kerja terdapat banyak cacat pada hasil lasan dan terlihat lebih kasar dari setiap variasi karena waktu

pengelasan yang terlalu lama berpengaruh pada kekuatan las ketika proses penyambungan sehingga hasilnya kurang baik pada feed rate 10mm/menit. Pada hasil *feed rate* 14 mm/menit waktu pemanasan pin tool terhadap benda kerja ketika proses penyambungan terlihat lebih baik dan hasil nilai terhadap regangan pun tertinggi dibandingkan dengan variasi *feed rate* yang ada, dan pada penelitian ini waktu pemanasan yang baik terjadi pada *feed rate* 14mm/menit dengan nilai regangan 7.5% dari nilai regangan raw material.

Pada penelitian sebelumnya tentang pengaruh pengelasan friction stir welding pada polypropylene yang dilakukan oleh Paygadeh, dkk (2011) menjelaskan bahwa pada pengelasan FSW untuk kekuatan yang terjadi pada uji tarik bahwa untuk penambahan kedalaman tool serta waktu pada proses pengelasan akan mengakibatkan suatu bahan atau material meleleh, dan semakin adanya penambahan kedalaman tool pada bahan atau material maka pengadukan pada pengelasan akan optimal dan pemanasan pin tool pada bahan atau material semakin meningkat sehingga mencegah timbulnya cacat pada material yang diujikan.

Tabel 4.2 gambar hasil spesimen pada pengujian tarik

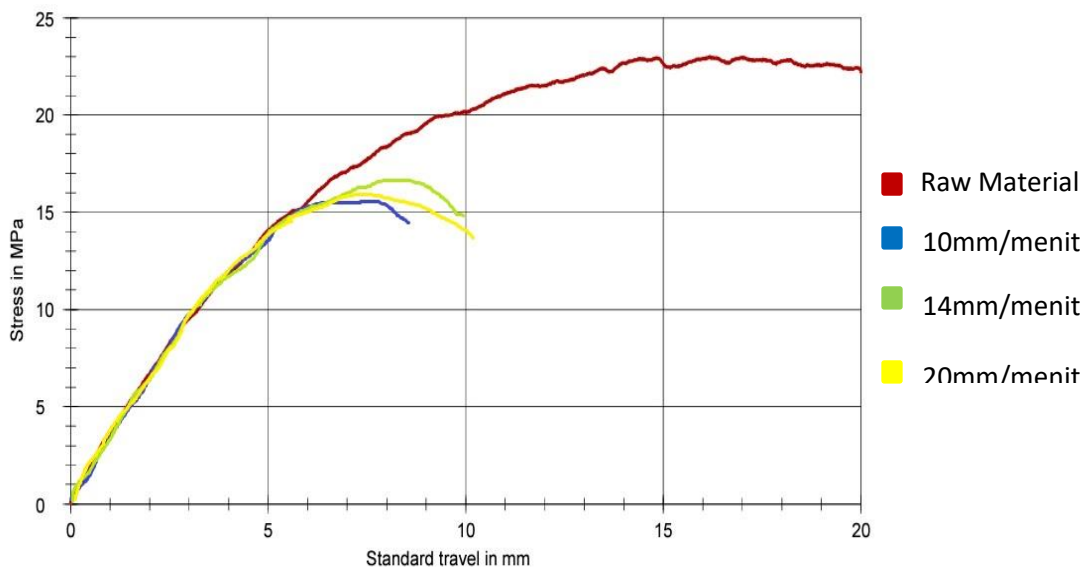
Kecepatan putar tool	Parameter <i>feed rate</i>	Gambar hasil pengujian tarik
900 rpm	10mm/menit	
	14mm/menit	
	20mm/menit	

Dilihat dari tabel 4.2 terdapat beberapa hasil pada gambar pengelasan FSW dengan parameter *feed rate* yang menunjukkan terjadinya patahan atau kerusakan pada hasil lasan yang telah diuji. Hasil dari adanya cacat pada lasan karena kekuatan pada lasan yang sudah melebihi maksimal pada saat pengujian karena waktu pada saat pengelasan sangat berpengaruh terhadap kekuatan hasil lasan dan terjadi

perubahan nilai kekuatan tegangan serta regangan pada spesimen saat sebelum pengujian sampai setelah pengujian yang dilakukan dan terjadi perubahan bentuk pada spesimen yang mengakibatkan terjadinya deformasi pada hasil lasan serta terdapat beberapa cacat lasan setelah dilakukannya pengujian tarik.

4.4 Hasil Pengujian Bending

Pada penelitian ini setelah melakukan proses penyambungan pada pengelasan FSW dengan material HDPE, selanjutnya dilakukan pengujian bending untuk mengetahui berapa kekuatan lentur yang terjadi pada material HDPE dengan diberi beban tertentu pada saat pengujian bending berlangsung. Untuk pengujian bending pada penelitian ini mencari nilai kekuatan lentur *Root* bending (pada akar pengelasan) menggunakan standar ASTM D 790 (*American Standard Testung and Material*) dengan menggunakan alat pengujian Z020 TN Proline Material Testimh Machine.

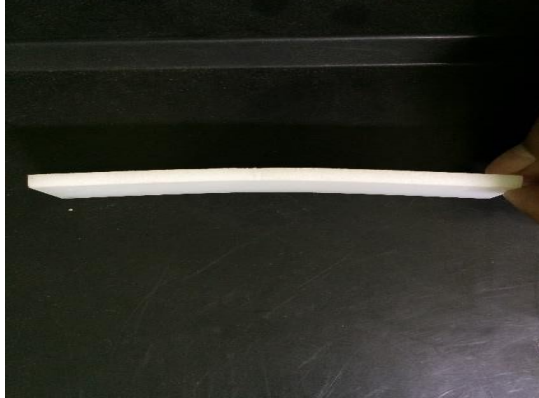


Gambar 4.17 Kurva nilai kekuatan lentur bending pada setiap variasi *feed rate*

Adapun penjelasan dari kurva nilai kekuatan bending pada setiap variasi sebagai berikut.

- Pada nilai kekuatan bending Raw Material ditunjukkan pada warna merah dengan nilai kekuatan lentur sebesar 25.8 MPa.
- Untuk variasi feed rate 10mm/menit terdapat pada warna biru dengan nilai kekuatan lentur sebesar 15.8 MPa atau 61% dari hasil raw material, hasil ini menunjukkan nilai terendah dari setiap variasi karena pemanasan yang terlalu lama pada saat pengelasan mengakibatkan nilai kekuatan berpengaruh pada saat diujikan.
- Pada variasi *feed rate* 14mm/menit yang ditunjukkan pada warna hijau menghasilkan nilai kekuatan lentur sebesar 16.2 MPa atau 63% dari raw material, nilai ini menjadi nilai yang tertinggi pada setiap variasi karena pemanasan yang terjadi saat pengelasan merata sehingga ketiak diberi beban pada uji lentur menghasilkan nilai yang baik.
- Pada variasi feed rate 20mm/menit yang ditunjukkan pada warna kuning dengan hasil kekuatan lentur sebesar 16.1 MPa atau 62% dari kekuatan raw material, hasil ini menunjukkan nilai hampir sama dengan nilai kekuatan lentur pada variasi feed rate 14mm/menit tetapi karena pemanasan awal dan waktu pemanasan pada saat pengelasan terlalu cepat mengakibatkan penyambung tidak merata yang berpengaruh pada hasil kekuatan lasan.

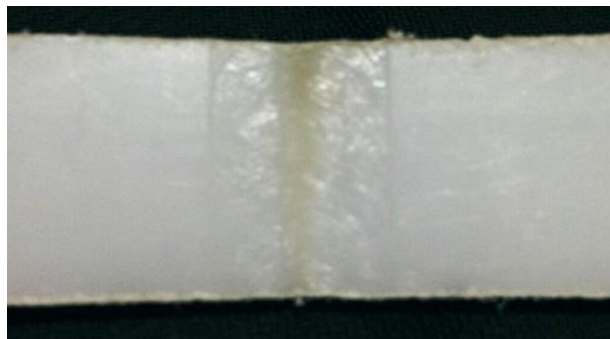
1. Raw material



Gambar 4.18 Raw material uji bending

Pada gambar 4.18 terlihat raw material setelah dilakukan pengujian lentur bending terlihat spesimen terjadi lengkungan setelah dilakukan pembebanan pada uji lengkung spesimen raw material untuk mendapatkan data yang diinginkan menjadi titik awal perbandingan dari hasil semua variasi pada uji bending.

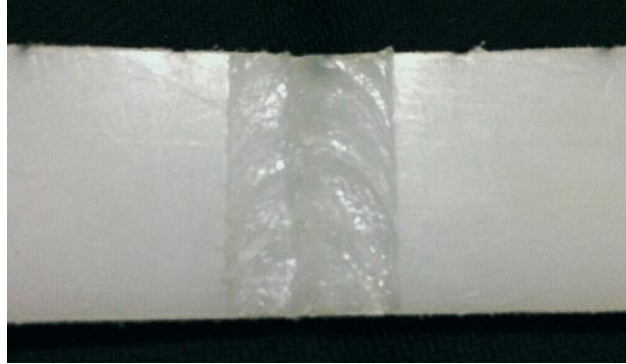
2. 10mm/menit



Gambar 4.19 Variasi feed rate 10mm/menit uji bending

Dilihat dari gambar 4.19 pada variasi *feed rate* 10mm/menit menunjukkan hasil lasan terlihat mengelupas dan warna pada hasil lasan agak gelap ini disebabkan karena pemanasan pada saat penyambungan terlalu lama dan melebihi kekuatan panas pada material sehingga bisa mengakibatkan material meleleh karena pemanasan yang berlebihan.

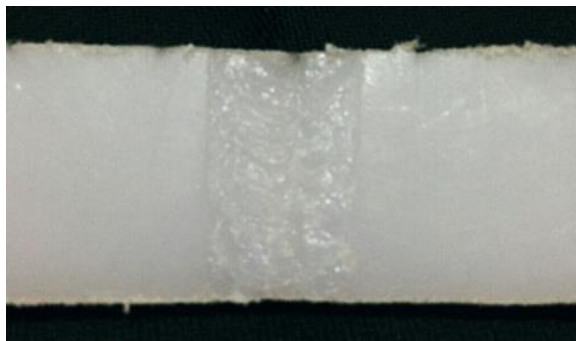
3. 14mm/menit



Gambar 4.20 Variasi feed rate 14mm/menit uji bending

Pada gambar 4.20 hasil lasan dengan variasi feed rate 14mm/menit terlihat bergelombang disebabkan karena gesekan pin tool dengan benda kerja mempunyai waktu yang lebih lama dari variasi 10mm/menit pada saat proses penyambungan dan terlihat hasil lasan dapat menyambung dengan merata tidak terlihat adanya rongga yang terdapat pada hasil lasan.

4. 20mm/menit



Gambar 4.21 Variasi feed rate 20mm/menit uji bending

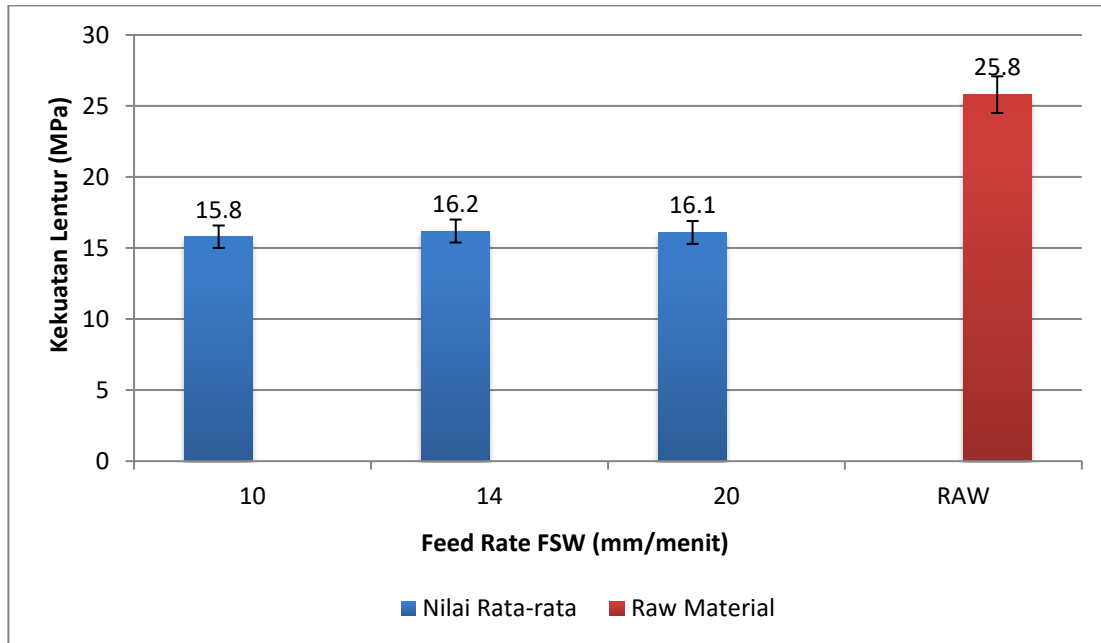
Pada gambar 4.21 hasil lasan dengan variasi feed rate 20mm/menit menunjukkan hasil lasan terlihat masih ada rongga pada permukaan lasan, ini disebabkan karena pada variasi feed rate 20mm/menit waktu pada proses pengelasan

terlalu cepat sehingga gesekan pin tool terhadap benda kerja tidak merata saat penyambungan berlangsung.

Tabel 4.3 Hasil nilai kekuatan lentur pengujian bending pengelasan FSW pada material HDPE

Feed Rate (mm/menit)	Beban Maksimum (kN)	Percobaan		Kekuatan lentur (MPa)
		Ke 1	Ke 2	
10	0,081	15,7	16	15,8 ± 0,021
14	0,085	16,1	16,4	16,2 ± 0,021
20	0,084	15,2	16,9	16,1 ± 1,20
Raw	0,142	25,8	25,8	25,8 ± 0

Pada tabel 4.3 dapat dilihat hasil dari pengujian bending dengan mencari nilai lentur pada pengelasan FSW dengan material HDPE menunjukkan bahwa nilai kekuatan lentur yang terjadi saat proses uji bending dengan beberapa variasi *feed rate* yang berbeda menghasilkan nilai kekuatan lentur yang tertinggi terdapat pada variasi *feed rate* 14mm/menit, sedangkan untuk nilai kekuatan lentur yang terendah pada variasi *feed rate* 10mm/menit. Hasil ini disebabkan karena pengaruh pemanasan pin tool terhadap benda kerja yang terjadi pada saat proses penyambungan pengelasan FSW berlangsung untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar grafik 4.22 dibawah ini.





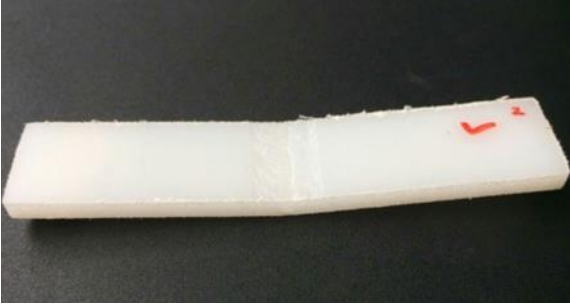
Gambar 4.22 Grafik kekuatan lentur pengelasan FSW pada pengujian bending

Hasil kekuatan lentur uji bending pada penelitian ini bisa dilihat pada gambar grafik 4.22 menunjukkan kekuatan lentur yang tertinggi pengelasan FSW material HDPE terdapat pada variasi *feed rate* 14mm/menit dengan nilai kekuatan lentur sebesar 16.2 MPa, sedangkan untuk nilai kekuatan lentur yang terendah terdapat pada variasi *feed rate* 10mm/menit dengan nilai lentur sebesar 15.8 MPa. Hasil nilai kekuatan lentur ini terjadi karena pada variasi *feed rate* 10mm/menit ini terjadi waktu pengelasan terlalu lama yang mengakibatkan pemanasan pin tool terhadap benda kerja melenihi kekuatan panas yang bisa diterima oleh benda kerjanya menjadi kekuatan hasil lasan menurun karena pengaruh dari waktu pengelasan yang terlalu lama pada saat penyambungan berlangsung. Dilihat dari hasil nilai kekuatan lentur bending seperti pada gambar 4.22 menunjukkan bahwa nilai kekuatan lentur yang tertinggi terdapat pada variasi *feed rate* 14mm/menit, dan untuk nilai terendah kekuatan lentur bending terdapat pada *feed rate* 10mm/menit serta pada feed rate 20mm/menit nilai kekuatan lentur bending hampir sama dengan variasi feed rate 14mm/menit tetapi pada hasil ini karena awal pemanasan dan waktu pengelasan


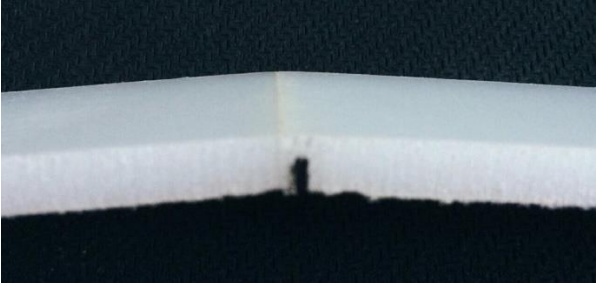

terlalu cepat mengakibatkan hasil lasan tidak terlalu merata. Pada pengelasan FSW ini pemanasan saat proses pengelasan sangat berpengaruh pada nilai kekuatan benda kerjanya, semakin lama waktu pada pengelasan maka nilai kekuatan dari benda kerja kurang baik akibat pemanasan pada saat penyambungan lasan terlalu panas yang berpengaruh pada hasil kekuatan lasan.

Pada tabel 4.4 menunjukkan gambar visual hasil dari penyambungan pada pengelasan FSW dengan material HDPE setelah dilakukan pengujian bending untuk mengetahui nilai lentur dari setiap variasi *feed* ratenya. Dapat dilihat bahwa pada semua spesimen yang diuji bending mengalami beberapa cacat atau deformasi dari setiap variasi yang ada, kerusakan atau cacat yang terjadi disebabkan karena adanya pembebanan dengan dua gaya yang berlawanan secara bersamaan pada spesimen saat pengujian bending sampai spesimen mengalami patahan dan menghasilkan nilai kekuatan lentur yang ada pada spesimen uji bending pada masing-masing variasi *feed rate* pada pengelasan FSW dengan material HDPE.

Tabel 4.4 gambar hasil spesimen pada pengujian bending

Kecepatan putar tool	Parameter <i>feed rate</i>	Gambar hasil permukaan pengujian bending
900 rpm	10mm/menit	
	14mm/menit	
	20mm/menit	

Tabel 4.5 gambar hasil spesimen pada pengujian bending

Kecepatan putar tool	Parameter <i>feed rate</i>	Gambar hasil bawah (<i>root</i>) pengujian bending
900 rpm	10mm/menit	
	14mm/menit	
	20mm/menit	

Pada tabel 4.5 menunjukkan gambar visual permukaan dan bawah (*root*) hasil dari penyambungan pada pengelasan FSW dengan material HDPE setelah dilakukan pengujian bending untuk mengetahui nilai lentur dari setiap variasi *feed rate*-nya. Dapat dilihat bahwa pada semua spesimen yang diuji bending mengalami beberapa

cacat atau deformasi dari setiap variasi yang ada, kerusakan atau cacat yang terjadi disebabkan karena adanya pembebanan dengan dua gaya yang berlawanan secara bersamaan pada spesimen saat pengujian bending sampai spesimen mengalami patahan dan menghasilkan nilai kekuatan lentur yang ada pada spesimen uji bending pada masing-masing variasi *feed rate* pada pengelasan FSW dengan material HDPE.

Kekuatan hasil pengujian bending akan terjadi peningkatan terhadap kekuatan pada penyambungan, peningkatan ini terjadi karena kenaikan terhadap kecepatan putar tool yang berpengaruh pada kekuatan hasil lasan saat proses penyambungan berlangsung Prabowo H. dkk (2013). Untuk penelitian ini hampir sama kekuatan meningkat ketika waktu pemakanan *feed rate* semakin bertambah, tetapi ketika sudah melewati kekuatan maksimum dari benda kerja akan terjadi penurunan karena pemanasan terhadap benda kerja berpengaruh ketika sudah mencapai titik maksimum pada kekuatan material yang diujikan.