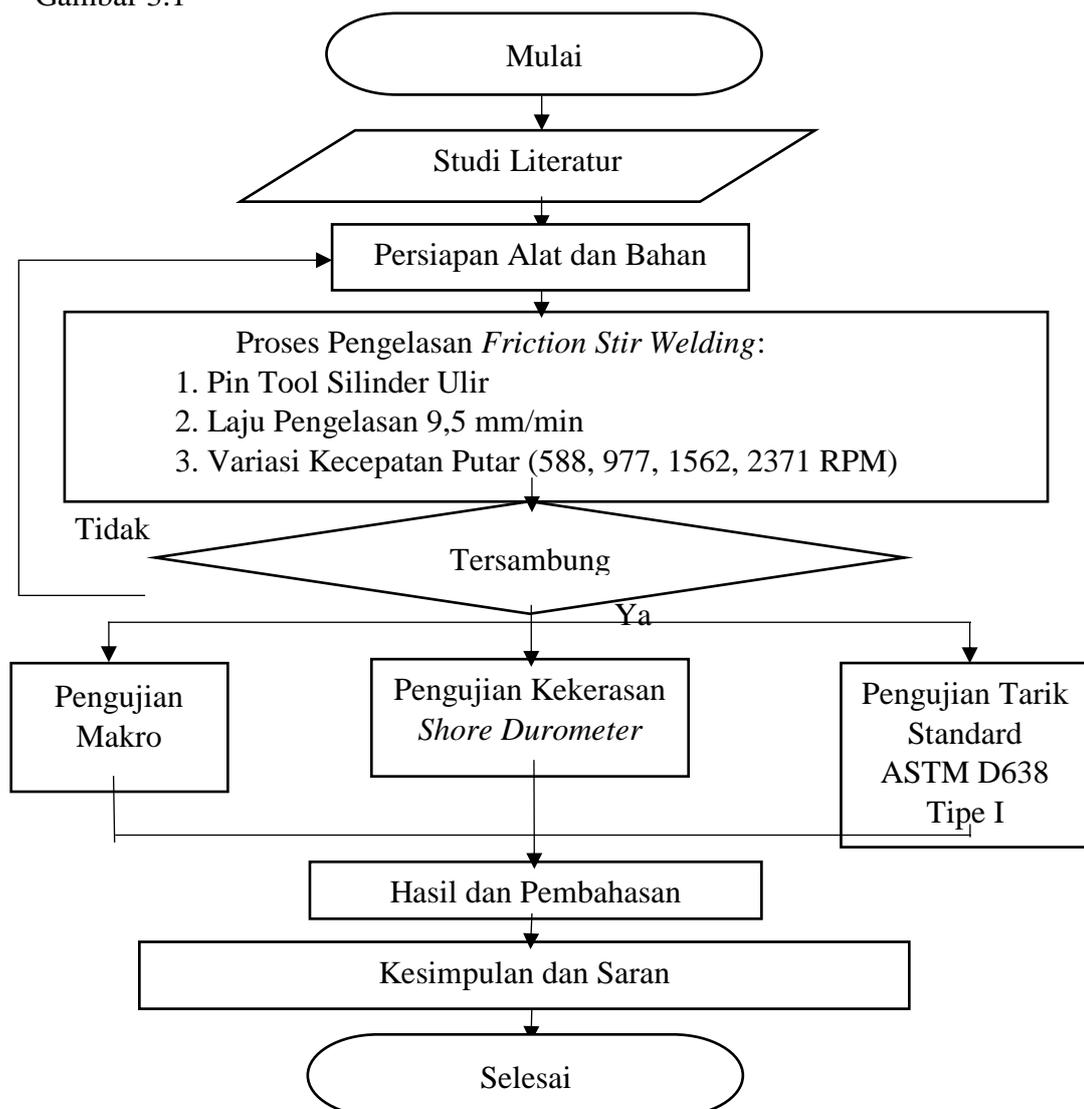


BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini memiliki beberapa langkah-langkah yang wajib dilakukan. Pada langkah-langkah dalam proses penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian *Friction Stir Welding*

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat yang digunakan

1. Mesin Frais Milling

Mesin *Frais Milling* vertikal model *FM-2SK Chevalier* alat mesin *Falcon* yang terlihat pada Gambar 3.2 digunakan untuk meneliti proses pengelasan *friction stir welding*. Mesin ini memiliki kecepatan putar sebesar, 588, 977, 1562, 2371 RPM yang menggunakan fitur penggerak menggunakan pulli yang seimbang, dan memiliki 3 sumbu yaitu X, Y dan Z. Proses kerja pemotongan pada mesin ini yaitu dengan cara menyayat atau memakan benda kerja menggunakan alat potong yang berputar. Alat potong akan terus berputar apabila mesin digerakkan oleh motor listrik. Perubahan energi pada mesin frais ini yaitu energi listrik menjadi energi gerak dimana energi gerak berupa putaran yang digerakkan oleh motor listrik yang kemudian diteruskan oleh transmisi yang berupa pulli untuk mengatur kecepatan putar *tool* yang diinginkan. Pengoprasian mesin *frais* ini dilakukan di Laboratorium Fabrikasi lantai dasar Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



Gambar 3. 2 Mesin *Frais Milling Vertikal FM-2SK Chevalier*

2. Alat Uji Struktur Makro

Alat uji struktur *makro* ini berfungsi untuk melihat hasil foto makro pada spesimen lasan. Pada penelitian ini menggunakan alat uji tipe *Olympus* seri SZ61 seperti yang dilihat pada Gambar 3.3 pengujian struktur makro ini dikerjakan di Laboratorium lantai 1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



Gambar 3. 3 Alat Uji Struktur Makro *Olympus* seri SZ61

3. Alat Uji Kekerasan

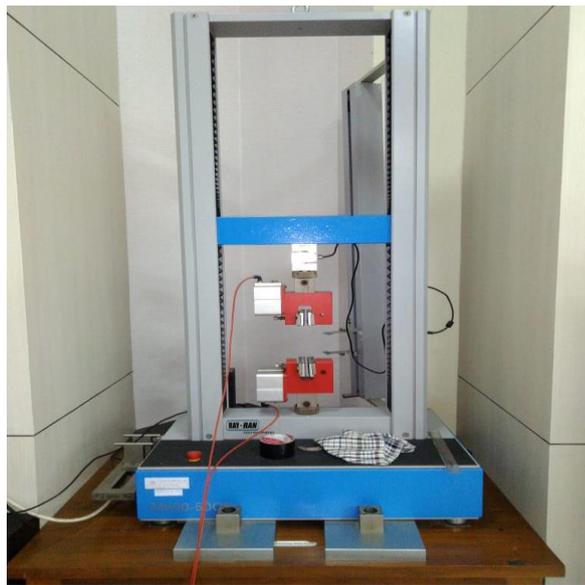
Alat uji kekerasan merupakan sebuah alat uji yang digunakan untuk mengetahui sifat mekanik terutama kekuatan kekerasan pada suatu *material*. Dapat dilihat pada Gambar 3.4 alat uji kekerasan menggunakan alat uji *Shore Durometers Harness Tester*. Alat ini dilakukan pengujian di Laboratorium Politeknik ATMI Surakarta.



Gambar 3. 4 Alat Uji Kekerasan *Shore Durometer*

4. Alat Uji Tarik

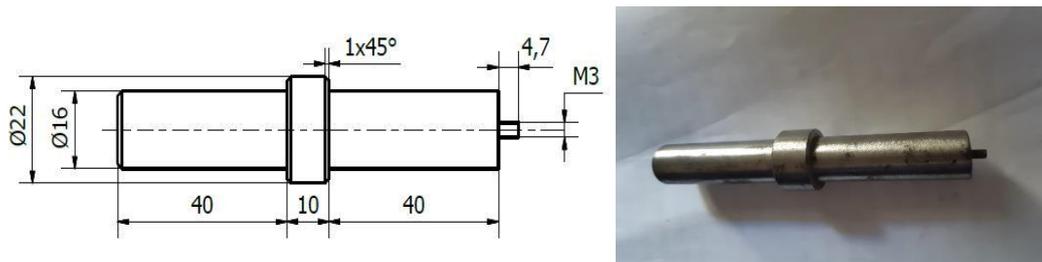
Alat uji tarik merupakan salah satu jenis pengujian yang merusak (*destructive test*) yang mengetahui kekuatan material terhadap sifat gaya tarik. Penelitian ini menggunakan alat dengan tipe RAY-RAN seri M500 seperti pada Gambar 3.5. Pengujian tarik ini digunakan di Laboratorium Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta (UNS).



Gambar 3.5 Alat Pengujian Tarik tipe RAY-RAN seri M500

5. Pin Tool

Pin tool merupakan inti dari pengelasan FSW dimana *pin tool* memiliki diameter kecil dan diameter besar atau disebut juga *shoulder*. Pada diameter kecil juga bisa diubah bentuk menjadi persegi, segitiga, tirus, maupun ulir dan bahan *pin tool* pada penelitian ini terbuat dari baja ST 42 baja karbon rendah. Fungsi pada *pin tool* ini adalah untuk mengaduk antar 2 spesimen dengan kecepatan putar yang ditentukan sehingga spesimen tersambung. Dimensi *pin tool* dibuat menggunakan aplikasi *AutoDesk Inventor 2016*. Penelitian ini menggunakan *pin tool* yang berbentuk silinder ulir dengan ukuran M3 dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Pin Tool

6. Gergaji

Gergaji pada penelitian merupakan alat untuk pemotongan spesimen dengan ukuran yang sudah di sesuaikan sebesar 100 x 80 mm. dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Gergaji

7. Tachometer

Tachometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan suatu putaran dari benda yang berputar. Pada penelitian ini, dilihat pada Gambar 3.8 menggunakan *tachometer* digital yang dapat mengeluarkan laser sebagai alat pembaca kecepatan putar. Sebelum dibaca kecepatan putar suatu mesin, terlebih dahulu diberi tanda seperti spidol atau tip-x supaya terbaca kecepatan putar pada mesin tersebut.



Gambar 3. 8 *Tachometer*

8. Kikir

Kikir digunakan untuk menghilangkan sisa-sisa dari hasil pemotongan menggunakan gergaji serta untuk meratakan tiap-tiap sisi material PP yang telah dipotong.

9. Kunci pas 19 dan 14

Kunci 19 dan 14 merupakan alat untuk membuka dan mengunci pencekam material dimana menggunakan kunci 19 dan untuk membuka dan mengunci pada bagian sabuk untuk mengatur kecepatan putar dimana menggunakan kunci 14. Seperti Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Kunci 19 dan 14

10. *Termometer*

Termometer digunakan pada saat pengelasan FSW berlangsung untuk mengetahui temperatur *pin tool*. Dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3. 10*Termometer*

10. *Mistar*

Mistar atau penggaris digunakan untuk mengukur material panjang, lebar dan tebal suatu spesimen.

11. *Stopwatch*

Stopwatch digunakan mengukur waktu lamanya proses pengelasan dengan jarak yang sudah ditentukan menggunakan *smartphone*.

12. *Perekat*

Lem Perekat atau lem *Dextone* Digunakan untuk tambahan pengujian tarik dan mencari tahu berapa kekuatan tarik menggunakan lem *dextone*.



Gambar 3. 11 Lem *Dextone*

3.2.2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian ini menggunakan bahan dari polimer lembaran yaitu *Polypropylene* (PP) memiliki ukuran yang sudah dipotong sebesar 100 X 80 mm dengan ketebal 5 mm dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3. 12 *Polypropylene Sheet*

3.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi 2 bagian kegiatan yaitu kegiatan penyambungan lasan dan pengujian benda. Waktu penelitian dilaksanakan tanggal 16 maret 2019 sampai 15 juli 2019. Tempat penelitian yang digunakan antara lain:

1. Proses pemotongan spesimen yang dipotong hingga berukuran 100 x 80 mm dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Proses Penyambungan menggunakan metode pengelasan *Friction Stir Welding* dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Pembuatan spesimen uji Tarik dan uji kekerasan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Pengujian Makro dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta (UNS).
6. Pengujian Kekerasan dilakukan di Laboratorium Politeknik ATMI Surakarta.

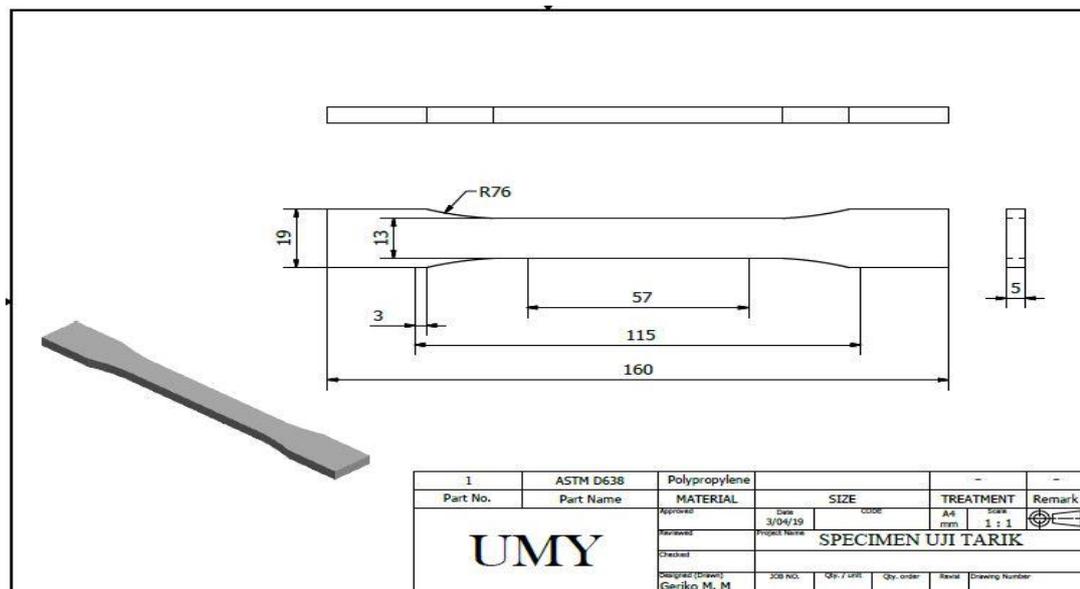
3.4. Proses Penelitian

3.4.2. Proses Persiapan untuk Pengujian spesimen

Setelah proses pengelasan FSW selesai dan spesimen PP sudah dalam keadaan tersambung, selanjutnya dilakukan pemotongan dilihat pada Gambar 3.13 dan Gambar 3.14 sesuai dengan ASTM D638 tipe I untuk proses pengujian tarik. Proses pemotong dilakukan di Laboratorium Citra Jogja Kreasi menggunakan *Water Jet*. Proses dilakukan persiapan pengujian s spesimen ini bertujuan untuk mempermudah mendapatkan data-data dan hasil yang optimal.



Gambar 3. 13 Hasil potongan spesimen untuk pengujian tarik



Gambar 3. 14 spesimen pengujian tarik

3.4.3. Proses Pengujian Makro

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil dari permukaan pengelasan menggunakan *microscope* yang hasil fotonya terintegrasi pada komputer yang dapat memeriksa permukaan lasan seperti celah dan lubang dalam permukaan pada

spesimen. Dan juga bertujuan untuk mengetahui bentuk dan batas antara daerah las, dan HAZ. Angka pembesaran pengujian makro kisaran 0,5 sampai 50 kali. Pengujian pada struktur makro memberikan informasi tentang bentuk struktur permukaan lasan, dan *defect* yang terjadi pada permukaan lasan.

Alat yang digunakan pada pengujian ini menggunakan alat uji tipe *Olympus* seri SZ61 dan fotonya terintegrasi oleh komputer. Spesifikasi alat ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3. 1 Spesifikasi pengujian Makro

<i>Tipe merk</i>	OLY-SZ61
<i>body</i>	SZ-5145
<i>eyepieces</i>	10X
<i>Plain Stand Zoom ratio</i>	6.7 : 1
<i>Max resolution</i>	424 lines/mm
<i>Magnification range</i>	0.67X to 4.5X
<i>Working distance</i>	110mm
<i>inclined binocular tube</i>	45°

Langkah-langkah proses pengujian ini adalah sebagai berikut:

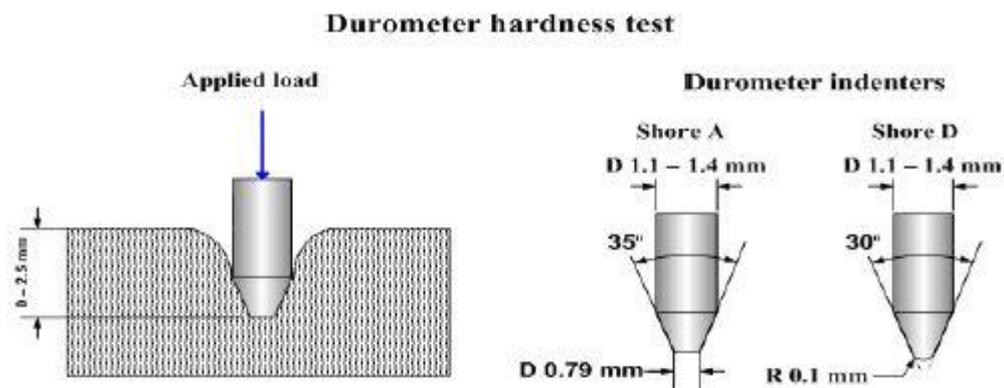
1. Menyalakan mesin *Olympus* SZ6 dan mengatur pencahayaan alat uji.
2. Menjalankan program *stream steam* untuk mengoperasikan alat pada komputer pengendalinya.
3. Memulai pengujian dengan *meng-live optic* agar gambar terlihat dan mengatur perbesaran *optic*.
4. Meletakkan spesimen yang ingin dilihat hasil dari makronya pada alat uji.
5. Menyimpan data pengujian makro dengan *screenshot*.
6. Melanjutkan pengujian makro dengan spesimen yang berikutnya.

3.4.4. Proses Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan merupakan suatu material masih sering digunakan untuk mengetahui gambaran sifat mekanis dari material tersebut. Meskipun pengukuran dilakukan pada satu titik atau daerah tertentu saja. Namun, nilai

tersebut cukup untuk menentukan kekuatan dari material tersebut. Setelah melewati uji keras ini, material akan dapat digolongkan sesuai klasifikasinya. Pengujian kekerasan memiliki beberapa standar yang sering digunakan seperti: pengujian kekerasan *rockwell*, pengujian kekerasan *brinell*, pengujian kekerasan *vickers*, pengujian kekerasan *shore durometer*. Pada penelitian ini, pengujian menggunakan alat uji kekerasa *shore durometer*.

Shore Hardness Tester merupakan salah satu instrumen yang dirancang untuk mengukur kekerasan pada material yang diuji. Kekerasan yang diuji didefinisikan sebagai resistensi bahan untuk identasi permanen. pada pengukuran dan instrumen itu sendiri, perangkat pengujian ini biasanya juga disebut *durometer*. Alat ini memiliki indenter yang dipasangkan pegas yang sudah terkalibrasi akan ditekan pada permukaan bahan seperti terlihat pada Gambar 3.15. Kedalaman tekanan ini yang dikatakan nilai kekerasan. Selanjutnya akan terbaca nilai kekerasan *shore D* pada indikator *durometer*.



Gambar 3. 15 Pengujian *Shore Durometer* (<http://www.substech.com>)

3.4.5. Proses Pengujian Tarik

Pengujian tarik merupakan salah satu pengujian tegangan dan regangan mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan material terhadap gaya tarik. Pengujian tarik pada sambungan lasan yang sejenis material PP menggunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*). Langkah-langkah proses pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Memasang spesimen uji antara 2 pencekam pada mesin uji tarik.
2. Menyalakan mesin uji tarik serta unit komputer untuk mengendalikan proses pengujian.
3. Mengatur kecepatan tarik sebesar 10 mm/min.
4. Menjalankan program pada komputer.
5. Mengisi data material pada kolom *windows*.
6. Memulai pengujian dengan menekan tombol *start*, selanjutnya mesin uji akan berhenti secara otomatis setelah spesimen yang diuji mengalami patahan.
7. Menampilkan hasil grafik uji tarik, kemudian di print grafik.
8. Menyimpan data pengujian tarik dalam bentuk PDF.
9. Melakukan pengujian tarik pada spesimen berikutnya dengan variasi yang berbeda.