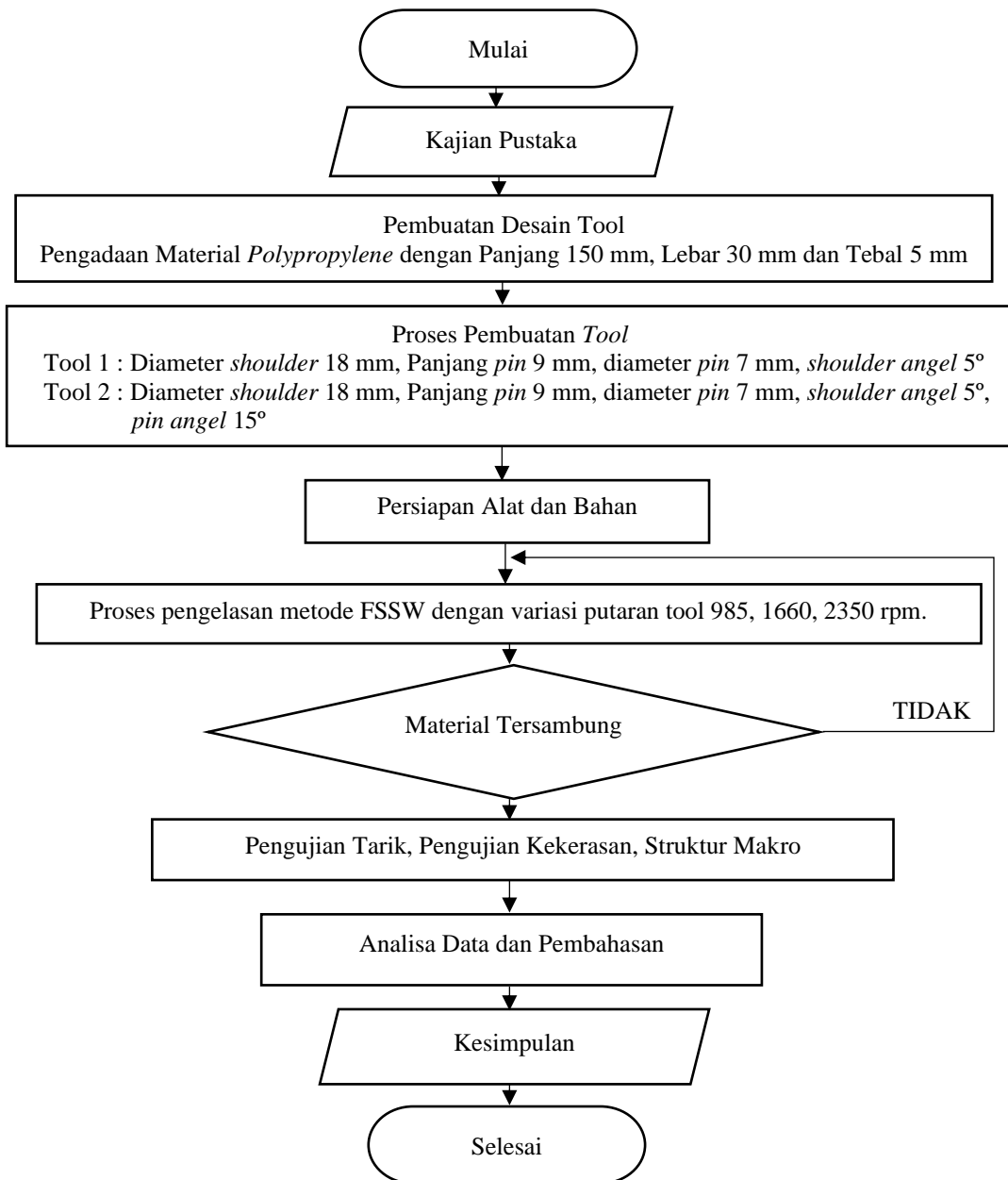


BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir penelitian

Dalam melakukan proses pengelasan atau penyambungan menggunakan metode FSSW (*Friction Stir Spot Welding*) ada beberapa tahapan yang dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian metode FSSW material *polypropylene*

Pada gambar 3.1 diagram alir penelitian metode FSSW dengan material *polypropylene*. Pada diagram alir tersebut menjelaskan tentang tahapan-tahapan yang digunakan dalam penelitian ini. Langkah pertama yaitu dengan mempelajari serta mengkaji materi yang berkaitan dengan penelitian ini baik itu bersumber dari buku, jurnal maupun artikel tentang penelitian FSSW yang sudah pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Setelah mempelajari teori serta kajian yang berkaitan dengan penelitian FSSW langkah selanjutnya yaitu membuat dua macam desain *tool* dan pengadaan lembaran material *polypropylene* dengan ketebatalan 5 mm, selanjutnya dipotong sesuai standar pengujian tarik dengan dimensi panjang 150 mm dan lebar 30 mm. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu mesin milling yang putarannya diatur di 985 rpm, 1660 rpm, dan 2350 rpm. Dan dua buah *tool* dengan diameter *pin* 7 mm, Panjang *pin* 9 mm, diameter *shoulder* 18 mm, *pin angel* 15° dan *shoulder angel* 5° salah satu *tool* tidak memiliki *shoulder angel*. Setelah semua alat dan bahan disiapkan selanjutnya pada mesin milling dilakukan kalibrasi putaran dengan menggunakan tachometer sebelum digunakan untuk proses pengelasan FSSW.

3.2 Tempat Penelitian

Pada proses penelitian ini dilaksanakan di beberapa tempat, adapun tempat yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Proses pembuatan *tool* menggunakan jasa bengkel bubut Amin Tech.
2. Proses pemotongan spesimen dilakukan di Lab Fabrikasi.
3. Proses FSSW dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Proses pengujian tarik dilakukan di Labratorium Teknologi Plastik Politeknik ATMI Surakarta.
5. Proses pengambilan foto makro dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Proses pengujian kekerasan dilakukan di Labratorium Teknologi Plastik Politeknik ATMI Surakarta.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

a. Sarung tangan kulit

Sarung tangan adalah alat pelindung diri untuk melindungi tangan dari percikan material saat pengelasan karena dapat membuat tangan memar dan kejatuhan benda keras missal logam seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Sarung tangan kulit

b. Kaca mata

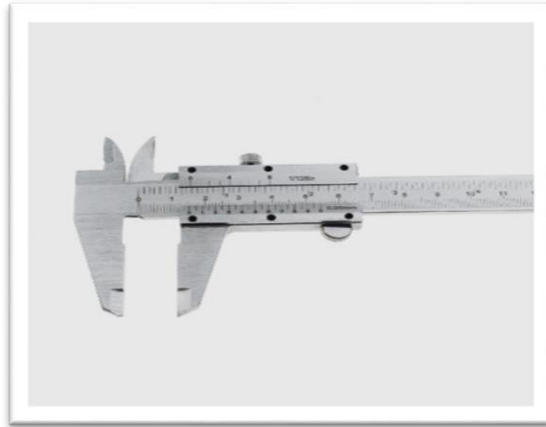
Kaca mata adalah alat pelindung diri untuk melindungi mata agar tidak terkena percikan material pada saat proses pengelasan karena dapat membuat mata cacat seperti dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Kaca mata

c. Jangka sorong

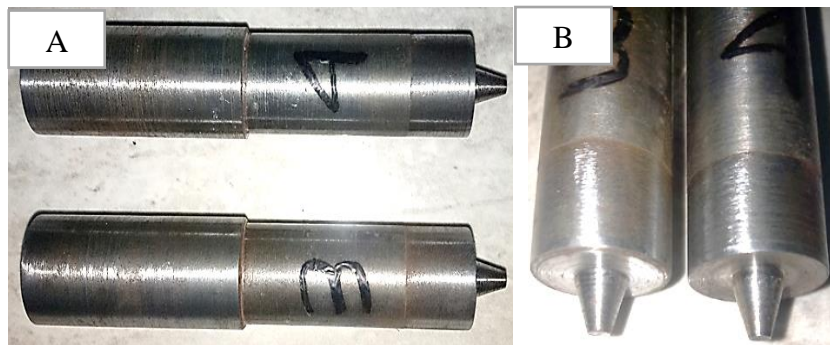
Jangka sorong merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengetahui ukuran suatu benda. Pada penelelitan ini jangka sorong digunakan untuk mengukur dimensi spesimen dilihat seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Jangka sorong

d. Tool

Tool merupakan alat yang bergesekan langsung dengan benda kerja dipengelasan ini, dikarenakan tool disini memiliki peran yang paling penting untuk menghasilkan lasan. Ukuran *tool* 1 memiliki diameter *shoulder* 18 mm, diameter *pin* 7 mm, dan *pin angle* 15°. *Tool* 2 memiliki diameter *shoulder* 18 mm, *shoulder angle* 15°, diameter *pin* 7 mm, dan *pin angle* 15°. Kedua *tool* memiliki panjang pin yang sama yaitu 9 mm. Material yang digunakan untuk membuat *tool* yaitu ST30, seperti pada gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Bentuk tool yang digunakan

e. Tachometer

Tachometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi pada poros mesin milling. Alat ini digunakan untuk mengetahui kecepatan rotasi *tool* pada saat proses pengelasan FSSW. Tipe tachometer yang digunakan DT-2234C⁺ dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3. 6 Tachometer DT-2234C⁺

f. Termometer

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu atau temperature. Pada penelitian ini digunakan untuk mengukur suhu saat proses pengelasan FSSW seperti pada gambar 3.6.



Gambar 3. 7 Termometer Digital

g. Mesin Milling

Mesin milling merupakan alat utama yang digunakan saat penelitian ini. Prinsip kerja mesin adalah mengubah energi listrik menjadi gerak putar utama yang dihasilkan dari motor listrik, kecepatan rasio putarannya dapat diatur dengan perbandingan rasio ukuran *pully* yang tersedia pada mesin ini. Pada penelitian ini tipe mesin milling yang digunakan adalah FM-2SK Chevalier Vertikal seperti pada gambar 3.7. Penggunaan alat ini berlokasi di gedung G6 Laboratorium Fabrikasi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



Gambar 3. 8 Mesin Milling FM-2SK Chevalier Vertikal

h. Alat Uji struktur makro

Uji struktur makro merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui struktur makro pada suatu material. Pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui struktur makro dari hasil lasan. Seperti pada gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Mikroskop optik Olympus-SZ

i. Alat uji kekerasan

Alat uji kekerasan adalah alat yang berfungsi untuk mengetahui nilai kekerasan suatu material. Pada penelitian ini alat uji kekerasan yang digunakan adalah durometer. Seperti pada gambar 3.10.



Gambar 3. 10 Shore D Durometer

j. Alat uji tarik

Alat uji tarik merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik suatu material. Pada penelitian ini menggunakan alat uji tarik dengan merek *Zwick Roell Z020* dengan tipe *Universe Tensile Machine (UTM)* yang memiliki kapasitas beban maksimal 20.000 N. Seperti pada gambar 3.11.

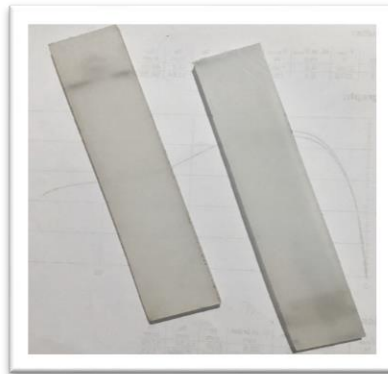


Gambar 3. 11 Zwick Roell Z020

3.3.2 Bahan

a. Lembaran *Polypropylene*

Pada penelitian ini material yang digunakan untuk membuat specimen yaitu polypropylene dengan ukuran dimensi 150 mm, lebar 30 mm, dan tebal 5 mm seperti pada gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Lembaran *Polypropylene*

b. Baja Pejal

Pada penelitian ini baja yang digunakan untuk membuat *tool* yaitu baja pejal seri steel tungsten 30 dengan ukuran panjang 100 mm dan diameter 20 mm. baja ini digunakan untuk pengelesan FSSW seperti pada gambar 3.13. Penggunaan material ini dikarenakan mudah dicari dengan biaya yang murah dan material tidak diberi perlakuan kekerasan dikarenakan waktu yang menjadi lama.



Gambar 3. 13 Baja ST30

c. Lem dengan komposisi Cyanoacrylate Etil

Pada penelitian ini menggunakan lem G yang memiliki komposisi Cyanoacrylate Etil untuk menyambungkan spesimen. Hal ini dilakukan untuk membandingkan nilai kekuatan yang dihasilkan antara sambungan FSSW dengan sambungan lem. Seperti pada gambar 3.14.

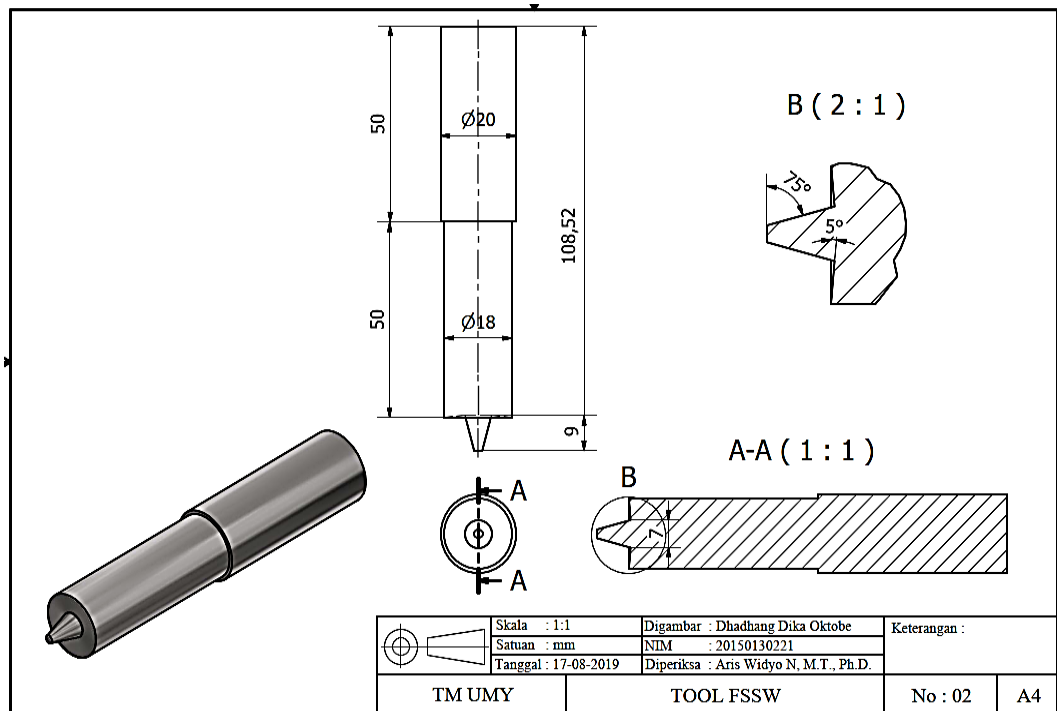
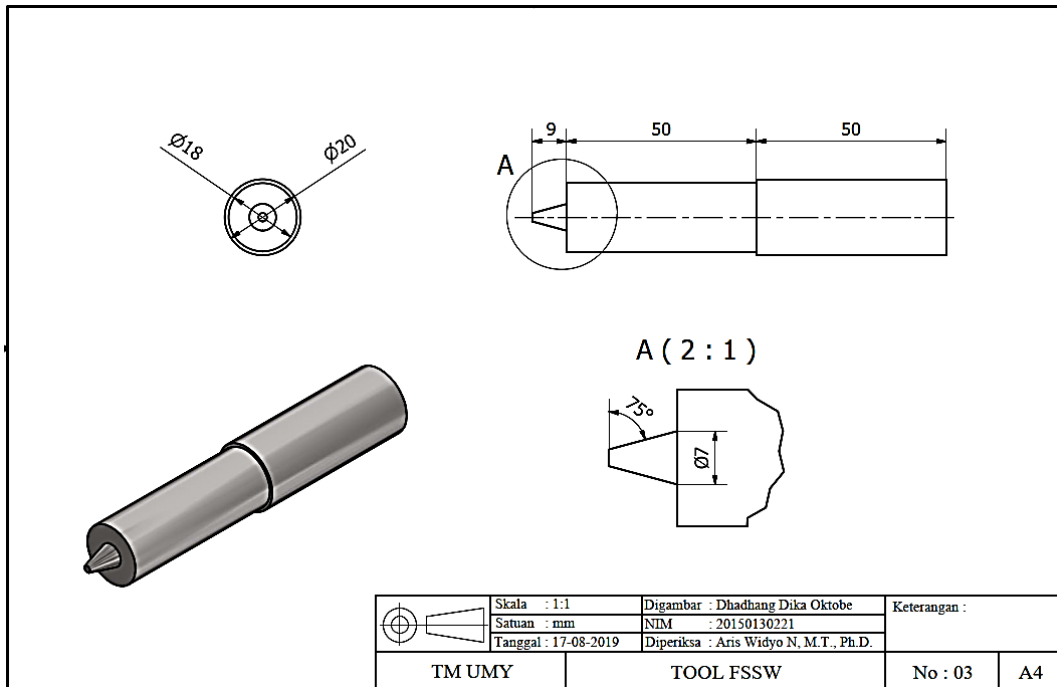


Gambar 3. 14 Lem dengan komposisi Cyanoacrylate Etil

3.4 Proses Penelitian

3.4.1 Proses Pembuatan Tool

Pada proses penelitian ini menggunakan dua buah tool yang mempunyai dimensi yang sama, yang membedakan dari kedua tool tersebut hanyalah di bagian shoulder angle. Pembuatan tool menggunakan baja pejal ST30 yang dilakukan di bengkel bubut Amin Tech Yogyakarta. Pada gambar 3.15 merupakan desain tool yang digunakan.



Gambar 3. 15 Desain Tool Pengelasan FSSW

3.4.2 Proses Pengelasan

Tahapan-tahapan proses pengelasan dengan metode FSSW dilakukan seperti dibawah ini :

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
2. Menghubungkan mesin milling dengan arus listrik.
3. Memasangkan tool yang akan digunakan pada mesin milling.
4. Mengatur putaran yang akan di gunakan untuk proses pengelasan.
5. Memasang dudukan untuk spesimen dengan kunci 22 agar posisi tidak berubah - ubah.
6. Memasang spesimen pada dudukan yang sudah tersedia lalu kencangkan dengan kunci 14.
7. Menjalankan mesin milling dengan putaran searah jarum jam.
8. Memulai proses pengelasan dengan menaikkan meja dudukan spesimen secara perlahan dan didapatkan $plunge\ rate = \frac{9\ mm}{3,5\ menit} = \frac{2,57\ mm/menit}{60\ s} = 0,04\ mm/s$.
9. Kedalaman *shoulder* yang digunakan sebagai parameter yaitu 0,2 mm.
10. Menunggu *tool* berputar selama 120 s tanpa menaikkan meja. lalu putaran mesin milling dihentikan ini dinamakan *dwell time*.
11. Sebelum tool diangkat dibiarkan selama 50 dt guna membuat area lasan solid kembali ini dinamakan *delay time*.
12. Satu buah tool menggunakan tiga variasi putaran yaitu 985, 1660, 2350 rpm.
13. Langkah yang sama di lakukan berulang sesuai parameter pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Tabel parameter konstan

Plunge rate	mm/s	0,04
Plunge dept	mm	0,2
Dwell time	s	120
Delay time	s	50
Putaran tool	Rpm	985 - 2350

3.4.3 Proses Pengujian

A. Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan guna mengetahui nilai kekuatan tarik dari suatu material dan dapat digunakan untuk memperkirakan karakteristik dari sebuah material yang digunakan. Sehingga ketika melakukan perencanaan dapat memilih jenis material yang digunakan sesuai kebutuhan. Pelaksanaan pengujian material *polypropylene* dilakukan dengan cara menjepit kedua ujung spesimen dengan kecepatan tarik yang telah ditentukan sampai dengan material tersebut mengalami patahan hingga putus.

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses pengujian tarik sebagai berikut :

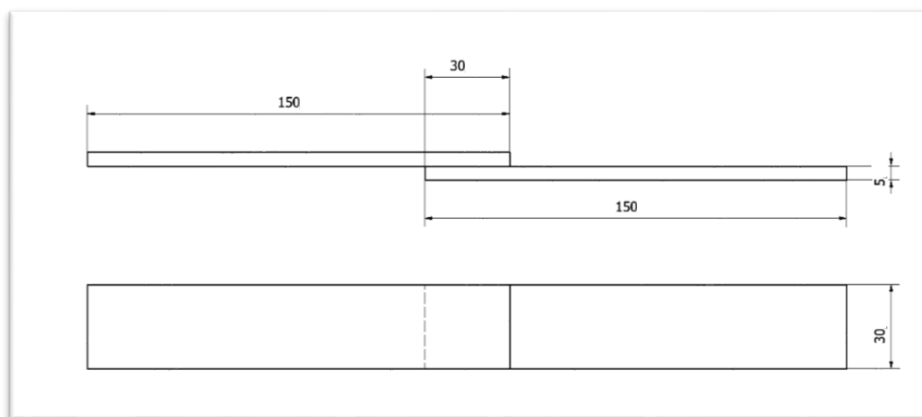
1. Menentukan standarisasi pengujian untuk material *polypropylene* yaitu EN 12814-2.
2. Menyiapkan spesimen sesuai standar pengujian.
3. Menyalakan computer dan mesin uji tarik yang akan digunakan.
4. Mengatur kecepatan uji tarik yang dipakai yaitu 20 mm/menit.
5. Memasangkan spesimen pada pencekam mesin uji pada bagian atas dan bawah.
6. Menjalankan program Zwick/Roel Z020 pada unit komputer.
7. Mengisi data material yang di uji pada method windows.
8. Memulai pengujian dengan mengklik start pada monitor komputer dan menunggu hasil pengujian sampai spesimen yang di uji mengalami patah.
9. Membuat report screen yang terdiri dari tanggal tes, nama material dan lainnya.
10. Memilih dan menyimpan data yang akan ditampilkan dilembar hasil pengujian.
11. Mengulang tahapan – tahapan tersebut sampai pengujian selesai.

Setelah mendapat hasil dari pengujian maka dibuat grafik kuat tarik dengan rumus seperti berikut :

$$\tau = \frac{F_s}{A} \dots\dots\dots (3.1)$$

- Dimana : τ = Tegangan Tarik Geser (N/mm²)
 F_s = Beban (N)
 A = Luas area lasan (mm²)

Pengujian tarik dilakukan setelah proses pengelasan material selesai dilakukan. pada pengujian tarik menggunakan standar yang digunakan untuk material *polypropylene* dengan metode FSSW yaitu EN 12814-2 pengujian tarik ini dilakukan di Labratorium Teknologi Plastik Politeknik ATMI Surakarta dengan mengikuti dimensi ukuran material sesuai standar yang dapat dilihat pada gambar 3.16.

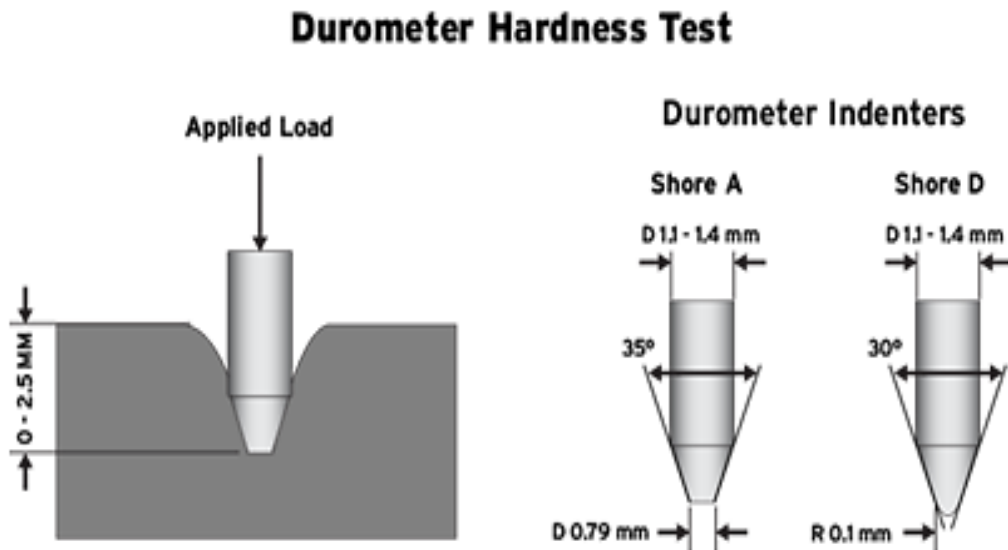


Gambar 3. 16 Dimensi spesimen standar EN 12814-2

B. Pengujian Kekerasan

Alat yang digunakan pada pengujian ini dinamakan durometer, alat ini termasuk dalam kategori durometer hardness test. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui besar nilai kekerasan atau sifat mekanik sambungan menggunakan metode FSSW pada material *polypropylene*. Satuan yang dipakai untuk pengujian kekerasan pada alat durometer ini adalah *shore D* karena pada jenis pengujian kekerasan nilai empiris atau perbandingan yang berkisar 0 – 100 *shore*

D. Skema pengujian kekerasan menggunakan durometer hardness test dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3. 17 Skema kerja alat uji kekerasan.

C. Pengujian Struktur Makro

Pengujian struktur makro adalah proses pengamatan permukaan pada suatu material yang memiliki struktur kristal yang tergolong kasar dan besar dengan menggunakan mikroskop optik. Umumnya pada pengujian struktur makro memiliki angka kevalidan antara 0,5 sampai 50 kali.

Alat yang digunakan pada proses pengujian struktur makro ini menggunakan mikroskop optik usb bermerek Olympus-SZ yang hasil gambarnya tersambung langsung dengan unit computer. Pengujian struktur makro dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengujian struktur makro sebagai berikut :

1. Menyalakan unit komputer dan memastikan perangkat komputer tersambung dengan mikroskop optik.
2. Membuka program optik yang sudah terinstal di unit komputer.
3. Meletakkan spesimen uji dibawah kamera optik dan mengatur fokus kamera optik.

4. Mengatur ukuran pembesaran gambar spesimen uji.
5. Mengambil gambar pada hasil lasan bagian atas.
6. Menyimpan hasil gambar pada unit komputer.
7. Mengulangi langkah-langkah diatas untuk parameter pengujian yang lainnya.