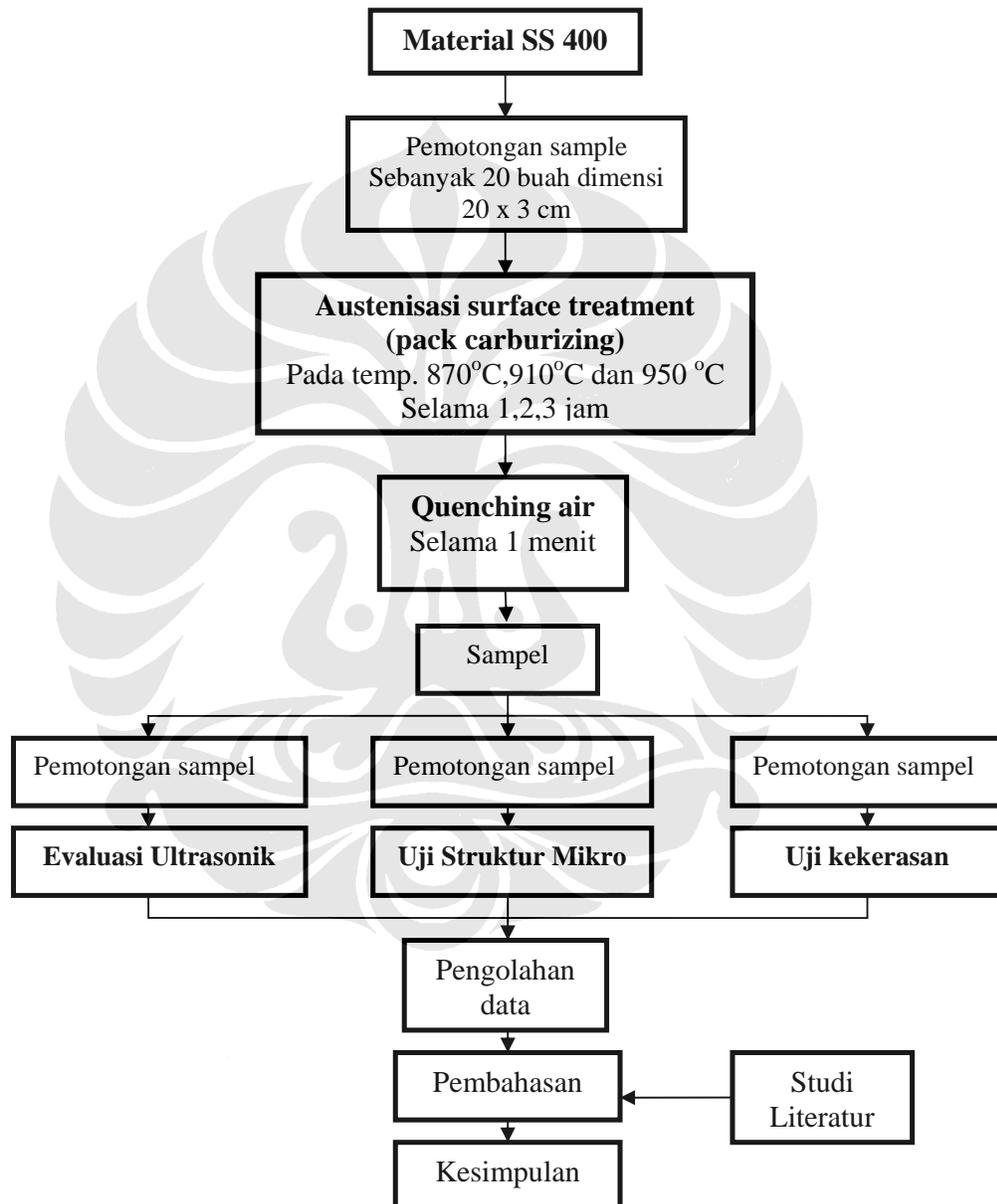


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 ALAT dan BAHAN

3.2.1 Alat

1. Timbangan analitik
2. Oven Carbolite
3. Oven Nabertherm
4. *Water jet spray*
5. Mesin Amplas
6. Mesin Poles
7. Mesin Uji Kekerasan (*Hoytom*)
8. *Measuring microscope* untuk melihat jejak indentasi
9. Instrumen Ultrasonik TEKTRONIX TDS 2000 series tipe 2022.
10. Probe 2,25 MHz, 5 MHz, dan *water immerse* 10 MHz
11. Mikroskop Optik
12. Gergaji tangan

3.2.2 Bahan

1. Baja Karbon Rendah SS400
2. Arang, untuk bahan carburizing
3. Kapur (CaCO_3), sebagai energizer
4. Air
5. Kertas amplas grid 180, 240, 400, 800, 1000, 1500
6. Zat poles Alumina
7. Kain beludru (laken)
8. Silica gel, untuk menjaga kelembaban daerah sekitar sampel yang telah diuji

3.3 PROSEDUR PENELITIAN

3.3.1 Preparasi Sampel

Penelitian ini membutuhkan 3 (tiga) jenis pengujian dan 1 (satu) evaluasi untuk melihat hubungan sifat mekanis SS400 terhadap gelombang ultrasonik. Hasil Evaluasi Ultrasonik dijadikan sebagai data empiris untuk dibandingkan dengan pengujian mekanis dan mikrostruktur dari SS400.

Sampel dipotong dengan ukuran 20 x 3 cm. Kemudian sampel dibuat dengan 9 variabel berbeda dan disiapkan sebanyak 18 buah, dimana 9 buah diantaranya dijadikan sebagai sampel cadangan. Sehingga didapat 18 sampel yang mewakili 9 variabel yaitu :

1. 6 (enam) sampel *surface treatment* dengan metode pack carburizing , temperatur austenisasi 870⁰ C dengan *quenching* air, waktu tahan 1,2 dan 3 jam.

T = 870° C

	Low C
2 sampel	1 jam
2 sampel	2 jam
2 sampel	3 jam



Quenching air

2. 6 (enam) sampel *surface hardening* dengan metode pack carburizing , temperatur austenisasi 910⁰ C dengan *quenching* air, waktu tahan 1,2 dan 3 jam.

T = 910° C

	Low C
3 sampel	1 jam
3 sampel	2 jam
3 sampel	3 jam

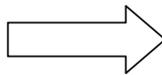


Quenching air

3. 6 (enam) sampel *surface hardening* dengan metode pack carburizing , temperatur austenisasi 950⁰ C dengan *quenching* air, waktu tahan 1,2 dan 3 jam.

T = 950° C

	Low C
3 sampel	1 jam
3 sampel	2 jam
3 sampel	3 jam



Quenching air

Sebelum dilakukan austenisasi, oven perlu disiapkan untuk dilakukan metode pack carburizing, dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

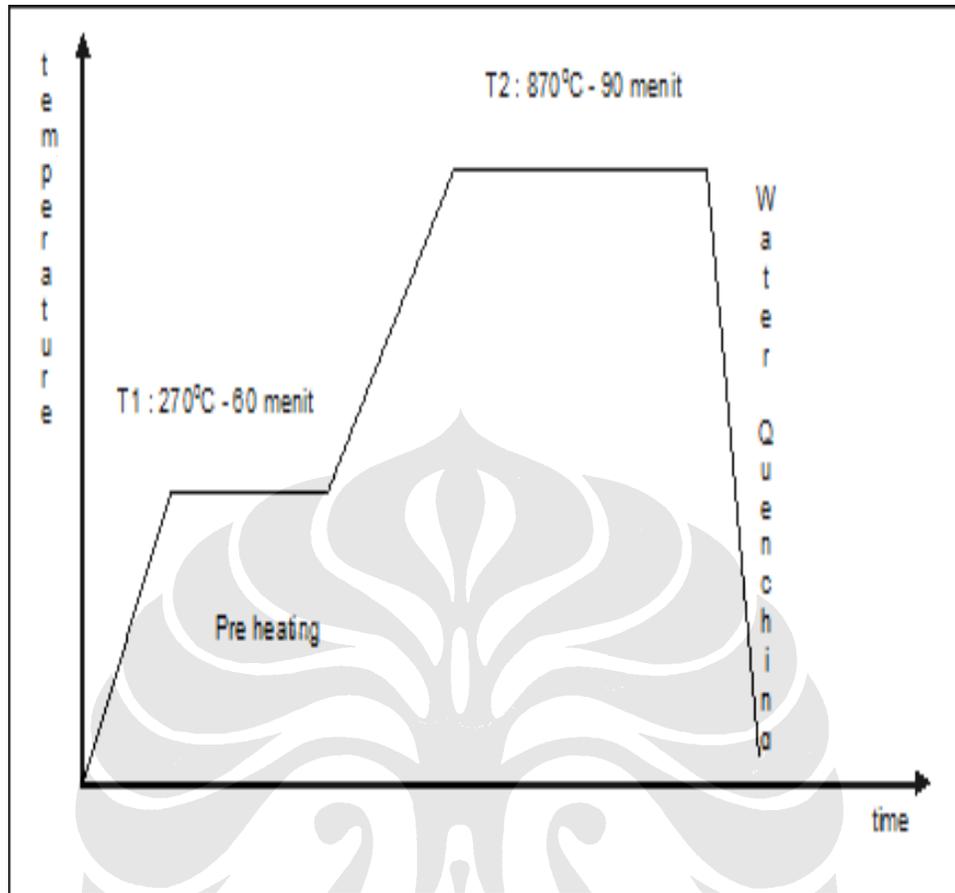
1. Menimbang komposisi arang dan kapur (CaCO₃)

- Perbandingan persentase berat arang : kapur → 95% : 5%
 - Perbandingan berat arang : kapur → 475kg : 25kg
2. Mencampur arang dan kapur, kemudian digerus sampai halus pada wadah(ember), sehingga terbentuk komposisi yang merata.
Perbandingan berat disesuaikan dengan kebutuhan kapasitas untuk pack yang menutupi sampel di dalam oven.
 3. Memasukkan bahan-bahan pack carburizing ke dalam oven, seperti sampel yang telah dipotong, arang dan kapur.

3.3.2 Proses Pack Carburizing dan Quenching

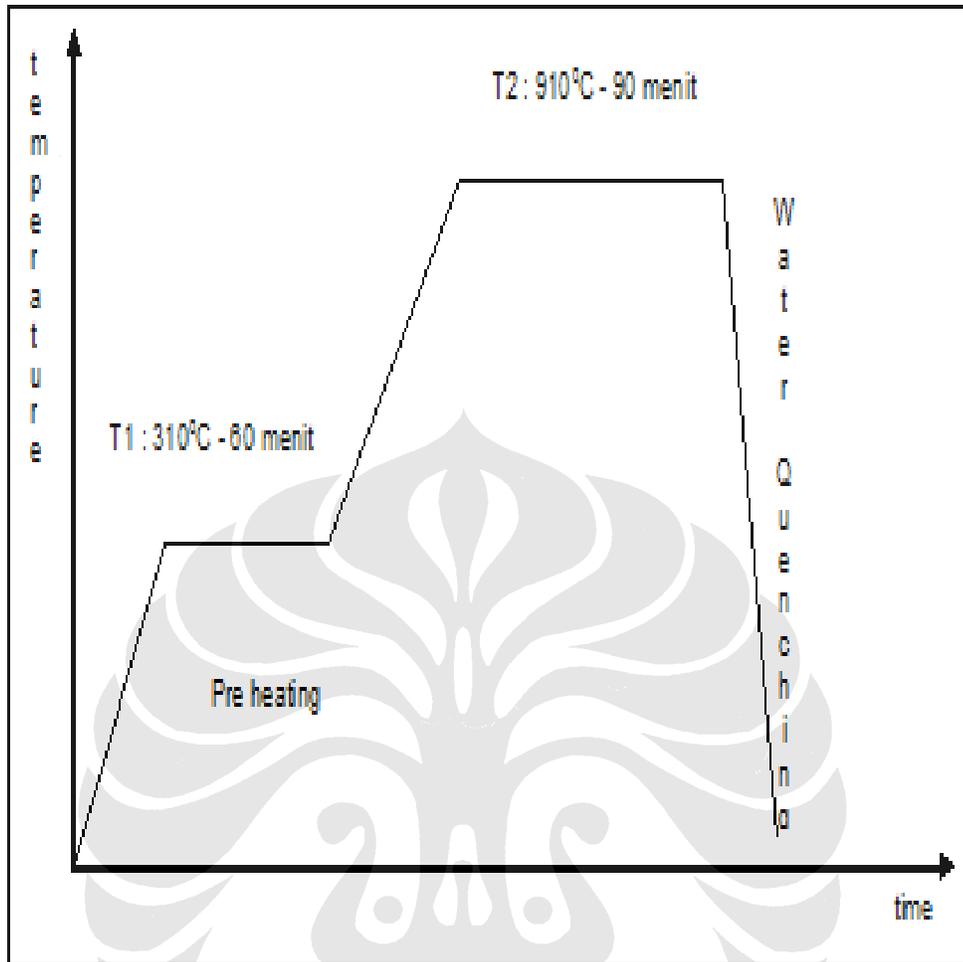
Pemanasan hingga temperatur austenisasi dilakukan pada sampel SS 400 yang telah dipotong, menggunakan dapur Nabertherm, dengan variasi temperatur 870°C, 910°C dan 950°C, dengan waktu tahan untuk masing-masing proses adalah 1 jam, 2 jam dan 3 jam, dan kemudian dilakukan *quench* dengan air. Tahapan proses *pack carburizing* adalah sebagai berikut :

1. Austenisasi pada temperatur 870°C
 - a. Memasukkan 6 buah sampel ke dalam oven *carbolyte*
 - b. Perlakuan panas dengan setting sebagai berikut :
 - T1 dengan temperatur 270°C selama 60 menit
 - T2 dengan temperatur 870°C selama 90 menit



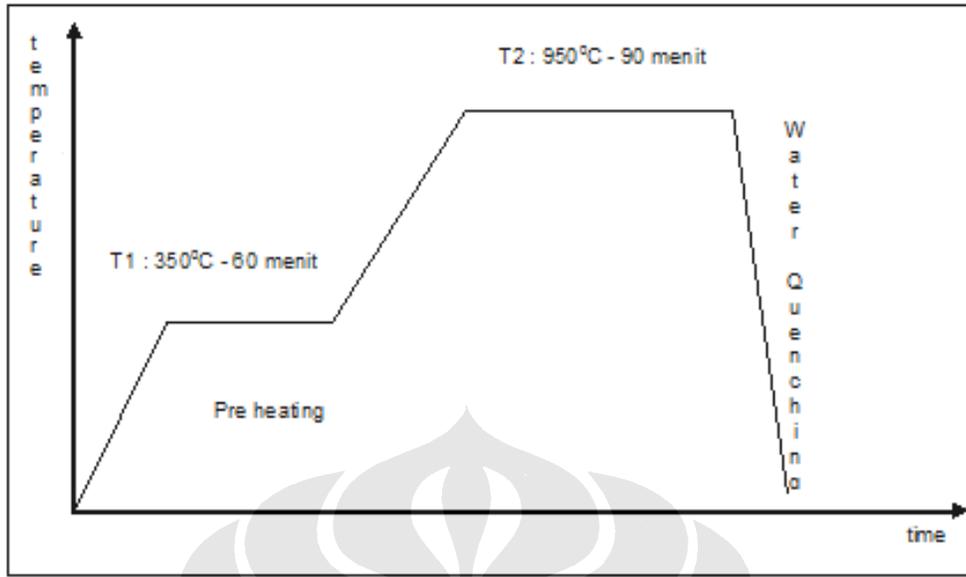
Gambar 3.2. Grafik temperatur austenisasi 870°C vs *time*

2. Austenisasi pada temperatur 910°C
 - a. Memasukkan 6 buah sampel ke dalam oven carbolyte
 - b. Perlakuan panas dengan setting sebagai berikut :
 - T1 dengan temperatur 310°C selama 60 menit
 - T2 dengan temperatur 910°C selama 90 menit



Gambar 3.3. Grafik temperatur austenisasi 910°C vs *time*

3. Austenisasi pada temperatur 950°C
 - a. Memasukkan 6 buah sampel ke dalam oven carbolyte
 - b. Perlakuan panas dengan setting sebagai berikut :
 - T1 dengan temperatur 350°C selama 60 menit
 - T2 dengan temperatur 950°C selama 90 menit



Gambar 3.4. Grafik temperatur austenisasi 950°C vs *time*

3.3.3 Pengujian Kekerasan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh hasil dari *surface treatment* terhadap kekerasan material, menggunakan alat uji kekerasan *Brinel Hoytom* dan mikroskop pengukur jejak indentasi. Pengujian ini menggunakan ASTM E-10.

Tahapan pengujian kekerasan adalah sebagai berikut :

1. Memasang indentor bola baja berdiameter 3 mm dan mensetting beban sebesar 31.25 kg.
2. Melakukan indentasi untuk setiap sampel sebanyak 5-6 titik dengan waktu tahan indentasi selama 15 detik.
3. Mengukur diameter jejak indentasi secara vertikal dan horizontal, menggunakan mikroskop pengukur jejak.
4. Mencatat hasil pengukuran jejak indentasi, kemudian menghitung kekerasan menggunakan rumus *Brinel* :

$$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (3.1)$$

Dimana :

BHN = Nilai kekerasan (Kg/mm^2)

P = Beban (31.25Kg)

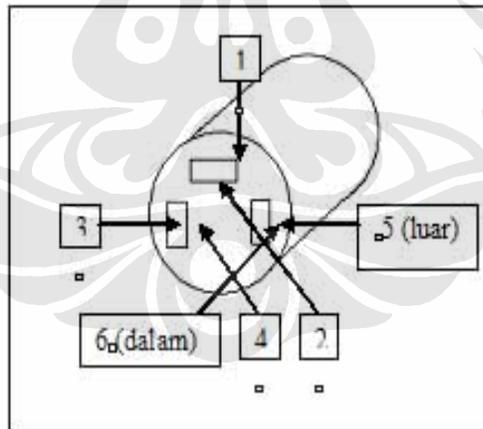
D = Diameter indentor (3mm)

d = diameter jejak (mm)

3.3.4 Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan Struktur Mikro dilakukan untuk mengetahui kedalaman difusi hasil *surface treatment*, yang disebut juga *Depth of Penetration*. Tahapan pengamatan struktur mikro yang dilakukan adalah :

1. Memotong masing-masing sampel dengan variabel berbeda, yang telah dilakukan karburisasi, dengan ukuran $1 \times \frac{1}{2}$ cm.
2. Melakukan mounting pada masing-masing sampel yang telah dipotong kecil pada bagian ujung sampel, kemudian melakukan penandaan untuk bagian permukaan atas (luar) dan bawah (dalam), sehingga dapat dilihat perbedaan kedalamannya.



Gambar 3.5. Mounting sampel

3. Mengamplas permukaan sampel, menggunakan amplas dengan nomor grid dari kasar sampai halus, yaitu 120, 180, 240, 220, 400, 600, 800, 1000 dan 1500.
4. Memoles permukaan sampel menggunakan cairan alumina (Al_2O_3) yang telah dicampur air dan kain beludru sebagai media penghalus.

5. Membilas sampel dengan air dan kemudian dikeringkan.
6. Melakukan pengetsaan menggunakan cairan nital.
7. Mengamati permukaan sampel menggunakan mikroskop optik untuk dilihat Depth of Penetration untuk masing-masing sampel, dengan perbesaran 100x, kemudian memfotonya.
8. Melakukan pengecekan kekerasan mikro (*microhardness*) pada sampel yang telah dimounting, menggunakan alat uji kekerasan mikro *Buehler*, dengan menggunakan beban 100 gf, kemudian menghitungnya dengan rumus vickers

$$\text{VHN} = \frac{1854.4 \text{ P}}{\text{D}}$$

(3.2)

Dimana :

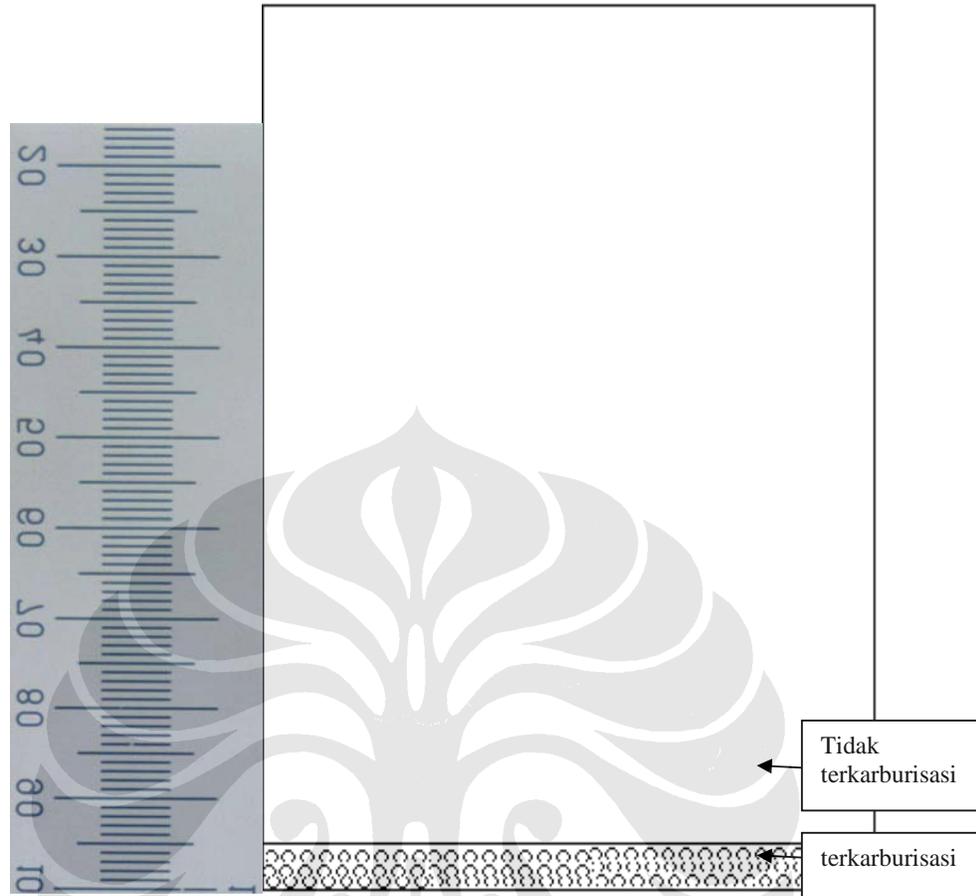
VHN = Nilai kekerasan (HV)

P = Beban (gf)

D = diameter indentasi (μm)

3.3.5 Penghitungan kedalaman difusi pada foto mikro

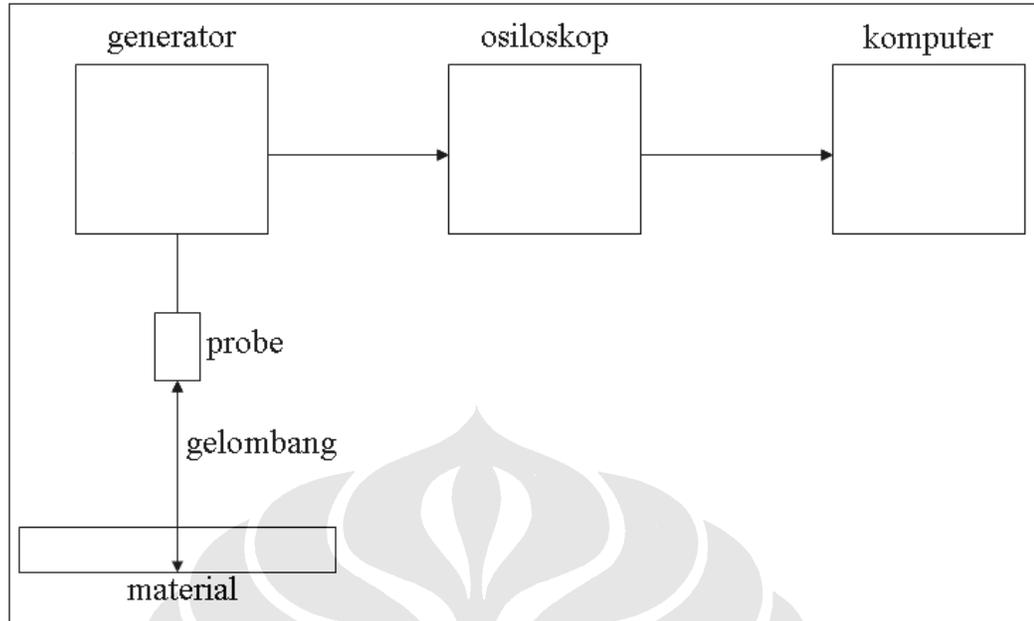
Proses penghitungan kedalaman difusi dihitung dengan menggunakan pengukuran dari skala standar untuk foto mikro, misal untuk foto dengan perbesaran 100 x, maka digunakan ukuran skala standar yang sesuai, dan untuk ukuran foto disesuaikan dengan ukuran aslinya. Pengukuran kedalaman dilakukan pada tiga titik yang kemudian dirata-ratakan.



Gambar 3.6. Skala pengukuran untuk mengukur foto mikro dengan ukuran yang sama dengan foto aslinya.

3.3.6 Pengujian Ultrasonik

Pengujian ultrasonik dilakukan dengan menggunakan instrumen *Ultrasonic Pulser-Receiver* merek *Panametric* tipe 5703 dan osiloskop *Tektronix* TDS 2000 tipe 2022, dan probe dengan frekuensi 10 MHz tipe *water immersion*. Sebelum diuji, material yang terkarburisasi harus diberi *couplant* air, sehingga dapat mencegah terjadinya pengurangan intensitas gelombang awal yang terjadi permukaan benda uji yang dapat disebabkan oleh kontak udara antara probe dan benda uji.



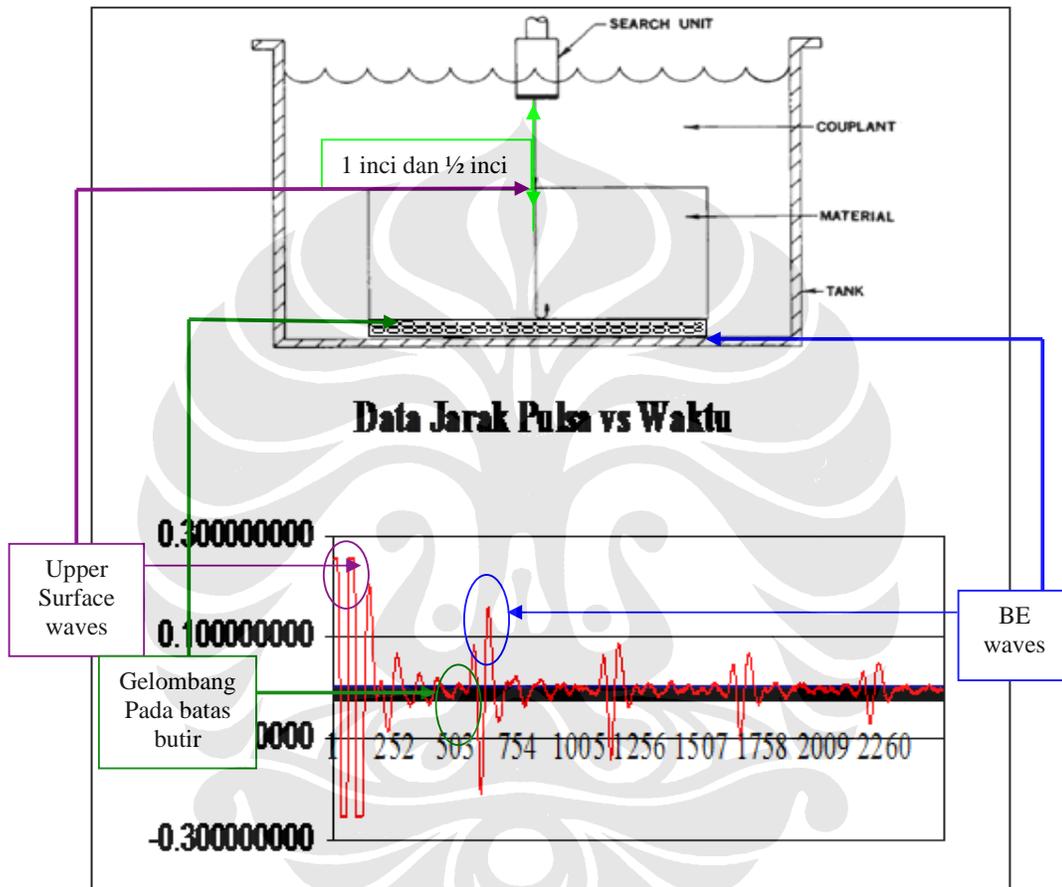
Gambar 3.7. Skema berjalannya gelombang ultrasonik melalui generator atau *pulser* dan *receiver* pada sampel.⁽¹¹⁾

Pengujian dilakukan pada sampel yang telah diampelas pada salah satu bagian, antara permukaan atas dan permukaan bawah sampel, dengan tujuan mengukur bagian yang terdalam (setelah dihitung kedalamannya pada foto mikro). Bagian yang tidak diampelas adalah bagian dengan kedalaman difusi lebih dalam, sedangkan bagian dengan kedalaman difusi lebih rendah diampelas, dengan grit 120# dan grit 1000#.



Gambar 3.8. Dua medium yang berbeda pada sampel yang terkarburisasi, permukaan yang terampelas adalah bagian yang diujikan.

Setelah dilakukan pengamplasan, maka dilakukan pengujian dengan ultrasonik dengan menggunakan metode *water immersion*, dengan posisi probe dan sampel yang terendam dalam air. Pengujian dilakukan pada jarak 1 inci dan ½ inci pada masing-masing sampel dengan posisi bagian yang teramplas menghadap ke atas atau berhadapan dengan *probe* (*search unit*).



Gambar 3.9. Metode water immersion dan grafik pada sampel terkarburisasi

Gambar 3.9 menunjukkan sinyal gelombang ultrasonik dengan metode *water immersion*. Perambatan gelombang dimulai dari *search unit* atau probe, yang kemudian akan merambat melewati kuplan air sampai mengenai permukaan atas sampel, garis panah berwarna hijau muda menunjukkan jarak antara probe dan permukaan atas sampel, yaitu 1 inci dan ½ inci. Peletakkan jarak 1 inci dan ½ inci antara probe dan sampel bertujuan untuk membedakan *focusing* atau memfokuskan energi gelombang. Pertama-tama dilakukan pengujian dengan

peletakkan sampel berjarak satu inci dari probe, yang akan menghasilkan sinyal gelombang yang terfokus pada permukaan atas, kemudian diubah jaraknya pada jarak setengah inci untuk memfokuskan sinyal gelombang pada bagian bawah sampel. Selanjutnya yang akan diamati dan dihitung kedalaman difusinya adalah pada permukaan bawah, karena akan lebih terfokus untuk melihat ketebalan difusi, disamping permukaan atas yang sudah teramplas, sehingga tidak bisa terlihat difusinya. Garis berwarna ungu pada gambar 3.9 menunjukkan gelombang ketika mengenai permukaan atas sampel, selanjutnya gelombang akan terus merambat, kemudian akan mengenai bagian permukaan yang ditunjukkan dengan garis berwarna hijau tua, yaitu gelombang ketika mengenai batas butir antara bagian yang terdifusi dan tidak terdifusi, dan garis berwarna biru menunjukkan permukaan yang dikenai gelombang pantul yang terdapat pada bagian permukaan bawah atau bagian dasar sampel (*backwall echo*).

Setelah mendapatkan jenis sinyal gelombang yang ditampilkan pada osiloskop, selanjutnya data atau grafik sinyal gelombang disimpan dikomputer untuk menghitung besar kedalaman difusi yang dihitung dengan pengujian ultrasonik, yang diaplikasikan pada rumus dibawah ini.

$$2 X = V \Delta t$$

(3.1)

Dimana :

- X = tebal difusi (mikron)
- V = kecepatan rambat ultrasonik di dalam material (m/s)
- Δt = Pengurangan dari waktu tempuh pada gelombang pantul (*Backwall echo*) dan gelombang pada *interface*

Kecepatan rambat ultrasonik awalnya diperoleh dari penghitungan tebal material yang terkarburisasi (tabel 4.3), dikalikan pengurangan lebar pulsa antara amplitudo (ketinggian pulsa pada osiloskop) pada permukaan atas dengan permukaan bawah (*Backwall Echo*). Setelah itu rumus 3.1 dapat digunakan untuk menghitung tebal difusinya.