



TUGAS AKHIR - TM 145502

PENGUKURAN KETEBALAN PADA MATERIAL BAJA
DENGAN ULTRASONIC TESTING MENGGUNAKAN
METODE CONTACT TESTING DENGAN VARIASI MEDIA
KOPLAN Oli, Air, dan Gel

Nur Abdul Aziz
NRP.1021140000112

Dosen Pembimbing
Ir. Gathot Dwi Winarto, MT
19580915 198701 1 001

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - TM 145502

**PENGUKURAN KETEBALAN PADA
MATERIAL BAJA DENGAN ULTRASONIC
TESTING MENGGUNAKAN METODE
CONTACT TESTING DENGAN VARIASI
MEDIA KOPLAN AIR, GEL, OLI**

**NUR ABDUL AZIZ
NRP.1021140000112**

**Dosen Pembimbing
Ir. Gathot Dwi Winarto, MT
19580915 198701 1 001**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



FINAL PROJECT - TM 145502

**MEASUREMENT OF THICKNESS ON
MATERIAL STEEL WITH ULTRASONIC
TESTING USING CONTACT TESTING
METHOD WITH VARIATION MEDIA
WATER COVER, GEL, OLI**

**NUR ABDUL AZIZ
NRP.1021140000112**

**Counsellor Lecturer
Ir. Gathot Dwi Winarto, MT
19580915 198701 1 001**

**DEPARTMENT OF ENGINEERING MECHANICAL INDUSTRY
Faculty of Vocational
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGUKURAN KETEBALAN PADA MATERIAL BAJA SS400 DENGAN ULTRASONIC TESTING MENGUNAKAN METODE CONTACT TESTING DENGAN VARIASI MEDIA KOPLAN AIR, GEL, OLI

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya

Pada

Bidang Studi Manufaktur

Program Studi Diploma III

Departemen Teknik Mesin Industri

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

SURABAYA

Oleh :

NUR ABDUL AZIZ

NRP. 10211400000112

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



Dwi Winarto, MT

NIP. 19580915 198701 1 001

SURABAYA, AGUSTUS 2018

PENGUKURAN KETEBALAN PADA MATERIAL BAJA SS400 DENGAN ULTRASONIC TESTING MENGGUNAKAN METODE CONTACT TESTING DENGAN VARIASI MEDIA KOPLAN AIR, GEL, OLI

Nama : nur abdul aziz
NRP : 10211400000112
Jurusan : Departemen Teknik Mesin Industri
FV ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Gathot Dwi Winarto, M.T.

Abstrak

Baja adalah salah satu material yang paling sering digunakan dalam dunia konstruksi oleh karena berbagai kelebihanannya. Bahan konstruksi dalam proses penggunaannya tidak bisa terlepas dari masalah kerusakan yang terjadi di dalam bahan tersebut. kerusakan tersebut juga dapat ditimbulkan dari ukuran bahan konstruksi yang sudah tidak sesuai oleh sebab itu perlu dilakukan uji ketebalan. Ukuran ketebalan di dalam bahan konstruksi dapat diketahui dengan cara uji tak merusak (*Non Destructive Test*) yaitu dengan metode *Ultrasonic test*.

Pada penelitian ini, penulis menganalisis tingkat sensitiv dari media koplan dan ketebalan material baja konstruksi, pada penelitian ini menggunakan variasi media koplan oli, air dan gel dan probe yang digunakan adalah probe normal. Dimana probe perlu dilakukan kalibrasi sebelum digunakan untuk pengujian. Perbandingan yang dilakukan meliputi perbandingan media koplan mana yang paling sensitiv digunakan untuk mengukur ketebalan pada pengujian ultrasonik.

Setelah dilakukan analisis ketebalan menggunakan media koplan oli, air, gel, didapatkan nilai selisih yang paling kecil antara pengukuran jangka sorong dengan pembacaan pada layar adalah pada media koplan gel. dan juga nilai decibel yang paling

kecil pada ketiga media koplan tersebut adalah pada media koplan gel. sehingga dapat disimpulkan bahwa media koplan yang paling sensitiv digunakan untuk pengujian ultrasonik metode contact testing adalah pada media koplan gel.

Kata kunci : Uji Ultrasonik, Probe, *Contact Test*, dan couplant .

MEASUREMENT OF THICKNESS ON MATERIAL STEEL WITH ULTRASONIC TESTING USING CONTACT TESTING METHOD WITH VARIATION MEDIA WATER COVER, GEL, OLI

Student name : nur abdul aziz
Identity number : 1021140000112
Department : Departemen Teknik Mesin Industri
FV ITS
supervisor : Ir. Gathot Dwi Winarto, M.T.

Abstrak

Steel is one of the most frequently used materials in the world of construction due to its various advantages. Construction materials in the process of its use can not be separated from the problem of damage that occurred in the material. such damage can also be generated from the size of construction materials that are not appropriate therefore the need to be tested the thickness. The size of the thickness in the construction material can be known by non-destructive test (Non Destructive Test) by Ultrasonic test method.

In this study, the authors analyzed the sensitivity level of coplan media and the thickness of steel construction material, in this study used variations of oil copper media, water and gel and the probe used was normal probes. Where the probe needs to be calibrated before being used for testing. The comparisons made include the most sensitive coplan coagulation used to measure the thickness of the ultrasonic test.

After thickness analysis using oil copper media, water, gel, obtained the smallest difference value between

the measurement of the sliding term with the reading on the screen is on coplan gel medium. and also the smallest decibel value in the three coplan media are on coplan gel medium. so it can be concluded that the most sensitive coplan media used for ultrasonic testing of contact testing method is on coplan gel medium.

Kata kunci : Ultrasonic Test, Probe, Contact Test, and Couplant.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala limpahan Rahmat, Inayah, Taufik dan Hinayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan *penyusunan Penelitian yang* berjudul **Pengukuran ketebalan pada material baja dengan ultrasonik testing menggunakan metode *contact testing* dengan variasi media koplan oli, air dan gel**

Laporan ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi D3 Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi ITS untuk bisa dinyatakan lulus dengan mendapatkan gelar Ahli Madya.

dan dalam proses penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan banyak sekali bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penulis juga bermaksud menyampaikan rasa terima kasih kepada::

1. Bapak Ir. Gathot Dwi Winarto, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan ide, arahan, bimbingan dan motivasi selama pengerjaan Penelitian ini.
2. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri.
3. Bapak Ir. Suhariyanto selaku kaprodi dan koordinator Penelitian D3 Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi ITS.
4. Orang tua tercinta Bapak dan Ibu serta kakak yang selalu memberikan semangat, doa ,serta dukungan dalam bentuk apapun.
5. Bapak Ir. Gathot Dwi Winarto, M.T. selaku Dosen Wali selama di D3 Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi ITS.

6. Segenap Bapak/Ibu Dosen Pengajar dan Karyawan di Jurusan D3 Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi ITS, yang telah memberikan banyak ilmu dan pengetahuan selama penulis menuntut ilmu di kampus ITS.
7. Tim Dosen Penguji yang telah banyak memberikan saran dan masukan guna kesempurnaan Penelitian ini.
8. Teman – teman angkatan 2014, 2015 atas kebersamaan dan kerjasamanya selama ini.
9. Pak Maslihan yang telah memberikan kesempatan penulis menggunakan tempat kerja untuk melakukan praktikum NDT ultrasonic.

Penulis menyadari bahwa Laporan ini masih memiliki banyak sekali kekurangan di dalamnya, sehingga dalam kesempatan kali ini juga penulis bermaksud untuk meminta saran dan masukan dari semua pihak demi terciptanya laporan yang lebih baik lagi. Penulis juga berharap agar Laporan yang telah penulis susun ini bisa bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa dan para pembaca.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II DASAR TEORI

2.1 non destruktive testing	5
2.1.1 Pengaplikasian pengujian NDT.....	5
2.1.1 Macam-Macam Metode NDT	6
2.2 Ultrasonik Test	9
2.3 Sifat sifat gelombang bunyi.....	10
2.4 mekanisme pemantulan gelombang	11
2.4.1 Hukum pemantulan	12
2.5 Mode perambatan gelombang ultrasonik	13
2.5.1 frekuensi,cepat rambat panjang gelombang	15
2.6 Atenuasi.....	17
2.7 Prinsip dasar uji ultrasonik.....	18
2.8 Pengaruh koplans	19

2.9 Flaw detector	20
2.10 Metode pengujian ultrasonik.....	22
2.11 Probe.....	24
2.12 Kalibrasi probe	25
2.12.1 Kalibrasi probe	27
2.12.2 Rumus penentuan indikasi	28
2.12 Prosedur pengujian ultrasonik.....	28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram alir perencanaan.....	31
3.2 studi literatur	32
3.3 waktu dan tempat pelaksanaan	32
3.4 persiapan alat dan bahan	32
3.5 Pembuatan specimen	35
3.6 persiapan benda uji.....	37
3.7 Pengambilan test piece	37
3.8 Pengujian ultrasonik.....	38
3.9 setting flaw detektor	41

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Ultrasonik.....	45
4.1.1 Pengujian Kontak Langsung media oli	46
4.1.1 Pengujian Kontak Langsung media air	52
4.1.1 Pengujian Kontak Langsung media gel.....	59
4.1.1 Perhitungan intensitas bunyi	65

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	71

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hukum pemantulan.....	12
Gambar 2.2	Gelombang transversal.....	13
Gambar 2.3	Gelombang longitudinal.....	13
Gambar 2.4	Mode permukaan.....	14
Gambar 2.5	Mode pelat.....	15
Gambar 2.6	Teknik resonasi.....	18
Gambar 2.7	Teknik transmisi.....	19
Gambar 2.8	Teknik gema.....	19
Gambar 2.9	Flaw detector.....	20
Gambar 2.10	Contact testing.....	23
Gambar 2.11	<i>Imersion testing</i>	23
Gambar 2.12	Preobe normal.....	24
Gambar 2.13	Preobe sudut.....	25
Gambar 2.14	Blok kalibrasi V1.....	26
Gambar 2.15	Blok kalibrasi V2.....	27
Gambar 2.16	Blok kalibrasi bertingkat.....	27
Gambar 2.17	Blok kalibrasi V1.....	30
Gambar 3.1	Diagram alir perencanaan.....	32
Gambar 3.2	meterial ss400.....	33
Gambar 3.3	GE USM GO.....	33
Gambar 3.4	Probe normal.....	33
Gambar 3.5	Oli.....	34
Gambar 3.6	Blok kalibrasi V1.....	34
Gambar 3.7	Jangka sorong.....	35
Gambar 3.8	Specimen uji.....	37
Gambar 3.9	Pahat ukuran 10 mm dan 5 mm.....	37
Gambar 3.10	Proses pengujian ultrasonik.....	38
Gambar 3.11	Proses kalibrasi.....	39
Gambar 3.12	Dimensi blok kalibrasi V1.....	39
Gambar 3.13	Indikasi pada blok kalibrasi.....	40
Gambar 3.14	Pengujian dengan kontak langsung.....	41
Gambar 4.1	Posisi pengujian.....	45
	Media koplantj oli	
Gambar 4.2	lokasi pengujian pertama.....	46
Gambar 4.3	hasil pengujian lokasi pertamna.....	46

Gambar 4.4	Lokasi pengujian kedua	47
Gambar 4.5	Hasil pengujian kedua	47
Gambar 4.6	Lokasi pengujian ketiga.....	48
Gambar 4.7	Hasil pengujian ketiga	49
Gambar 4.8	Lokasi pengujian keempat	50
Gambar 4.9	Hasil pengujian keempat	50
Gambar 4.10	Lokasi pengujian kelima.....	51
Gambar 4.11	Hasil pengujian ke lima	51
Media koplant air		
Gambar 4.12	Lokasi Pengujianh pertama	52
Gambar 4.13	Hasil pengujian Pertama.....	53
Gambar 4.14	Lokasi pengujian kedua.....	54
Gambar 4.15	Hasil pengujian kedua	54
Gambar 4.16	Lokasi pengujian ketiga.....	55
Gambar 4.17	Hasil pengujian ke tiga	55
Gambar 4.18	Lokasi pengujian ke empat	56
Gambar 4.19	Hasil pengujian keempat	57
Gambar 4.20	Lokasi pengujian ke lima.....	58
Gambar 4.21	Hasil pengujian kelima	58
Media koplant gel		
Gambar 4.22	Lokasi pengujian pertama.....	59
Gambar 4.23	Hasil pengujian pertama	59
Gambar 4.24	Lokasi pengujian kedua.....	60
Gambar 4.25	Hasil pengujian kedua	61
Gambar 4.26	Lokasi pengujian ketiga.....	61
Gambar 4.27	Hasil pengujian ketiga	62
Gambar 4.28	Lokasi pengujian keempat	63
Gambar 4.29	Hasil pengujian keempat	63
Gambar 4.30	Lokasi pengujian kelima.....	64
Gambar 4.31	Hasil pengujian kelima	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kecepatan Gelombang pada beberapa bahan...	16
Tabel 3.1	Kalibrasi probe normal pada blok kalibrasi V1	40
Tabel 3.2	Setting flaw detector range 100 mm	41
Tabel 3.3	Setting flaw detector range 50 mm	42
Tabel 4.1	Hasil semua pengujian	68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahan kontruksi dalam proses penggunaannya tidak bisa terlepas dari masalah kerusakan yang terjadi di dalam bahan tersebut. kerusakan tersebut juga dapat ditimbulkan dari ukuran bahan kontruksi yang sudah tidak sesuai. Ukuran yang sudah tidak sesuai tersebut dapat menjadi resiko yang membahayakan serta menimbulkan kerugian. Oleh karena itu, perlu dilakukannya uji ketebalan pada bahan kontruksi guna menanggulangi resiko yang membahayakan serta menimbulkan kerugian.

Uji ketebalan pada suatu bahan kontruksi biasanya dilakukan bila kita ingin tahu apakah bahan tersebut ukurannya masih sesuai atau tidak dalam proses penggunaannya. Informasi sesuai atau tidak sesuainya ukuran ini sudah cukup digunakan sebagai dasar dari suatu pengambilan keputusan, misalnya bahan kontruksi yang mengalami kerusakan akibat ukuran yang sudah tidak sesuai dapat dipotong dan dibuang atau dilebur kembali. Ada beberapa komponen penting dalam uji ketebalan terhadap bahan kontruksi salah satunya adalah ukuran bahan, karena ukuran bahan yang sudah tidak sesuai dapat menjadi indikator timbulnya kerusakan

Ukuran ketebalan di dalam bahan kontruksi dapat diketahui dengan cara uji tak merusak (*Non Destructive Test*) yaitu dengan metode *Ultrasonic test*. *Ultrasonic Testing* (UT) merupakan salah satu metode *Non Destructive Testing* yang menggunakan energi suara frekuensi tinggi untuk melakukan proses pengujian atau proses pengukuran. Prinsip kerja dari Ultrasonic Test adalah dengan menembakkan gelombang suara dengan frekuensi tinggi sekitar 0.25 sampai 10 Mhz pada material melalui jalur yang bisa diprediksi. Gelombang suara yang ditembakkan akan merambat melalui material dan akan dipantulkan apabila mengenai sisi lain material atau cacat yang ada di dalam material. Kemudian dibutuhkan pula Couplant yang berfungsi untuk melindungi dari udara sehingga dapat memudahkan merambatnya gelombang dari probe ke bahan yang

di uji. Dalam pengujian ini koplان yang dipakai adalah Oli, Air, Gel

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perbandingan selisih hasil pengujian ultrasonik metode contact testing menggunakan variasi media koplان oli air dan gel dengan pengukuran jangka sorong ?
2. Berapa nilai decibel yang paling kecil pada pengujian ultrasonik pada material baja menggunakan metode contact testing dengan variasi koplان Oli, Air, dan Gel ?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat banyaknya perkembangan yang bisa ditemukan dalam penelitian ini, maka perlu adanya batasan-batasan masalah yang jelas mengenai apa yang dibuat dan diselesaikan dalam penelitian ini. Adapun batasan-batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Metode yang digunakan *contact testing*
2. Menggunakan material baja karbon ss400
3. Material dibuat dengan menggunakan mesin milling menyerupai tangga dengan variasi ketebalan 18 mm, 16 mm, 13 mm, 10.48 mm 8 mm
4. Menggunakan probe normal dengan frekuensi 2.5 Mhz pada waktu pengerjaanya.
5. Melakukan kalibrasi probe sebelum digunakan.
6. Menggunakan media koplان oli, air, dan gel.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perbandingan selisih hasil pengujian ultrasonik metode contact testing menggunakan variasi media koplان Oli, Air dan Gel dengan pengukuran jangka sorong

2. Mengetahui nilai decibel yang paling kecil pada pengujian ultrasonik pada material baja menggunakan metode contact testing dengan variasi koplans Oli, Air, dan Gel

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penulisan makalah ini adalah sebagai berikut :

1. dapat memberikan informasi tentang perbandingan pengujian ultrasonik menggunakan metode contact testing dengan variasi koplans Oli, Air, dan Gel
2. Sebagai sumber dan bahan masukan bagi penulis lain untuk menggali dan melakukan eksperimen tentang pengujian ultrasonik

1.6 Metodologi penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan penulis untuk mencapai tujuan Penelitian ini adalah :

1. Studi Literatur

Untuk menambah wawasan perlu studi literatur dengan mempelajari buku-buku tentang non destructive test dan pengujian berupa uji ultrasonik atau karya ilmiah yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi.

2. Konsultasi dengan Dosen Pembimbing

Dalam penulisan Penelitian ini perlu mengadakan konsultasi atau respon dengan dosen pembimbing.

3. Observasi Data

Melakukan observasi data-data terkait uji ultrasonik dan benda kerja melalui internet dan dari hasil pengamatan langsung dengan masalah yang dihadapi di lapangan

4. Analisa Data

Menganalisa hasil cacat dengan pengujian ultrasonik dengan metode contact testing dan immersion testing.

5. Membuat Kesimpulan

Setelah menyelesaikan laporan Penelitian dapat diambil kesimpulan tentang hasil dari proses dan analisa tersebut.

1.6 **Sistematika penulisan**

Agar hasil pemikiran penulis dapat dimengerti dan dipahami secara keseluruhan, maka penulisan tugas akhir ini akan ditulis menurut sistematika penulisan secara umum yaitu :

- **BAB I PENDAHULUAN**
Pada Bab I menjelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
- **BAB II DASAR TOERI**
Pada Bab II ini menjelaskan tentang teori-teori yang menunjang pelaksanaan penelitian.
- **BAB III METODOLOGI**
Pada Bab III menjelaskan metodologi penelitian, diagram langkah penelitian, spesifikasi, dan langkah proses pengujian-pengujian yang dilakukan.
- **BAB IV HASIL DAN ANALISA**
Pada Bab IV akan dibahas mengenai hasil pengujian ultrasonic metode contact testing dan immersion testing.
- **BAB V KESIMPULAN**
Pada Bab V berisi kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran konstruktif untuk penelitian selanjutnya.

- **DAFTAR PUSTAKA**
- **LAMPIRAN**

BAB II DASAR TEORI

2.1 Non Destructive Testing

NDT atau Non Destructive Testing (Uji Tak Rusak) adalah salah satu pengujian yang dapat dilakukan pada suatu material, komponen, struktur, atau mengukur beberapa karakteristik tanpa merusak komponen atau material benda uji tersebut. NDT memainkan peran penting dalam memastikan bahan komponen struktural dan sistem melakukan fungsi mereka secara efektif dan biaya yang optimum.

Metode NDT bertujuan untuk mencari dan mengetahui karakteristik dan kondisi material, serta kekurangan yang mungkin menyebabkan komponen mengalami kegagalan, mencegah ledakan pipa, dan berbagai kegagalan yang kurang terlihat, tetapi dapat mengganggu kinerja unit. Tes ini dilakukan dengan cara yang tidak mempengaruhi fungsi komponen, karena NDT memungkinkan bagian-bagian dan bahan-bahan yang akan diperiksa dan diukur tanpa merusak. karena pemeriksaan dilakukan tanpa mengganggu struktur dan fungsi utama komponen, NDT memberikan keseimbangan yang sangat baik antara kontrol kualitas dan efektivitas biaya. sehingga secara umum NDT berlaku untuk semua jenis inspeksi industri termasuk logam dan struktur non logam.

Beberapa jenis pengujian NDT antara lain: Ultrasonic Test (UT), Radiography, Penetrant Test, Magnethic Particle Test dsb.

2.1.1 Pengaplikasian pengujian NDT

Non Destructive Test merupakan metode pengujian pada material, struktur atau komponen untuk mendapatkan karakteristiknya tanpa harus merusak material tersebut. Dalam industry material Non Destructive Test (NDT) dapat diaplikasikan untuk berbagai hal antara lain :

1. Sebagai kontrol kualitas dari unit-unit *pra-cor* atau konstruksi *in site*
2. Menghilangkan keraguan tentang penerimaan material dari supplier terkait spesifikasi yang telah disepakati
3. Menghilangkan keraguan terkait proses pembuatan yang meliputi batching, mixing, placing, maupun curing.
4. Menentukan lokasi dari crack, void, maupun cacat yang lain
5. Menentukan posisi, kuantitas atau kondisi dari reinforcement
6. Memprediksi perubahan jangka panjang dari karakteristik material
7. Menyediakan informasi untuk berbagai pengusulan perubahan dari penggunaan sebuah struktur untuk asuransi atau untuk penggantian kepemilikan.

2.1.2 Macam-macam pengujian NDT (non destruktive testing)

Berikut ini beberapa penjelasan tentang jenis-jenis metode NDT yang umum digunakan :

1. Visual inspection

Metode ini sering diabaikan dalam daftar metode NDT, inspeksi visual adalah salah satu cara yang paling umum dan paling mudah dari pengujian non destruktif test lainnya. pengujian visual memerlukan pencahayaan permukaan uji yang tepat dan mata tester yang sehat. hasil paling efektif inspeksi visual perlu perhatian khusus karena membutuhkan beberapa pelatihan khusus, seperti, pengetahuan produk dan proses, kondisi pelayanan yang diharapkan, kriteria penerimaan, dan pencatatan) dan cacat yang ditemukan dengan metode

NDT lainnya akhirnya harus dibuktikan dengan inspeksi visual.

2. Magnetic particle inspection

sebuah logam ferromagnetik apabila dialiri sebuah gaya magnet maka akan menjadi medan magnet. apabila logam ferromagnetik tersebut terdapat sebuah keretakan atau sebuah patahan alamiah garis-garis medan magnet tersebut akan berpindah arah mencari kerapatan kembali dari logam ferromagnetik tersebut agar bisa membentuk kembali siklus magnet dari kutub utara menuju kutub selatan. prinsip ini yang diaplikasikan pada pengujian tanpa merusak magnetic particle inspection dimana patahan atau retakan diberi chemical atau cairan yang berisikan serbuk besi yang memiliki daya kapilaritas sehingga cairan tersebut dapat berpenetrasi masuk samapi ke ujung patahan logam.

3. Eddy current test

inspeksi ini memanfaatkan prinsip elektromagnet. Prinsipnya arus listrik dialirkan pada kumparan untuk membangkitkan medan magnet di dalamnya. Jika medan magnet ini dikenakan pada benda logam yang akan diinspeksi, maka akan terbangkit arus eddy. arus eddy kemudian menginduksi adanya medan magnet. Medan magnet pada benda akan menginduksi medan magnet pada kumparan dan mengubah impedansi bila ada cacat. Keterbatasan dari metode ini yaitu hanya dapat diterapkan pada permukaan yang dapat dijangkau. selain itu metode ini juga diterapkan hanya pada bahan logam saja.

4. Liquid Penetran Inspections

Metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi cacat terbuka pada permukaan pada setiap produk

industri yang terbuat dari bahan non-pori. Metode ini banyak digunakan untuk pengujian bahan baik magnetic maupun magnetik. Dalam metode ini penetrant cair diterapkan ke permukaan produk untuk waktu yang telah ditentukan, setelah itu penetrant berlebih akan dihapus dari permukaan. Permukaan tersebut kemudian dikeringkan dan developer diterapkan untuk itu. Penetrant yang sisa-sisa di permukaan yang diserap oleh developer menunjukkan adanya cacat serta lokasi dan sifat cacat tersebut.

5. Radiographic inspection

Radiografi digunakan dalam aplikasi yang sangat luas termasuk kesehatan, teknik, forensic, keamanan, dan lain-lain. Dalam *Non-Destructive Test*, radiografi merupakan satu yang sangat penting dan metode yang digunakan secara meluas. Uji radiografi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan metode *Non-Destructive Test* lainnya. Namun, satu kekurangan terbesarnya adalah resiko kesehatan yang berkaitan dengan radiasi

Secara umum, uji radiografi merupakan metode pemeriksaan material terhadap kerusakan atau cacat yang tidak terlihat atau tersembunyi dengan menggunakan kemampuan radiasi dari gelombang gelombang elektromagnetik pendek (energi foton tinggi) untuk memasuki berbagai material. Uji radiografi dalam dunia teknik Intensitas dari radiasi yang masuk dan melewati material ditangkap oleh lapisan yang sensitive terhadap radiasi (*Film Radiography*) atau dengan susunan planer sensor radiasi sensitive (*Real-time Radiography*). Lapisan atau film

radiografi merupakan metode tertua yang masih banyak digunakan pada *Non-Destructive Test*.

6. Ultrasonic inspection

inspeksi ultrasonik adalah metode non destruktif test dimana gelombang frekuensi tinggi diberikan ke dalam material benda uji. frekuensi gelombang suara ini tidak mampu terdengar oleh telinga manusia. gelombang suara yang memiliki frekuensi sekitar 50 KHz sampai 100 KHz biasanya digunakan untuk inspeksi bahan bukan logam, sedangkan untuk frekuensi antara 0.5 MHz sampai 20 MHz biasanya digunakan untuk inspeksi bahan logam. Cara uji ultrasonic (UT) menggunakan frekuensi tinggi gelombang suara (ultrasound) untuk mengukur sifat geometris dan fisik dalam bahan. laju ultrasound di bahan yang berbeda kecepatannya juga berbeda. gelombang ultrasonic akan terus merambat melalui material dengan kecepatan tertentu dan tidak kembali kecuali hits reflektor. Reflektor memperkirakan adanya retak=cacat antara dua material yang berbeda. Ultrasonic Test dapat digunakan pada peralatan teknik sipil, bagian luar logam, dan untuk memverikasi granulasi jalan penutup atau beton. gelombang suara frekuensi tinggi yang diberikan ke material kemudian dipantulkan kembali dari permukaan yang cacat. energi suara yang dipantulkan ditampilkan terhadap waktu, dan inspektor dapat memvisualisasikan tanda silang pada bagian dari benda uji.

2.2 Ultrasonik Test

Ultrasonik testing merupakan salah satu metode NDT yang banyak digunakan untuk mendeteksi adanya diskontinuitas seperti

cacat dalam, cacat permukaan dan cacat dekat permukaan dari peralatan atau bahan yang terbentuk dari logam ataupun paduan. Diskontinuitas atau cacat biasanya berupa crack, incomplete penetration, slag inclusion dll. Ultrasonik testing menggunakan media gelombang ultrasonic yang mempunyai frekuensi tinggi lebih dari 20 Khz.

Prinsip kerjanya adalah dengan memanfaatkan rambatan gelombang ultrasonic yang dikeluarkan oleh transducer pada benda kerja dan kemudian gelombang baliknya ditangkap oleh receiver. Gelombang yang diterima ini dapat diukur intensitasnya, waktu perambatan atau resonansi yang ditimbulkan sehingga pada umumnya pemeriksaan ultrasonic ini didasarkan pada perbedaan intensitas gelombang yang diterima serta waktu perambatannya.

2.3 Sifat-sifat Gelombang bunyi

1. Membutuhkan Medium untuk Merambat

Sifat gelombang bunyi yang pertama adalah bunyi memerlukan medium untuk bisa merambat, entah itu medium padat, medium cair maupun medium gas. Kecepatan rambatnya juga tergantung pada media apa bunyi tersebut berada. Pada medium padat, gelombang bunyi paling cepat merambat dan pada medium gas sebaliknya, gelombang bunyi merambat dengan sangat lambat. Jadi intinya, bunyi memerlukan media untuk bisa merambat dan tidak bisa merambat pada medium hampa atau ruang hampa.

2. Mengalami Pemantulan

Terjadi karena gelombang bunyi menabrak bidang pantul kemudian gelombang bunyi tersebut dipantulkan oleh bidang pantul tersebut. Ketika kita mendengar suara petir, mungkin kita juga akan mendengar suara susulan yang merupakan gema suara aslinya. Suara susulan ini terjadi akibat adanya bunyi yang menumbuk dinding penumbuk, kemudian dipantulkan oleh dinding itu. Tidak semua bunyi yang

mengenai dinding pemantul akan dipantulkan. Ada sebagian bunyi tersebut yang diserap dinding pemantul. Kemampuan suatu permukaan dalam memantulkan bunyi tergantung pada keras lunaknya permukaan.

3. Mengalami Pembiasan

Gelombang bunyi yang merambat dari satu medium ke medium lain dengan kerapatan yang berbeda akan mengalami pembiasan. Contoh yang bisa kita jumpai pada kehidupan sehari-hari adalah suara petir yang terdengar lebih keras ketika malam hari dibanding dengan siang hari. Itulah kenapa pada siang hari kita jarang sekali mendengar suara petir yang keras dibanding ketika malam hari, Berikut ini penjelasannya.

Saat gelombang bunyi merambat dari udara panas ke udara dingin atau sebaliknya, gelombang bunyi akan dibiaskan. Ketika siang hari, suhu udara yang ada di atmosfer cenderung lebih dingin dibandingkan dengan yang ada di permukaan bumi. Itu mengakibatkan bunyi petir yang menuju permukaan bumi dibiaskan ke atas sehingga bunyinya menjadi tidak keras atau tidak terdengar. Ketika malam hari, suhu udara di permukaan bumi lebih dingin dibandingkan dengan suhu di atmosfer, maka bunyi petir yang menuju atmosfer akan dibiaskan menuju ke permukaan bumi yang mana membuat suara petir malam hari terdengar lebih keras.

2.4 Mekanisme Pemantulan Gelombang

Pemantulan bunyi terjadi karena gelombang bunyi menabrak bidang pantul kemudian gelombang bunyi tersebut dipantulkan oleh bidang pantul tersebut. Ketika kita mendengar suara petir, mungkin kita juga akan mendengar suara susulan yang merupakan gema suara aslinya. Suara susulan ini terjadi akibat adanya bunyi yang menumbuk dinding penumbuk, kemudian dipantulkan oleh dinding itu. Tidak semua bunyi yang

mengenai dinding pemantul akan dipantulkan. Ada sebagian bunyi tersebut yang diserap dinding pemantul. Kemampuan suatu permukaan dalam memantulkan bunyi tergantung pada keras lunaknya permukaan.

2.4.1 Hukum Pemantulan

Pemantulan bunyi mengikuti suatu aturan hukum pemantulan bunyi sebagai berikut. “Bunyi datang, garis normal, dan bunyi pantul terletak dalam satu bidang datar. Sudut datang sama besar dengan sudut pantul.



Gambar 2.1 hukum pemantulan

Sudut datang adalah sudut antara bunyi datang dengan garis normal. Sudut pantul adalah sudut antara bunyi pantul dengan garis normal. Garis normal adalah garis tegak lurus bidang pantul melalui titik jatuh bunyi datang. Bunyi pantul dapat memperkuat bunyi asli jika jarak dinding pantul tidak jauh dari sumber bunyi. Misalnya, bunyi kereta api ketika masuk terowongan akan terdengar semakin kuat. Dari uraian itu dapat disimpulkan bahwa kuat bunyi yang didengar tergantung pada :

- amplitudo sumber bunyi;
- jarak antara sumber bunyi dengan pendengar;
- resonansi yang terjadi;
- serta adanya dinding pemantul yang sesuai.

Rumus jarak sumber bunyi dengan bidang pantul

$$v = \frac{s \times t}{2}$$

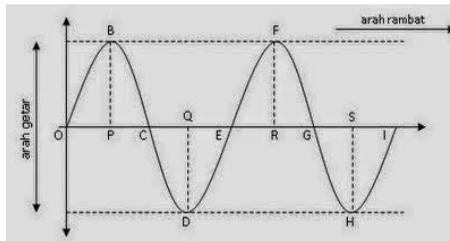
s = jarak tempuh (m)
 t = waktu tempuh (t)
 v = cepat rambat gelombang (m/s)

2.5 Mode Perambatan Gelombang Ultrasonik

Perambatan gelombang ultrasonik dapat terjadi pada beberapa mode :

1. Mode Gelombang Transversal

Gelombang Transversal adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambatannya. Bentuk Getarannya berupa lembah dan bukit (dapat dilihat pada gambar di bawah).



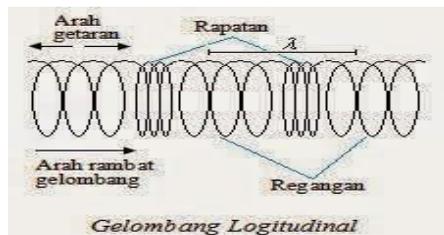
Gambar 2.2 gelombang transversal

Berdasarkan gambar di atas dapat dijelaskan bahwa :

Arah rambat gelombang di atas adalah ke kiri dan ke kanan, sedangkan arah getarnya adalah ke atas dan ke bawah. Jadi itulah yang dimaksud arah rambat tegak lurus dengan arah getarnya. Contohnya adalah gelombang pada tali yang saya contohkan di atas.

2. Mode Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah rambatnya sejajar dengan arah getarannya. Bentuk getarannya berupa rapatan dan renggangan (Dapat dilihat pada gambar di bawah).



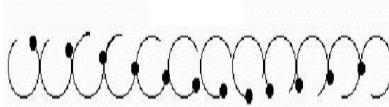
Gambar 2.3 gelombang longitudinal

Berdasarkan gambar kita ketahui bahwa :

Arah rambat gelombangnya ke kiri dan ke kanan, dan arah getarnya ke kiri dan ke kanan pula. Oleh karena itu gelombang ini adalah gelombang longitudinal yang arah getar dan arah rambatnya sejajar. Contoh gelombang ini adalah Gelombang bunyi, di udara yang dirambati gelombang ini akan terjadi rapatan dan renggangan pada molekul-molekulnya, dan saat ada rambatan molekul-molekul ini juga bergetar. Akan tetapi getarannya hanya sebatas gerak maju mundur dan tetap di titik keseimbangan, sehingga tidak membentuk bukit dan lembah.

3. Mode Permukaan

Mode transversal terjadi bila gelombang transversal merambat pada permukaan. Gerakan atom yang bergetar berbentuk elips. Sesuai dengan namanya gelombang permukaan hanya merambat pada permukaan padat dengan kedalaman maksimum satu panjang gelombang.

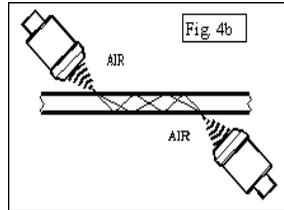


Gambar 2.4 mode permukaan

4. Mode Plat

Mode pelat terjadi pada bila gelombang transversal merambat pada bahan pelat tipis yang tebalnya kurang dari setengah panjang gelombang. Gerakan atom yang bergetar berbentuk elips. Gelombang pelat merambat pada seluruh benda uji tipis tersebut, baik dalam bentuk gelombang simetris atau gelombang asimetris. *Perubahan Mode.*

Gelombang ultrasonic yang merambat dalam suatu bahan dapat merubah mode dari satu mode ke mode lainnya. Perubahan mode ini terjadi misalnya karena pantulan atau pembiasan. Bila mode berubah maka kecepatan rambatnya berubah, sedangkan frekuensinya tetap, akibatnya panjang gelombangnya juga akan berubah.



Gambar 2.5 mode plat

Gelombang ultrasonic yang merambat dalam suatu bahan dapat merubah mode dari satu mode ke mode lainnya. Perubahan mode ini terjadi misalnya karena pantulan atau pembiasan. Bila mode berubah maka kecepatan rambatnya, begitu juga panjang gelombangnya akan ikut berubah, akan tetapi frekuensi gelombang tidak ikut berubah.

2.5.1 Frekuensi Cepat Rambat dan Panjang Gelombang

panjang gelombang (λ) adalah jarak yang ditempuh gelombang suara dalam satu getaran. Frekuensi (f) adalah banyaknya gelombang yang bergetar dalam waktu satu detik. Periode adalah waktu yang dibutuhkan gelombang menempuh satu panjang gelombang dan sebanding dengan $1/f$. Kecepatan gelombang suara (v) adalah jarak yang dilalui oleh gelombang persatuan waktu dan sebanding dengan panjang gelombang dibagi dengan periode. Karena periode dan frekuensi berbanding terbalik, maka hubungan antara kecepatan, panjang

gelombang, dan frekuensi untuk gelombang ultrasonik adalah :

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

λ = Panjang gelombang (m)

v = Cepat rambat gelombang (m/s)

f = Frekuensi gelombang (Hz)

Kecepatan ultrasonik ini akan sangat bergantung pada medium perambatannya dan akan berbeda pada medium yang berbeda. Sedangkan hubungan matematis antara kecepatan gelombang dengan karakteristik medium perambatan adalah sebagai berikut :

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

E = Modulus elastisitas N/m^2

ρ = Massa jenis kg/m^3

Besaran frekuensi dari ultrasonik yang ditembakkan dari suatu transduser ultrasonik tidak akan berpengaruh pada perubahan dari kecepatan perambatannya pada suatu medium.

Table 2.1 Kecepatan gelombang pada beberapa bahan

Bahan	Longitudinal (m/s)	Transversal (m/s)
Alumunium	6300	3130
Kuningan	4280	2030
Perak	4660	2260
Baja	5890	3240
Besi	5900	3230
gel	1900	-
Air	1500	-
Minyak (transformer)	1390	-

2.6 Atenuasi

Ketika gelombang suara melewati suatu medium, intensitasnya semakin berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Hal yang menyebabkan pelemahan gelombang adalah proses refraksi, hamburan, dan absorpsi. Absorpsi adalah penyerapan energi suara oleh medium dan diubahnya menjadi energi bentuk lain. Hal ini menyebabkan pulsa ultrasonik yang bergerak melewati suatu zat akan mengalami kehilangan energi.

Besarnya energi yang diabsorpsi sebanding dengan koefisien pelemahan dan tebalnya medium yang dilalui. Setiap medium memiliki koefisien pelemahan yang berbeda-beda. Semakin kecil koefisien pelemahan maka semakin baik medium itu sebagai media penghantar. Penyerapan energi gelombang ultrasonik akan mengakibatkan berkurangnya amplitudo gelombang ultrasonik.

Atenuasi berguna untuk menjelaskan fenomena berkurangnya intensitas gelombang ultrasonik. Berikut rumusnya

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$$

I_1 = intensitas keadaan 1 (W/m^2)

I_2 = intensitas keadaan 2 (W/m^2)

r_2 = jarak keadaan 1 (m)

r_1 = jarak keadaan 2 (m)

Rumus decibel

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0} \dots \dots \dots (1)$$

Rumus itensitas

$$I = \frac{P}{S} \dots \dots \dots \text{persamaan 1}$$

$$P = \frac{W}{t} \dots \dots \dots \text{persamaan 2}$$

$$W = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \text{ dimana } \omega^2 = 2\pi f$$

$$W = 2\pi^2 m f^2 A^2 \text{ dimana } m = \rho \cdot V, V = S r \text{ dan } r = vt$$

Subtitusikan ke persamaan 2

$$P = \frac{2\pi^2 \rho S v t f^2 A^2}{t}$$

$$P = 2\pi^2 \rho S v f^2 A^2$$

Subtitusikan ke persamaan 1

$$I = \frac{2\pi^2 \rho S v f^2 A^2}{S}$$

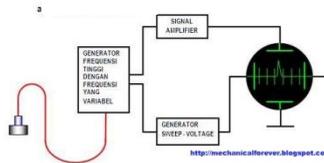
$$I = 2\pi^2 \rho v f^2 A^2 \dots\dots\dots(2)$$

- TI = taraf itensitas (dB)
- I : = intensitas bunyi
- I^o = itensitas ambang bunyi (10^{-12})
- P = daya bunyi (watt)
- W = energi bunyi (J)
- M = massa (kg)
- ρ = massa jenis (kg/m^3)
- S = luas penampang (m^2)
- V = volume (m^3)
- v = cepat rambat gelombang (m/s)
- f = frekuensi (Hz)
- A = amplitudo (m)
- r = jarak (r)

2.7 Prinsip Dasar Uji Ultrasonik

Untuk memeriksa tebal bahan atau cacat di dalam suatu bahan dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu :

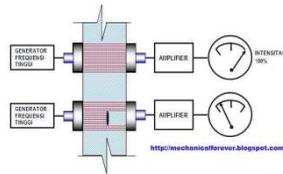
1. Teknik Resonansi



Gambar 2.6 teknik resonansi

Tebal bahan dapat diukur dengan cara mengukur frekuensi atau panjang gelombang ultrasonik yang dapat menimbulkan resonansi maksimum pada bahan tersebut. Adanya cacat dapat dideteksi dengan terjadinya perubahan resonansi karena jarak bahan yang beresonansi mengalami perubahan.

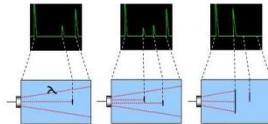
2. Teknik Transmisi



Gambar 2.7 teknik transmisi

Adanya cacat di dalam bahan dapat diketahui dari penurunan intensitas gelombang ultrasonik yang diterima probe penerima sedangkan tebal bahan tidak bisa diukur dengan teknik transmisi.

3. Teknik Gema



Gambar 2.8 teknik gema

Teknik gema ini dapat mengukur tebal bahan dan mengetahui lokasi serta besarnya cacat, dengan mengetahui dari waktu amplitudo gelombang yang diterima oleh probe.

2.8 Pengaruh Koplan

Koplan adalah cairan yang digunakan untuk memudahkan merambatnya gelombang ultrasonik dari probe ke dalam benda uji. Karena bila antara probe dan benda uji terdapat udara maka hampir 100% gelombang akan dipantulkan kembali ke dalam probe dan gelombang yang di pantulkan akan lebih banyak

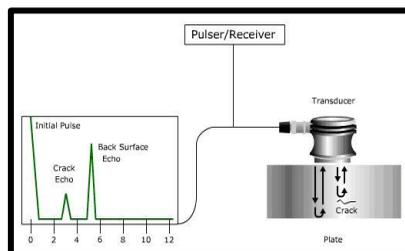
menyebarkan dibandingkan fokus kepada cacat pada material. Agar tebal kuplan yang terletak antara probe dan benda uji tetap, maka tekanan yang diberikan pada probe harus konstan sehingga tidak mempengaruhi amplitudo dari indikasi yang timbul pada layar.

Jenis jenis kuplan :

1. Kuplan untuk test celup (immersion testing) : air, oli, minyak goreng dll
2. Kuplan untuk pengujian kontak langsung :
 - a. Permukaan halus mendatar : gliserin
 - b. Permukaan agak kasar dan mendatar : oli, minyak goreng
 - c. Permukaan sangat kasar dan tegak : grease
 - d. Permukaan panas : grease

2.9 Flaw Detector

Flaw detector adalah instrumen untuk pengujian bahan yang digunakan untuk mendeteksi cacat yang ada di dalam material uji. Jenis cacat yang bisa dideteksi oleh ultrasonik test ini antara lain crack, slag, dan porosity. Data yang ditampilkan oleh alat flaw detector berupa pulsa.



Gambar 2.9 *Flaw detector*

Prinsip kerja ultrasonic testing ialah Dimana gelombang ultrasonic ini disorotkan ke permukaan bidang yang berada di uji dengan garis lurus pada kecepatan konstan, lantas gelombang itu dipantulkan lagi dari permukaan atau cacat benda uji tersebut. Yang didapatkan gelombang suara itu akan diperlihatkan pada layar monitor berupa tampilan pulsa guna mendeteksi tebal serta cacat atau tidaknya benda uji tersebut.

Secara umum tampilan pulsa pada layar monitor terdiri dari 4 bagianyakni :

- 1) *Initial Pulse*
- 2) *Backwall Pulse*
- 3) *Defect Pulse*
- 4) *Noise Pulse*

Sedangkan untuk membedakan tampilan pulsa-pulsa layar monitor dapat dijelaskan secara sederhannya :

- Initial Pulse adalah signal pulsa yang tentu akan hadir pada saatmula tampilan pengukuran yang terbaca dilayar monitor.
- Defect Pulse adalahsignal pulsa yang akan hadir sebagai indikasi adanya cacat pada material yang uji.
- Backwall Pulse ialah signal pulsa yang mengaku ketebalan bahan yang bakal uji.
- Noise Pulse ialah kumpulan pulsa-pulsa noise yang hadir pada bahan yang bakal uji.

Backwall pulse, noise pulse dan defect pulse bagi orang yang baru pertama kali mengoperasikan alat ultrasonik test mungkin masih rancu untuk membedakan, oleh karena itu untuk membedakannya kita bisa melihat dari karakter signal yang muncul pada tampilan layar monitor.

Untuk mengetahui apakah itu backwal pulse kita bisa menambah panjang range pada set up alat ultrasonik, jika pulsa

selalu muncul setiap kelipatan angka pada layar ultrasonik test secara teratur misalnya pada jarak 6,12,18,24 dst... berarti pulsa tersebut masuk kategori backwall pulse.

Sedangkan defect pulse dan noise untuk membedakannya kita bisa mengatur nilai reject pada alat test tersebut, jika kita menaikkan nilai reject pada alat ultrasonik test kemudian signal yang muncul pada layar monitor menghilang, berarti signal tersebut adalah noise pulse, namun bila tampilan signal tetap muncul pada layar monitor berarti signal tersebut adalah defect pulse.

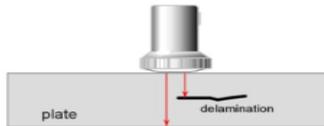
2.10 Metode Pengujian Ultrasonik

Dalam pengujian ultrasonik terdapat dua metode yang dapat digunakan sesuai kebutuhan dan kondisi suatu konstruksi ataupun produk untuk mempermudah dalam melakukan pengujian ultrasonik tersebut yaitu:

1. *Contact testing*

Contact testing adalah teknik pemeriksaan yang paling sering digunakan dalam pengujian ultrasonik, dikarenakan pengujian ini dapat menguji lewat satu sisi dari bahan yang diuji dan dapat mengakses lokasi reflektor untuk ditentukan secara tepat. Selain itu sinyal reflektor yang menerobos dari suatu indikasi akan merefleksikan ke CRT ketika terjadi tabrakan antara sinyal reflektor dengan indikasi. Untuk metode ini, dengan transduser yang sama bias difungsikan sebagai transmitter dan receiver. Probe ultrasonik yang digunakan adalah pulse echo single element dengan frekuensi 2.5 Mhz, dengan metode pengujian contact testing probe ultrasonik digerakkan secara manual dengan tangan untuk menghasilkan gerakan scanning arah x dan y terhadap luasan material uji. Pulsa ultrasonik dibangkitkan dari pulser-receiver dengan PRF (Pulse Repetition Frekuensi), akuisisi selanjutnya dikirim

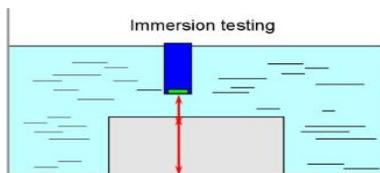
ke layer CRT. Hasil transformasi sinyal di threshold untuk mendapatkan lokasi sinyal pantul, selanjutnya setiap yang terdeteksi dianalisa dalam susunan posisi atau lokasi dengan tingkat kedalaman jenis cacat dan jarak dari transducer ke cacat.



Gambar 2.10 contact testing

2. *Immersion testing*

Immersion testing juga merupakan teknik pemeriksaan dalam pengujian ultrasonic, pengujian ini juga membutuhkan media yaitu couplant cair seperti air oli dll. Pengujian immersion ini transducer tidak kontak langsung dengan benda uji, memungkinkan menggunakan kristal yang lebih tipis pada frekwensi ultrasonic yang lebih tinggi. Frekwensi yang lebih tinggi menghasilkan resolusi yang terbaik dari discontinuity yang kecil. Jika transducer terlalu dekat ke permukaan benda uji, pantulan permukaan uji yang kedua akan muncul pada CRT diantara pantulan pada permukaan dan belakang benda uji, pantulan ini dapat muncul sebagai diskontuniti.



Gambar 2.11 immersion testing

2.11 Probe

Probe adalah alat yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik menggunakan efek piezoelectric dan efek magnetostriktif. Kedua efek ini reversible artinya dapat terjadi perubahan dari energi mekanik menjadi listrik dan sebaliknya. Karena probe berfungsi sebagai sumber dan penerima gelombang ultrasonik, jenis jenis probe :

1. Probe normal

Probe normal digunakan untuk mengukur tebal bahan dan menentukan lokasi cacat yang sejajar dengan benda uji.



Gambar 2.12 probe normal

2. Probe sudut

Probe sudut hanya digunakan untuk menentukan lokasi dan besar cacat yang memiliki permukaan yang membentuk sudut terhadap permukaan benda uji. Probe sudut tidak biasa digunakan untuk mengukur tebal benda yang diuji. Hal yang memudahkan dalam pengukuran dengan probe sudut adalah bahwa dari satu cacat umumnya hanya menghasilkan satu indikasi, sehingga mudah dianalisa. Penentuan lokasi cacat dengan probe sudut memerlukan ketelitian yang lebih baik dibandingkan

dengan probe normal untuk itu probe harus digerakkan maju mundur sambil diputar kekiri dan kekanan agar diperoleh amplitudo maksimum dan dapat dibaca pada layar.



Gambar 2.13 probe sudut

3. Probe normal dan sudut kembar

Pada probe ini bentuk dan ukuran memiliki kesamaan dengan probe sudut maupun probe normal tunggal. Perbedaannya terletak pada bagian alas dimana pada probe kembar bagian pemancar dan penerima dibuat menjadi bagian yang berbeda. Dimana kegunaan probe kembar berada pada saat pendeteksian ultrasonik pulsa berada pada daerah dead zone (daerah mati).

2.12 Kalibrasi probe

Sebelum menggunakan alat uji ultrasonik terlebih dahulu dilakukan pengkalibrasian terhadap probe yang akan digunakan, kalibrasi berguna untuk menyesuaikan keluaran atau indikasi dari suatu probe agar sesuai dengan standart yang digunakan dalam akurasi tertentu. Blok kalibrasi yang digunakan untuk pengujian ultrasonik yaitu blok kalibrasi V1, blok kalibrasi V2, dan blok kalibrasi VW.

Bagian-bagian blok kalibrasi V1:

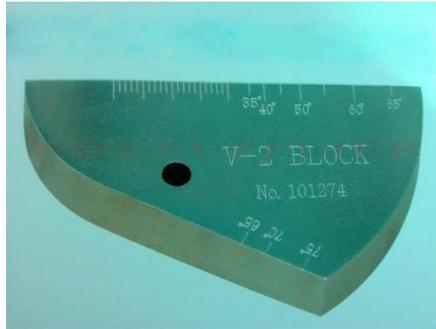
1. Ketebalan 25 mm untuk kalibrasi probe normal untuk range kelipatan 25 mm.
2. Lucite 23 mm untuk pengecekan hasil kalibrasi probe normal tebal baja 50 mm.
3. Lebar 100 mm untuk kalibrasi probe normal untuk range kelipatan 100 mm dan untuk pengecekan hasil kalibrasi.
4. Lebar 200 mm untuk kalibrasi probe normal untuk range kelipatan 200 mm dan untuk pengecekan hasil kalibrasi.
5. Lengkungan radius 100 mm untuk kalibrasi titik indeks probe sudut range probe sudut dengan kelipatan 100 mm.
6. Lubang bor sisi diameter 15 mm untuk cacat referensi probe normal maupun sudut.
7. Celah 4 mm untuk retakan referensi untuk probe sudut.
8. Jarak 85 mm, 91 mm, 100 mm untuk pemeriksaan resolusi pesawat dan probe.
9. Skala sudut untuk pemeriksaan sudut dari probe sudut.
10. Celah 30 mm untuk refleksi ulang pada kalibrasi probe sudut dan pemeriksaan titik indeks.



Gambar 2.14 blok kalibrasi V1

Bagian-bagian blok kalibrasi V2:

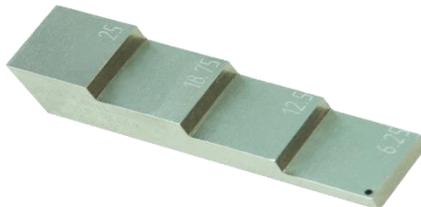
1. Ketebalan 12.5 mm untuk kalibrasi probe normal.
2. Lengkungan radius 25 mm dan 50 mm untuk kalibrasi probe sudut range 100 mm.
3. Lubang 5 mm adalah cacat referensi.



Gambar 2.15 blok kalibrasi V2

Kegunaan blok bertingkat :

Untuk kalibrasi probe normal kembar.



Gambar 2.16 blok kalibrasi bertingkat

2.12.1 Cara Kalibrasi Probe

1) Kalibrasi probe normal

Tujuannya adalah menyesuaikan skala 0 sampai 50 pada layar dengan jangkauan dari gelombang ultrasonik dalam benda uji. Jarak yang dikalibrasi adalah jarak tempuh yaitu jarak yang dilalui oleh gelombang-gelombang dalam benda uji. Caranya adalah : Letakkan probe pada standar blok “V1” pada ketebalan 25 mm dengan range 100 mm dengan demikian indikasi yang timbul pada layar $(n) = R/d = 100/25 = 4$ indikasi, dimana

indikasi pertama berada pada skala 12.5; 25; 37.5; 50. Bila seluruh indikasi telah menempati skala tersebut secara tepat, maka kalibrasi telah selesai. Untuk memeriksa keakuratan pengkalibrasian sebelum digunakan maka diharuskan untuk mengukur jarak benda uji terhadap standar ketebalan yang sudah ada sebelumnya.

2) Kalibrasi probe sudut

Proses kalibrasi probe sudut lebih sukar dibandingkan dengan kalibrasi probe normal. Hal ini disebabkan karena posisi probe harus tepat diketahui dari amplitudo indikasi yang timbul pada layar. Posisi probe yang tepat akan menghasilkan indikasi yang amplitudonya maksimum. Bila amplitudo belum maksimum maka posisi probe benda, hasil kalibrasi dan pengukurannya juga tidak akurat. Titik indeks dan sudutnya juga perlu diperiksa karena kesalahan dalam menentukan titik indeks maupun sudut akan menyebabkan kesalahan hasil pengukuran. Titik indeks perlu diketahui karena titik ini merupakan titik nol dari setiap pengukuran jarak. Penentuan titik indeks dapat dilakukan dengan cara meletakkan probe sudut pada blok kalibrasi.

2.12.1 Rumus penentuan indikasi dan ketebalan

$$\text{Jumlah pulsa} = \frac{R}{t}$$

$$t = \frac{l}{s} \times R \quad = \quad i = \frac{t}{R} \times s \dots\dots\dots(3)$$

- t = kedalaman cacat
- l = indikasi cacat
- s = skala pengukuran pada alat
- R = range pengukuran pada alat

Perhitungan mencari range pulsa

$$R \geq \frac{2 \times \text{tebal bahan uji}}{\cos \alpha \text{ (sudut probe)}} \dots\dots\dots(4)$$

2.13 Prosedur pengujian ultrasonik

Prosedur pengujian ultrasonik :

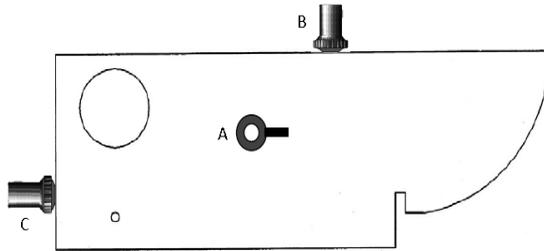
1. Menyiapkan Specimen

- Ambil specimen lalu bersihkan menggunakan kain lap.
- Melakukan pengukuran dimensi yang akan di uji menggunakan jangka sorong.
- Menyiapkan media koplans oli, air, gel sebagai media pengujian

2. Menyiapkan alat uji ultrasonik

- Menghidupkan alat uji ultrasonik digital ultrasonic flaw detector
- Memasang probe normal dengan layar flaw detector.
- Setting gain dan range yang sesuai dengan ukuran dan tebal benda.
- Probe bisa digunakan tapi belum terkalibrasi sesuai ukuran benda yang akan diuji.

3. Pengkalibrasian probe normal pada blok kalibrasi V1 dengan ketebalan 25 mm



Gambar 2.17 blok kalibrasi V1

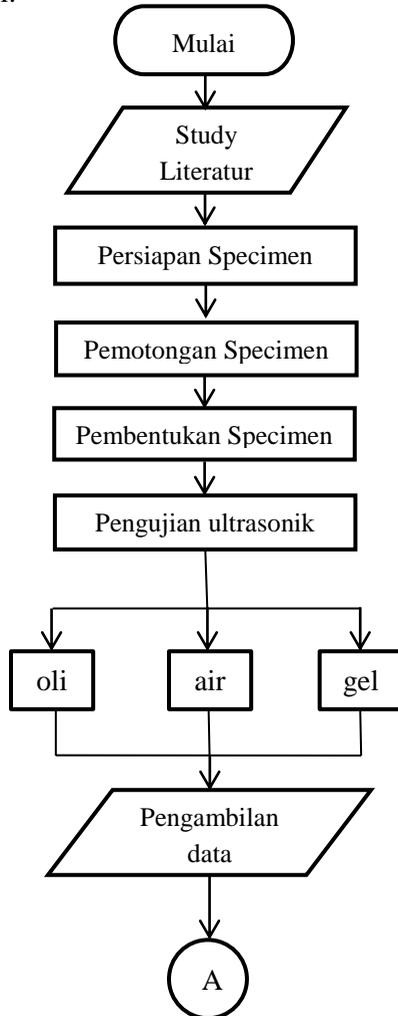
Prosedur :

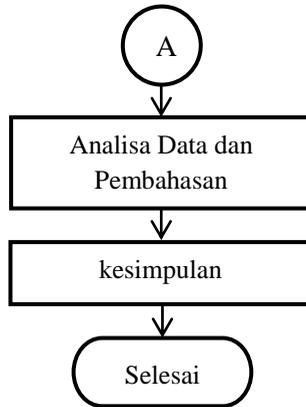
- Letakkan probe pada posisi A. atur sweep length dan sweep delay untuk menampilkan kaki atau puncak indikasi tepat di 2.5, 5.0, 7.5 dan 10.0. Jika sudah berarti peralatan telah terkalibrasi untuk baja range 100 mm.
 - Letakkan probe pada posisi B. indikasi akan muncul tepat di skala 10 pada layer.
 - Letakkan probe pada posisi C. tidak ada indikasi yang muncul pada layar.
4. **Pengujian menggunakan metode *contact testing***
- Mencatat data mesin yang akan digunakan untuk menguji benda tersebut..
 - Melakukan pengujian kontak langsung terlebih dulu.
 - Mengoleskan oli ke permukaan benda
 - Menempelkan probe dan menggerakkan probe kearah horisontal untuk menentukan ketebalan material.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Perencanaan

Dalam pengerjaan pembuatan laporan tugas akhir ini dikerjakan sesuai dengan diagram alir, bisa dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini:





Gambar 3.1 diagram alir perencanaan

3.2 Studi literatur

Pada studi literatur meliputi mencari dan mempelajari bahan pustaka untuk mencari informasi mengenai teori-teori yang dibutuhkan melalui buku-buku di perputakaan, jurnal-jurnal penelitian dan melalui internet dimana bertujuan untuk mengerjakan penelitian. Selain itu juga bertujuan untuk mengambil data-data dari buku dan internet.

3.3 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Tempat dan waktu dilaksanakannya penelitian yaitu:

- Tempat: Penelitian ini dilaksanakan di Lab Metalurgi Departemen Teknik Mesin Industri ITS Fakultas Vokasi dan Lab pengujian NDT sebagai tempat analisa.
- Waktu: 10 Februari - 20 juni 2018 / rabu-Kamis (Pukul 08.00-14.00)

3.4 Persiapan Alat dan Bahan

1. Specimen

Menggunakan material baja *ss400* dengan dimensi 200 mm x 200 mm dan tebal 21 mm. baja *ss400* adalah baja kontruksi dengan kadar karbon rendah. Material akan

dibuat menjadi lima variasi ketebalan menggunakan mesin milling dengan menggunakan pahat 10 mm dan 5 mm



Gambar 3.2 material ss400

2. Pesawat ultrasonic

Dalam pengujian ketebalan ini menggunakan pesawat ultrasonik dengan tipe GE USM GO



Gambar 3.3 pesawat ultrasonik ge usm go

3. Probe

Dalam pengujian ultrasonik ini probe yang akan di pakai dalam pengerjaan adalah probe normal dengan frekuensi 2,5 MHz



Gambar 3.4 probe normal

4. Koplak

Koplak adalah cairan yang digunakan untuk memudahkan merambatnya gelombang ultrasonik dari probe ke dalam benda uji. Karena bila antara probe dan benda uji terdapat udara maka hampir 100% gelombang akan dipantulkan kembali ke dalam probe. Koplak yang digunakan dalam pengujian ultrasonik ini adalah Oli, Gel, Air



Gambar 3.5 oli

5. Blok Kalibrasi

Sebelum menggunakan alat uji ultrasonik terlebih dahulu dilakukan pengkalibrasian terhadap probe yang akan digunakan, kalibrasi berguna untuk menyesuaikan keluaran atau indikasi dari suatu probe agar sesuai dengan standart yang digunakan dalam akurasi tertentu. Blok kalibrasi yang digunakan untuk pengujian ultrasonik ini yaitu blok kalibrasi V1



Gambar 3.6 blok kalibrasi V1

6. Alat Ukur

Dalam pengujian ini alat ukur yang akan digunakan adalah jangka sorong. Dimana jangka sorong digunakan untuk mengukur ketebalan specimen sebelum dilakukan pengujian ultrasonik



Gambar 3.7 jangka sorong

7. Kain Lap

Kain lap digunakan untuk membersihkan permukaan specimen dari kotoran dan sisa koplak saat pengujian berlangsung.

3.5 Pembuatan Specimen

Specimen dibuat menggunakan mesin milling dengan pahat 10 mm dan 5 mm. Specimen dibentuk menyerupai tangga dengan variasi ketinggian yang berbeda, berikut langkah pembuatan specimen :

1. Mengukur dimensi specimen
2. Membentuk specimen seperti tangga dengan menggunakan pahat 10 mm dengan lima variasi ketinggian
3. Meratakan permukaan specimen menjadi 20.5mm
4. Pada variasi pertama dilakukan perautan dengan ukuran 40mm x 200mm sampai mendapatkan ketebalan 20 mm

5. Kemudian Pada variasi kedua dilakukan perautan pada specimen yang tebalnya 20.5mm dengan ukuran 40mm x 200mm sampai mendapatkan ketebalan 18 mm
6. Kemudian Pada variasi ketiga dilakukan perautan pada specimen yang tebalnya 20.5mm dengan ukuran 40mm x 200mm sampai mendapatkan ketebalan 15 mm
7. Kemudian Pada variasi keempat dilakukan perautan pada specimen yang tebalnya 20.5mm dengan ukuran 40mm x 200mm sampai mendapatkan ketebalan 12 mm
8. Kemudian Pada variasi kelima dilakukan perautan pada specimen yang tebalnya 20.5mm dengan ukuran 40mm x 200mm sampai mendapatkan ketebalan 10 mm
9. Kemudian dilakukan pengukuran lagi dengan jangka sorong
10. Setelah itu dibuat cekungan pada masing-masing variasi dengan menggunakan pahat 5 mm
11. Cekungan pertama dibuat pada variasi pertama dengan ketebalan 20 mm tepat di tengah dengan ukuran cekungan 20mm x 10mm dengan kedalaman 2 mm
12. Cekungan pertama dibuat pada variasi kedua dengan ketebalan 18 mm tepat di tengah dengan ukuran cekungan 20mm x 10mm dengan kedalaman 2 mm
13. Cekungan pertama dibuat pada variasi ketiga dengan ketebalan 15 mm tepat di tengah dengan ukuran cekungan 20mm x 10mm dengan kedalaman 2 mm
14. Cekungan pertama dibuat pada variasi keempat dengan ketebalan 12 mm tepat di tengah dengan ukuran cekungan 20mm x 10mm dengan kedalaman 2 mm
15. Cekungan pertama dibuat pada variasi kelima dengan ketebalan 10 mm tepat di tengah dengan ukuran cekungan 20mm x 10mm dengan kedalaman 2 mm



Gambar 3.8 specimen uji



Gambar 3.9 pahat 10mm dan 5 mm

3.6 Persiapan benda uji

Pengambilan specimen harusnya dari lokasi sampel, sehingga specimen tersebut akan mewakili bahan yang akan di uji . Dalam melakukan pengujian untuk menekan benda uji itu penting dan perlu diperhatikan ketebalannya, itu sehubungan dengan arah langkah kerja dari pengujian dan permukaannya, sehingga sesuai dengan aplikasinya.

3.7 Pengambilan text piece

Untuk pengambilan sampel pada specimen, dilakukan dengan cara memperhitungkan berapa banyak sampel pada specimen yang akan dilakukan pengujian. Dalam penelitian ini pengujian yang dilakukan adalah Uji ultrasonik.

3.8 Pengujian Ultrasonik

Untuk pengujian ultrasonik ini dilakukan dengan menggunakan metode kontak langsung dengan variasi koplant oli, gel, air. Pengujian ultrasonik dilakukan pada specimen yang sudah dibuat menggunakan mesin milling.



Gambar 3.10 pengujian ultrasonik

Prosedur pengujian ultrasonik :

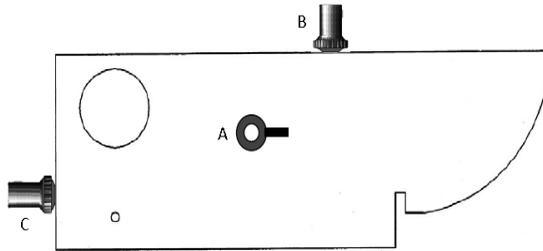
1. Menyiapkan Specimen

- Ambil specimen lalu bersihkan menggunakan kain lap.
- Melakukan pengukuran dimensi yang akan di uji menggunakan jangka sorong.
- Menyiapkan media koplant oli, air, gel sebagai media pengujian

2. Menyiapkan alat uji ultrasonik

- Menghidupkan alat uji ultrasonik digital ultrasonic flaw detector
- Memasang probe normal dengan layar flaw detector.
- Setting gain dan range yang sesuai dengan ukuran dan tebal benda.
- Probe bisa digunakan tapi belum terkalibrasi sesuai ukuran benda yang akan diuji.

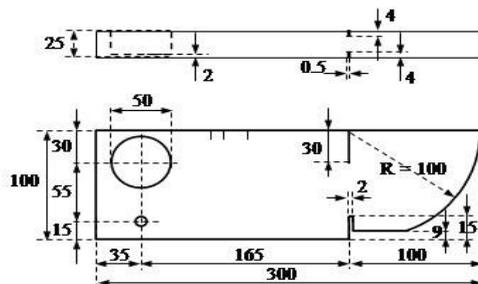
3. Pengkalibrasian probe normal pada blok kalibrasi V1 dengan ketebalan 25 mm



Gambar 3.11 blok kalibrasi V1

Prosedur :

- Letakkan probe pada posisi A. atur sweep length dan sweep delay untuk menampilkan kaki atau puncak indikasi tepat di 2.5, 5.0, 7.5 dan 10.0. Jika sudah berarti peralatan telah terkali-brasi untuk baja range 100 mm.
- Letakkan probe pada posisi B. indikasi akan muncul tepat di skala 10 pada layar.
- Letakkan probe pada posisi C. tidak ada indikasi yang muncul pada layar.



Gambar 3.12 dimensi blok kalibrasi V1

$$\text{Jumlah pulsa} = \frac{R}{t}$$

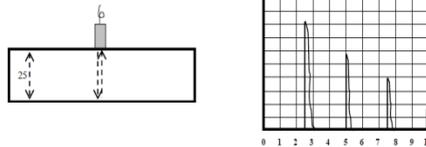
$$\text{Jumlah pulsa} = \frac{100}{25} = 4 \text{ indikasi}$$

Indikasi pertama

$$i = \frac{t}{R} \times s$$

$$i = \frac{25}{100} \times 10$$

$$i = 2.5$$



Gambar 3.13 indikasi pada blok kalibrasi V1

TABEL 3.1 kalibrasi probe normal pada blok kalibrasi V1 ketebalan 25 mm

Range	Posisi pulsa									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
25	1									
50	5	10								
100	2.5	5	7.5	10						
200	1.25	2.5	3.75	5	6.25	7.5	8.75	10		
250	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4. Pengujian menggunakan metode *contact testing*

- Mencatat data mesin yang akan digunakan untuk menguji benda tersebut..
- Melakukan pengujian kontak langsung terlebih dulu.
- Mengoleskan oli ke permukaan benda
- Menempelkan probe dan menggerakkan probe kearah horisontal untuk menentukan ketebalan material.

- Setelah itu memperhatikan hasil pada layar flaw detector, untuk mengetahui ketebalan yang timbul dari pulsa.
- Lakukan kembali untuk mencari ketebalan pada variasi berikutnya.
- Foto dan catat ketebalan yang terdeteksi.



Gambar 3.14 pengujian metode contact testing

3.9 *Setting flaw detektor*

Untuk pengujian ultrasonik kali ini setting flaw detector sesuai dengan ketebalan specimen dan probe yang digunakan, untuk mendeteksi ketebalan pada bahan yang tebal 18 mm yaitu :

Table 3.2 Setting flaw detector range 100.0 mm

NAMA	KETERANGAN
Probe normal	Frekwensi 2.5 Mhz
Gain	50.4 dB
sPath	100.00 mm
Velocity	5900 m/s
Angle	0°
Zero	0,79us

Rej	0%
GASStart	14%
GAWidth	12%
Page	½

Skala pada layar saat digunakan adalah 10

$$\text{Range} \geq \frac{2 \times \text{tebal bahan uji}}{\cos \alpha \text{ (sudut probe)}} \dots \text{(persamaan 2)}$$

$$\underline{2 \times 18 \text{ mm}}$$

$$\text{Range} \geq \text{Sudut } 0^\circ = 36 \text{ mm}$$

Range menggunakan 100.0 mm

Table 3.3 Setting flaw detector range 50 mm

NAMA	KETERANGAN
Probe normal	Frekwensi 2.5 Mhz
Gain	50.4 dB
sPath	50 mm
Velocity	5900 m/s
Angle	0°
Zero	0,79us
Rej	0%
GASStart	14%

GAWidth	12%
Page	1/2

Skala pada layar saat digunakan adalah 10

$$\text{Range} \geq \frac{2 \times \text{tebal bahan uji}}{\cos \alpha \text{ (sudut probe)}} \dots (\text{persamaan 2})$$

$$\underline{2 \times 18 \text{ mm}}$$

$$\text{Range} \geq \text{Sudut } 0^\circ = 36 \text{ mm}$$

Range menggunakan 100.0 mm

(halaman sengaja dikosongkan)

BAB IV

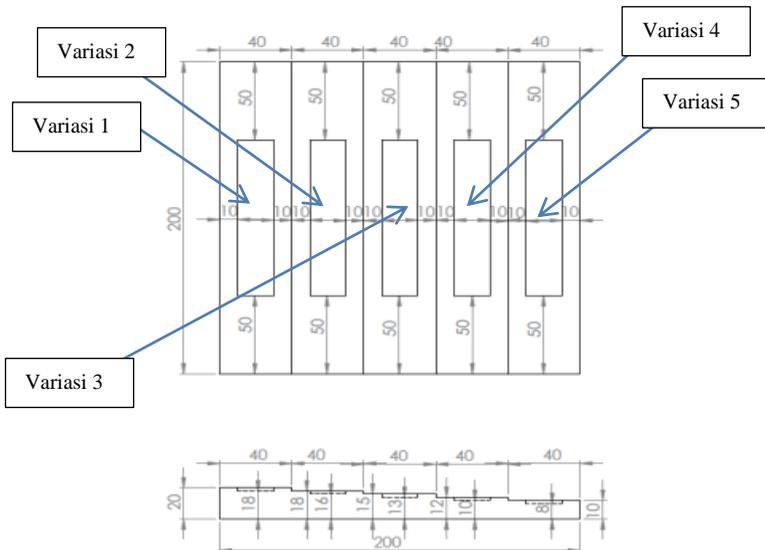
ANALISA PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian ultrasonik menggunakan metode *contanc testing* dengan variasi media koplan oli, air, dan gel. Pada pengujian ini juga digunakan untuk membandingkan media koplan mana yang lebih bagus digunakan untuk pengujian ultrasonik.

4.1 Pengujian Ultrasonik

Pada pengujian ini menggunakan 1 spesimen dengan 5 variasi ketebalan yang berbeda, pengujian ultrasonik yang digunakan adalah metode kontak langsung yang menggunakan media koplan air, oli, dan gel.

Pengujian ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketebalan spesimen dimana hasilnya muncul pada layar *CRT*, ada beberapa variasi ketebalan dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut



Gambar 4.1 posisi pengujian

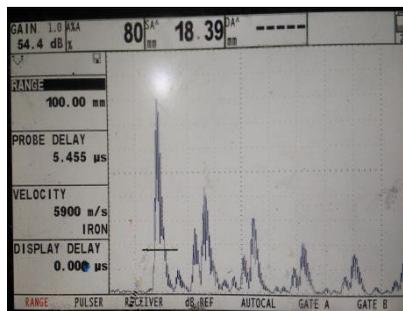
4.1.1 Pengujian kontak langsung menggunakan media koplan oli

a. Pengujian pada variasi pertama



Gambar 4.2 lokasi pengujian pertama

Dari gambar menunjukkan letak penggunaan probe dan untuk menunjukkan ketinggian suatu spesimen pada layar flaw detektor



Gambar 4.3 hasil pengujian lokasi pertama

Dari gambar di dapat data pengujian sebagai berikut :

Ketebalan	: 18.39 mm
Probe	: 0
Range	: 100
Full screen height	: 80 %

Decibel : 54.4 Db
Velocity baja : 5900 m/s

Dari gambar 4.3 menunjukkan adanya sinyal *backwall pulse* yang berada ada titik 1.8

Dengan menggunakan rumus panda persamaan (1), maka dapat dihitung ketebalan .

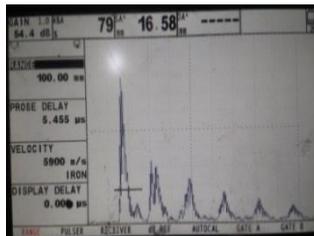
$$t = \frac{l}{S} \times R$$
$$t = \frac{1.8}{10} \times 100 = 18.00 \text{ mm}$$

b. Pengujian pada variasi kedua



Gambar 4.4 lokasi pengujian kedua

Dari gambar menunjukkan letak penggunaan probe dan untuk menunjukkan ketinggian suatu spesimen pada layar flow detektor



Gambar 4.5 hasil pengujian lokasi kedua

Dari gambar di dapat data pengujian sebagai berikut :

Ketebalan	: 16.58 mm
Probe	: 0
Range	: 100
Full screen height	: 79 %
Decibel	: 54.4 Db
Velocity baja	: 5900 m/s

Dari gambar 4.5 menunjukkan adanya sinyal *backwall pulse* yang berada ada titik 1.6

Dengan menggunakan rumus panda persamaan (1), maka dapat dihitung ketebalan .

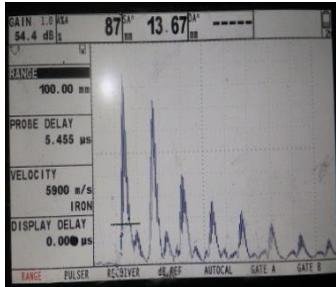
$$t = \frac{l}{S} \times R$$
$$t = \frac{1.6}{10} \times 100 = 16.00 \text{ mm}$$

c. Pengujian pada variasi ketiga



Gambar 4.6 lokasi pengujian ketiga

Dari gambar menunjukkan letak penggunaan probe dan untuk menunjukan ketinggian suatu spesimen pada layar flaw detektor



Gambar 4.7 hasil pengujian lokasi ketiga

Dari gambar di dapat data pengujian sebagai berikut :

Ketebalan	: 13.67 mm
Probe	: 0
Range	: 100
Full screen height	: 87 %
Decibel	: 54.4 Db
Velocity baja	: 5900 m/s

Dari gambar 4.7 menunjukkan adanya sinyal *backwall pulse* yang berada ada titik 1.3

Dengan menggunakan rumus panda persamaan (1), maka dapat dihitung ketebalan .

$$t = \frac{l}{S} \times R$$

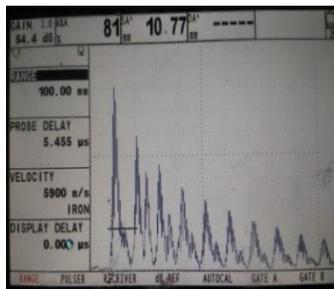
$$t = \frac{1.3}{10} \times 100 = 13.00 \text{ mm}$$

d. Pengujian pada variasi keempat



Gambar 4.8 lokasi pengujian ke empat

Dari gambar menunjukkan letak penggunaan probe dan untuk menunjukkan ketinggian suatu spesimen pada layar flaw detektor



Gambar 4.9 hasil pengujian lokasi ke empat

Dari gambar di dapat data pengujian sebagai berikut :

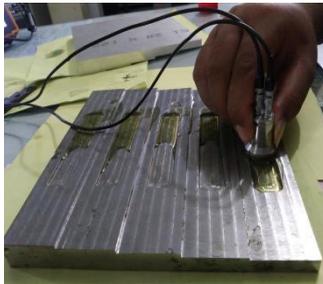
Ketebalan	: 10.77 mm
Probe	: 0
Range	: 100
Full screen height	: 81 %
Decibel	: 54.4 Db
Velocity baja	: 5900 m/s

Dari gambar 4.9 menunjukkan adanya sinyal *backwall pulse* yang berada ada titik 1.0

Dengan menggunakan rumus panda persamaan (1), maka dapat dihitung ketebalan .

$$t = \frac{l}{S} \times R$$
$$t = \frac{1.0}{10} \times 100 = 10.00\text{mm}$$

e. Pengujian pada variasi kelima



Gambar 4.10 lokasi pengujian ke lima

Dari gambar menunjukkan letak penggunaan probe dan untuk menunjukkan ketinggian suatu spesimen pada layar flaw detektor



Gambar 4.11 hasil pengujian lokasi ke lima

Dari gambar di dapat data pengujian sebagai berikut :

Ketebalan	: 8.26 mm
Probe	: 0
Range	: 50
Full screen height	: 80 %
Decibel	: 53.4 Db
Velocity baja	: 5900 m/s

Dari gambar 4.11 menunjukkan adanya sinyal *backwall pulse* yang berada ada titik 1.6

Dengan menggunakan rumus panda persamaan (1), maka dapat dihitung ketebalan .

$$t = \frac{l}{S} \times R$$
$$t = \frac{1.6}{10} \times 50 = 8.00 \text{ mm}$$

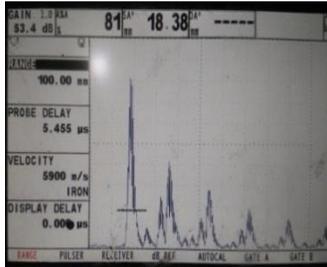
4.1.2 Pengujian kontak langsung menggunakan media koplans air

- a. Pengujian pada variasi pertama



Gambar 4.12 lokasi pengujian pertama

Dari gambar menunjukkan letak penggunaan probe dan untuk menunjukkan ketinggian suatu spesimen pada layar flaw detektor



Gambar 4.13 hasil pengujian lokasi pertama

Dari gambar di dapat data pengujian sebagai berikut :

Ketebalan	: 18.38 mm
Probe	: 0
Range	: 100
Full screen height	: 81 %
Decibel	: 53.4 Db
Velocity baja	: 5900 m/s

Dari gambar 4.13 menunjukkan adanya sinyal *backwall pulse* yang berada ada titik 1.8

Dengan menggunakan rumus panda persamaan (1), maka dapat dihitung ketebalan .

$$t = \frac{l}{S} \times R$$

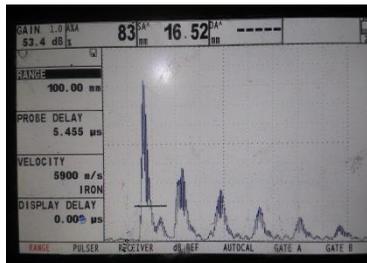
$$t = \frac{1.8}{10} \times 100 = 18.00 \text{ mm}$$

b. Pengujian pada variasi kedua



Gambar 4.14 lokasi pengujian kedua

Dari gambar menunjukkan letak penggunaan probe dan untuk menunjukkan ketinggian suatu spesimen pada layar flaw detektor



Gambar 4.15 hasil pengujian lokasi kedua

Dari gambar di dapat data pengujian sebagai berikut :

Ketebalan	: 16.52 mm
Probe	: 0
Range	: 100
Full screen height	: 83 %
Decibel	: 53.4 Db
Velocity baja	: 5900 m/s

Dari gambar 4.15 menunjukkan adanya sinyal *backwall pulse* yang berada ada titik 1.6

Dengan menggunakan rumus panda persamaan (1), maka dapat dihitung ketebalan .

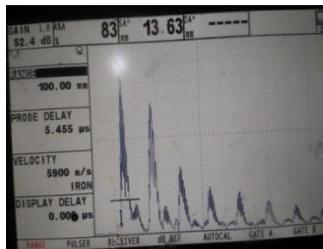
$$t = \frac{l}{S} \times R$$
$$t = \frac{1.6}{10} \times 100 = 16.00 \text{ mm}$$

c. Pengujian pada variasi ketiga



Gambar 4.16 lokasi pengujian ketiga

Dari gambar menunjukkan letak penggunaan probe dan untuk menunjukkan ketinggian suatu spesimen pada layar flaw detektor



Gambar 4.17 hasil pengujian lokasi ketiga

Dari gambar di dapat data pengujian sebagai berikut :

Ketebalan	: 13.63 mm
Probe	: 0
Range	: 100
Full screen height	: 83 %
Decibel	: 52.4 Db
Velocity baja	: 5900 m/s

Dari gambar 4.17 menunjukkan adanya sinyal *backwall pulse* yang berada ada titik 1.3

Dengan menggunakan rumus panda persamaan (1), maka dapat dihitung ketebalan .

$$t = \frac{l}{S} \times R$$

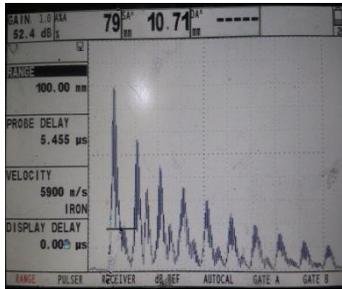
$$t = \frac{1.3}{10} \times 100 = 13.00 \text{ mm}$$

d. Pengujian pada variasi keempat



Gambar 4.18 lokasi pengujian keempat

Dari gambar menunjukkan letak penggunaan probe dan untuk menunjukkan ketinggian suatu spesimen pada layar flaw detektor



Gambar 4.19 hasil pengujian lokasi keempat

Dari gambar di dapat data pengujian sebagai berikut :

Ketebalan	: 10.71 mm
Probe	: 0
Range	: 100
Full screen height	: 79 %
Decibel	: 52.4 Db
Velocity baja	: 5900 m/s

Dari gambar 4.19 menunjukkan adanya sinyal *backwall pulse* yang berada ada titik 1.0

Dengan menggunakan rumus panda persamaan (1), maka dapat dihitung ketebalan .

$$t = \frac{l}{S} \times R$$

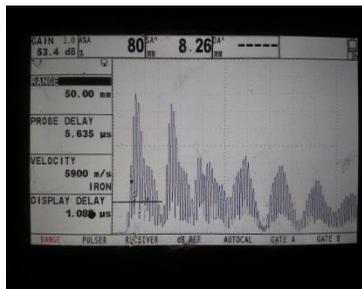
$$t = \frac{1.0}{10} \times 100 = 10.00 \text{ mm}$$

e. Pengujian pada variasi kelima



Gambar 4.20 lokasi pengujian kelima

Dari gambar menunjukkan letak penggunaan probe dan untuk menunjukkan ketinggian suatu spesimen pada layar flaw detektor



Gambar 4.21 hasil pengujian lokasi kelima

Dari gambar di dapat data pengujian sebagai berikut :

Ketebalan	: 8.26 mm
Probe	: 0
Range	: 50
Full screen height	: 80 %
Decibel	: 53.4 Db
Velocity baja	: 5900 m/s

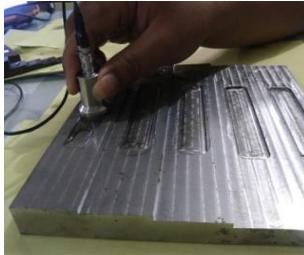
Dari gambar 4.21 menunjukkan adanya sinyal *backwall pulse* yang berada ada titik 1.6

Dengan menggunakan rumus panda persamaan (1), maka dapat dihitung ketebalan .

$$t = \frac{l}{S} \times R$$
$$t = \frac{1.6}{10} \times 50 = 8.00 \text{ mm}$$

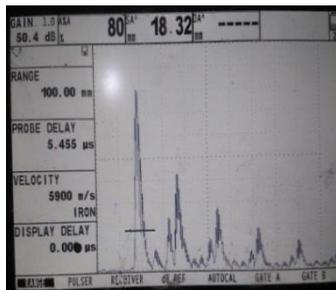
4.1.3 Pengujian kontak langsung menggunakan media koplal gel

- 1) Pengujian pada variasi perrtama



Gambar 4.22 lokasi pengujian pertama

Dari gambar menunjukkan letak penggunaan probe dan untuk menunjukkan ketinggian suatu spesimen pada layar flaw detektor



Gambar 4.23 hasil pengujian lokasi pertama

Dari gambar di dapat data pengujian sebagai berikut :

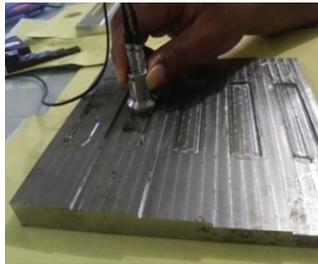
Ketebalan : 18.32 mm
Probe : 0
Range : 100
Full screen height : 80 %
Decibel : 50.4 Db
Velocity baja : 5900 m/s

Dari gambar 4.23 menunjukkan adanya sinyal *backwall pulse* yang berada ada titik 1.8

Dengan menggunakan rumus panda persamaan (1), maka dapat dihitung ketebalan .

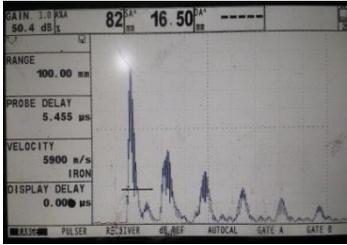
$$t = \frac{l}{S} \times R$$
$$t = \frac{1.8}{10} \times 100 = 18.00 \text{ mm}$$

2) Pengujian pada variasi kedua



Gambar 4.24 lokasi pengujian kedua

Dari gambar menunjukkan letak penggunaan probe dan untuk menunjukkan ketinggian suatu spesimen pada layar flaw detektor



Gambar 4.25 hasil pengujian lokasi kedua

Dari gambar di dapat data pengujian sebagai berikut :

Ketebalan	: 16.50 mm
Probe	: 0
Range	: 100
Full screen height	: 82%
Decibel	: 50.4 Db
Velocity baja	: 5900 m/s

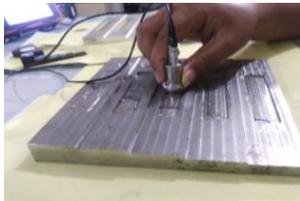
Dari gambar 4.25 menunjukkan adanya sinyal *backwall pulse* yang berada ada titik 1.6

Dengan menggunakan rumus panda persamaan (1), maka dapat dihitung ketebalan .

$$t = \frac{l}{S} \times R$$

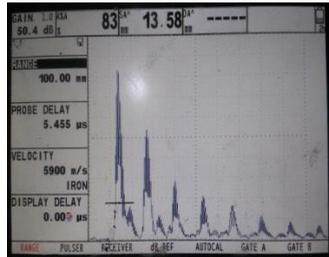
$$t = \frac{1.6}{10} \times 100 = 16.00 \text{ mm}$$

3) Pengujian pada variasi ketiga



Gambar 4.26 lokasi pengujian ketiga

Dari gambar menunjukkan letak penggunaan probe dan untuk menunjukkan ketinggian suatu spesimen pada layar flaw detektor



Gambar 4.27 hasil pengujian lokasi ketiga

Dari gambar di dapat data pengujian sebagai berikut :

Ketebalan	: 13.58 mm
Probe	: 0
Range	: 100
Full screen height	: 83 %
Decibel	: 50.4 Db
Velocity baja	: 5900 m/s

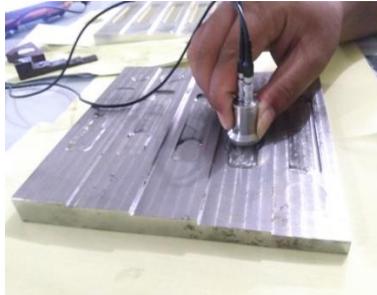
Dari gambar 4.27 menunjukkan adanya sinyal *backwall pulse* yang berada ada titik 1.3

Dengan menggunakan rumus panda persamaan (1), maka dapat dihitung ketebalan .

$$t = \frac{l}{S} \times R$$

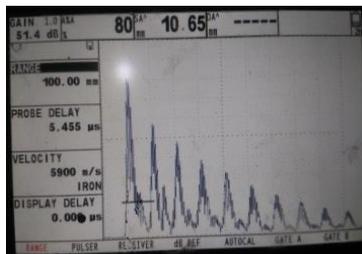
$$t = \frac{1.3}{10} \times 100 = 13.00 \text{ mm}$$

4) Pengujian pada variasi keempat



Gambar 4.28 lokasi pengujian keempat

Dari gambar menunjukkan letak penggunaan probe dan untuk menunjukkan ketinggian suatu spesimen pada layar flaw detektor



Gambar 4.29 hasil pengujian lokasi keempat

Dari gambar di dapat data pengujian sebagai berikut :

Ketebalan	: 10.65 mm
Probe	: 0
Range	: 100
Full screen height	: 80 %
Decibel	: 51.4 Db
Velocity baja	: 5900 m/s

Dari gambar 4.29 menunjukkan adanya sinyal *backwall pulse* yang berada ada titik 1.0

Dengan menggunakan rumus panda persamaan (1), maka dapat dihitung ketebalan .

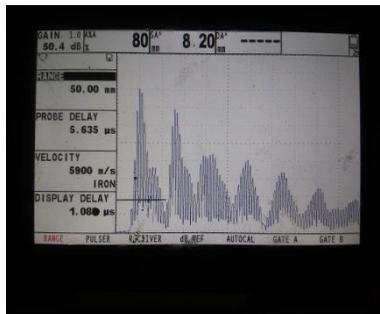
$$t = \frac{l}{S} \times R$$
$$t = \frac{1.0}{10} \times 100 = 10.00 \text{ mm}$$

5) Pengujian pada variasi kelima



Gambar 4.30 lokasi pengujian kelima

Dari gambar menunjukkan letak penggunaan probe dan untuk menunjukkan ketinggian suatu spesimen pada layar flaw detektor



Gambar 4.31 hasil pengujian lokasi kelima

Dari gambar di dapat data pengujian sebagai berikut :

Ketebalan	: 8.20 mm
Probe	: 0
Range	: 50
Full screen height	: 80 %
Decibel	: 50.4 Db
Velocity baja	: 5900 m/s

Dari gambar 4.31 menunjukkan adanya sinyal *backwall pulse* yang berada ada titik 1.6

Dengan menggunakan rumus panda persamaan (1), maka dapat dihitung ketebalan .

$$t = \frac{l}{S} \times R$$
$$t = \frac{1.6}{10} \times 50 = 8.00 \text{ mm}$$

4.1.4 Perhitungan intensitas bunyi pada media koplans Air, Oli, dan Gel

- Perhitungan intensitas pada media koplans oli pada ketinggian variasi ke lima

Data yang diketahui adalah :

Taraf intensitas	: 53.4 Db
Velocity oli	: 1390 m/s
Masa jenis oli	: 800 g/cm^3
amplitudo	: 8.26 mm

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$$
$$53.4 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\frac{53.4}{10} = \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$5.34 = \log I \cdot 10^{12}$$

$$5.34 = \log I + \log 10^{12}$$

$$5.34 = \log I + 12$$

$$\text{Log } I = 5.34 - 12$$

$$\text{Log } I = -6.66$$

$$I = 10^{-6.66}$$

Mencari intensitas bunyi dengan kecepatan.

$$I = 2\pi\rho v f^2 A^2$$

$$I = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,8 \text{ kg/m}^3 \cdot 1390 \text{ m/s}$$

$$2,5^2 \cdot 0.00826^2 \text{ m}$$

$$= 10^{-6}$$

- Perhitungan intensitas pada media koplak air pada ketinggian variasi ke lima

Data yang diketahui adalah :

Taraf intensitas	: 52.4 Db
Velocity air	: 1500 m/s
Masa jenis air	: 1000 g/cm ³
amplitudo	: 8.26 mm

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$52.4 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\frac{52.4}{10} = \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$5.24 = \log I \cdot 10^{12}$$

$$5.24 = \log I + \log 10^{12}$$

$$5.24 = \log I + 12$$

$$\text{Log } I = 5.24 - 12$$

$$\text{Log } I = -6.76$$

$$I = 10^{-6.76}$$

Mencari intensitas bunyi dengan kecepatan.

$$I = 2\pi\rho v f^2 A^2$$

$$\begin{aligned} I &= 2 \cdot 3,14 \cdot 1 \text{ kg/m}^3 \cdot 1500 \text{ m/s} \\ &\quad 2,5^2 \cdot 0.00826^2 \text{ m} \\ &= 10^{-7} \end{aligned}$$

- Perhitungan intensitas pada media koplal gel pada ketinggian variasi ke lima

Data yang diketahui adalah :

Taraf intensitas	: 50.4 Db
Velocity gel	: 1900 m/s
Masa jenis gel	: 1260 g/cm ³
amplitudo	: 8.20 mm

$$TI = 10 \log \frac{I}{I^0}$$

$$50.4 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\frac{50.4}{10} = \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$5.04 = \log I \cdot 10^{12}$$

$$5.04 = \log I + \log 10^{12}$$

$$5.04 = \log I + 12$$

$$\text{Log } I = 5.04 - 12$$

$$\text{Log } I = -6.96$$

$$I = 10^{-6.96}$$

Mencari intensitas bunyi dengan kecepatan.

$$I = 2\pi\rho v f^2 A^2$$

$$\begin{aligned} I &= 2 \cdot 3,14 \cdot 1,26 \text{ kg/m}^3 \cdot 1900 \text{ m/s} \\ &\quad 2,5^2 \cdot 0.00820^2 \text{ m} \\ &= 10^{-7} \end{aligned}$$

Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa kecepatan juga berpengaruh pada perubahan taraf intensitas. Dimana semakin tinggi cepat rambat media koplan maka taraf intensitas akan semakin kecil, oleh sebab itu media yang memiliki taraf intensitas paling kecil media tersebutlah yang memiliki hasil yang paling bagus

Tabel 4.1 hasil semua pengujian

Jangka sorong	Decibel dengan tinggi indikasi 1 ± 80%			Hasil Pembacaan dilayar			hasil pengujian pengamatan			Selisih hasil pengujian dengan jangka sorong (mm)		
	oli	air	gel	oli	air	gel	air	gel	gel	oli	air	gel
17.52	54.4	53.4	50.4	18.39	18.38	18.32	18	18	18	0.86	0.86	0.80
15.44	54.4	53.4	50.4	16.58	16.52	16.50	16	16	16	1.14	1.08	1.06
12.62	54.4	52.4	50.4	13.67	13.63	13.58	13	13	13	1.05	1.01	0.96
9.92	54.4	52.4	51.4	10.77	10.71	10.65	10	10	10	0.85	0.79	0.73
7.82	53.4	52.4	50.4	8.26	8.26	8.20	8	8	8	0.44	0.44	0.38

dari tabel 4.1 dimana dalam pengukuran ketebalan pengujian ultrasonik metode contact testing variasi media koplan Oli, Air dan Gel didapat nilai decibel yang paling kecil adalah pada media koplan gel dikarenakan pada media koplan gel cepat rambat gelombangnya adalah yang paling besar oleh sebab itu intensitas yang dihasilkan akan semakin kecil yang menyebabkan decibelnya juga semakin kecil. Untuk selisih pengukuran hasil pembacaan pada layar flaw detector dengan pengukuran menggunakan jangka sorong didapat nilai selisih yang paling

kecil adalah pada media koplak Gel . oleh sebab itu dapat disimpulkan pada pengujian ultrasonik metode contact testing media koplak yang paling sensitif digunakan untuk metode contact testing adalah media koplak Oli.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data mengenai ketebalan pada material ss 400 dengan pengujian ultrasonik metode contact testing dengan variasi media koplans oli, air, gel, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada pengujian ultrasonik menggunakan teknik contact testing dengan variasi media koplans Oli, Air dan Gel. Selisih yang paling kecil yang dihasilkan dari pembacaan di layar flaw detector uji ultrasonik dengan pengukuran jangka sorong adalah pengujian yang menggunakan media koplans gel. dimana dilihat dari selisih yang paling kecil maka media koplans yang paling sensitif digunakan untuk pengujian ultrasonik metode contact testing adalah media koplans gel
2. Dari analisa hasil pengujian ultrasonik metode contact testing media koplans oli, air dan gel didapatkan nilai decibel yang paling kecil pada indikasi 1 tinggi $\pm 80\%$ adalah media koplans gel. dengan nilai decibel yang kecil maka media koplans yang paling sensitif digunakan untuk pengujian ultrasonik metode contact testing adalah media koplans gel.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat dilakukan untuk penelitian lebih lanjut:

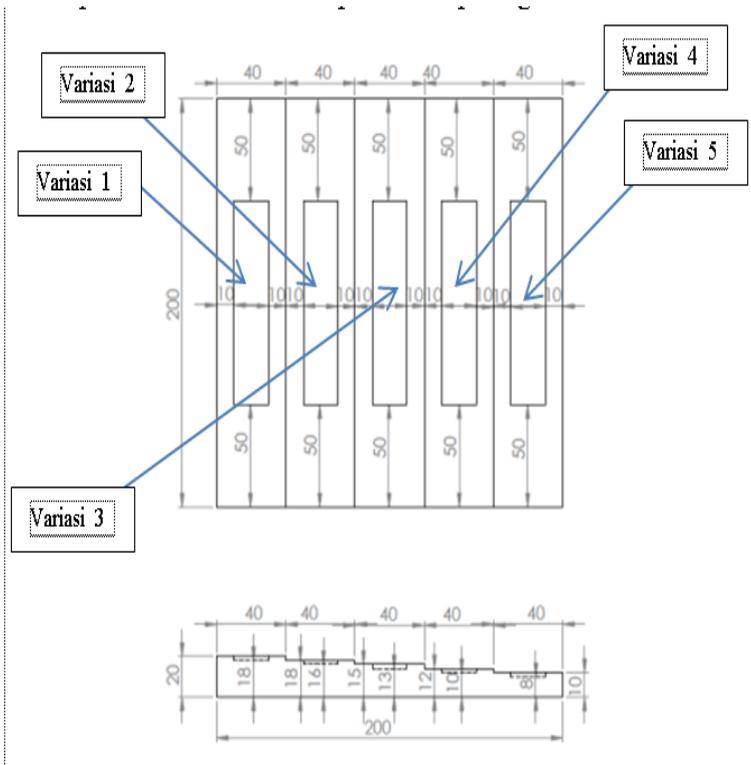
1. Pada penelitian kali ini pengujian ultrasonik kurang sempurna dalam prosesnya sehingga hasil pembacaan pulsa kurang begitu tepat, diharapkan untuk kedepannya prosedur pengujian ultrasonik lebih baik.

2. Pada penelitian selanjutnya akan dilakukan dengan teliti dan sesuai dengan prosedur sehingga hasil yang didapatkan akan lebih bagus

DAFTAR PUSTAKA

1. <http://dokumen.tips/documents/metoda-ultrasonik.html>
Diakses pada tanggal 10 Mei 2017.
2. Debora, Fransisca, Mendeteksi Kondisi Alat Pabrik Dengan Metode Uji Tak Merusak (Non Destructive Test) di PT PUSRI PALEMBANG, Laporan Kerja Praktek, (Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya, Inderalaya, 2013)
3. Berke, Michael., Nondestructive Material Resting with Ultrasonic – Introduction to the Basic Principles, Krautkramer, 1992.
4. ULTRASONIC TESTING PRATICAL EXPERIMENT REV.03
5. www.inspection-for-industry.com/ultrasonic-testing.html
6. ASME Section V Nondestructive Examination

lampiran



PT. GUNAWAN DIANUAYA STEEL Tbk.

MILL TEST CERTIFICATE
ACC TO EN10204 - 2004 3.1

Page : 1 of 1

Head Office :
Jl. Margono No. 28 A
Kecamatan Kembangan - Surabaya 60194
Phone : (62-31) 749058 (Hunting)
Fax : (62-31) 7490581
Email : quality@gunawasteel.com
http://www.gunawasteel.com



Purchaser : PT. DUTACORPA PAKAPERKASA
D. Ilesbra IX Kentul PO BOX : 1441/18 Baw/d
Kecamatan Kembangan Surabaya 60221
Order No. :
Material : HOT ROLLED STEEL PLATE
Specification : AIS C3106 S46078
Tolerance : AIS C3103

Certificate No. : GDS-OC-2016-1985
Date : June 24, 2016
Despatch Order No. : LDC-1806-00289
Cert No. M794317
300 9001 : 2008

Heat Number	Plate Number	Quan tity	Dimensions (mm)			Weight (MT)	Ladle Analysis (%)												Tensile Test		Impact Value					Reference		
			T	W	L		C	Si	Mn	P	S	Nb	Co	Cr	Ni	Mo	V	Al	Ti	N	Y.S	T.S	El.%	% Bend	0		1	2
							x 10 ²			x 10 ⁻²			x 10 ²			x 10 ⁻²			N/mm ²		N/mm ²		J					
B 3475113	R 31	1	20	1524	6096	1.459	13	23	130	12	6	38	1	2	1	0	48	2	2	403	518	22	157	151	119	145		
B 3464528	M 6142	2	"	"	"	2.918	14	19	131	12	8	38	1	2	1	4	2	3	414	402	24	221	224	228	224			
B 3464631	G 6142	2	"	"	"	2.918	15	23	138	13	5	40	1	2	1	6	1	3	427	540	25	192	177	162	164			
J 1586	S 21	1	25	1524	6096	1.823	16	22	122	10	2	34	1	3	2	10	1	3	408	500	27	119	114	129	127			
B 2066320	G 31	1	"	"	"	1.823	13	21	130	12	7	38	1	2	1	6	2	4	402	566	24	182	228	247	216			
B 3475113	W 1144	2	"	"	"	3.646	13	23	130	12	6	38	1	2	1	0	48	2	2	412	512	25	207	221	207	208		
B 3464637	P 41	1	"	"	"	1.823	14	22	132	12	5	40	1	2	0	2	1	54	413	518	23	257	237	257	244			
						16.410																						

WE HEREBY CERTIFY THAT THE MATERIAL HEREIN HAS BEEN MADE AND TESTED IN ACCORDANCE WITH THE ABOVE SPECIFICATION AND ALSO WITH THE REQUIREMENT CALLED FOR BY THE ABOVE ORDER.





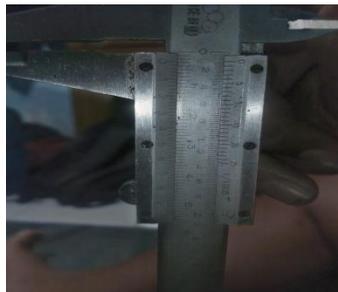
Skala utama = 20 mm
Skala nonius = $25 \times 0.02 = 0.5$
Hasil = $20 + 0.5 = 20.5$ mm
Ketebalan yang di uji = $20.5 - 2.98 = 17.52$ mm



skala utama = 2 mm
skala nonius = $49 \times 0.02 = 0.98$
hasil 2 mm + 0.7 = 2.98 mm



Skala utama = 18 mm
Skala nonius = $21 \times 0.02 = 0.42$
Hasil = $18 + 0.42 = 18.42$ mm
Ketebalan yang di uji = $18.42 - 2.98 = 15.44$ mm



skala utama = 2 mm
skala nonius = $49 \times 0.02 = 0.98$
hasil 2 mm + 0.7 = 2.98 mm

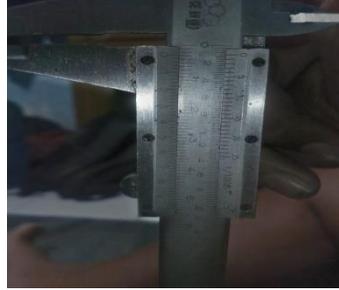


Skala utama = 15 mm

Skala nonius = $30 \times 0.02 = 0.6$

Hasil = $15 + 0.6 = 15.6$ mm

Ketebalan yang di uji = $15.6 - 2.98 = 12.62$ mm



skala utama = 2 mm

skala nonius = $49 \times 0.02 = 0.98$

hasil 2 mm + 0.7 = 2.98 mm

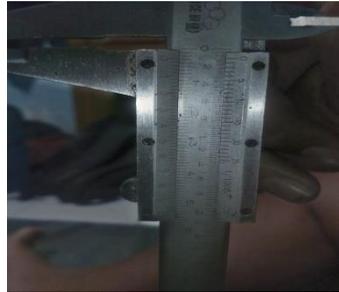


Skala utama = 12 mm

Skala nonius = $45 \times 0.02 = 0.9$

Hasil = $12 + 0.9 = 12.9$ mm

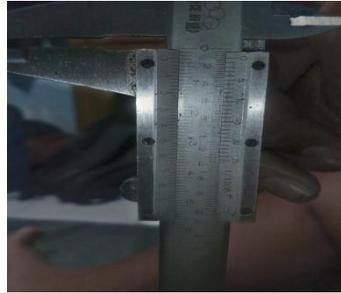
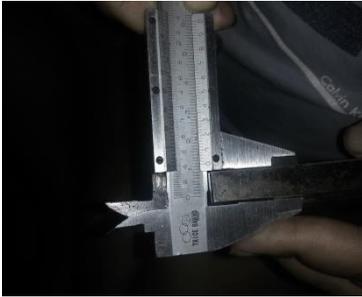
Ketebalan yang di uji = $12.9 - 2.98 = 9.92$ mm



skala utama = 2 mm

skala nonius = $49 \times 0.02 = 0.98$

hasil 2 mm + 0.7 = 2.98 mm



Skala utama = 10 mm

Skala nonius = $40 \times 0.02 = 0.8$

Hasil = $10 + 0.8 = 10.8$ mm

Ketebalan yang di uji = $10.8 - 2.98 = 7.82$ mm

skala utama = 2 mm

skala nonius = $49 \times 0.02 = 0.98$

hasil 2 mm + 0.7 = 2.98 mm

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Jombang, 7 februari 1993, merupakan anak terakhir dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Sepanjang Sidoarjo, SDN Banjarsari 1 Jombang, SMPN 1 Bandar Kedung Mulyo Jombang dan SMAN 1 Bandar Kedung Mulyo Jombang. Setelah lulus dari SMAN tahun 2012, penulis melanjutkan studi di Diploma satu Informatika ITS

kemudian penulis melanjutkan lagi di Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi ITS dalam bidang studi manufaktur. Penulis sempat melakukan Kerja Praktek di PT. DOC Surabaya, yang merupakan pabrik maintenance di dalam divisi Bengkel selama 1 bulan.

Penulis juga sempat aktif di beberapa kegiatan yang diadakan oleh Himpunan Departemen Teknik Mesin Industri ITS, mulai dari pelatihan sebagai peserta maupun panitia. Serta mengikuti organisasi di himpunan sebagai staf BSO KEWIRAUSAHAAN.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini penulis membutuhkan waktu pengerjaan kurang lebih 5 bulan pada semester 6 pendidikan di Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi ITS. Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi ITS khususnya, serta untuk kebermanfaat orang banyak kedepannya.