

**ANALISIS HASIL GEOMETRI CACAT RETAK INTERNAL
BUATAN PADA PELAT ASTM A36 MENGGUNAKAN
METODE *ULTRASONIC TESTING***

**Disusun untuk memenuhi persyaratan mencapai gelar Sarjana Terapan
Dosen Pembimbing : 1. Nurman Pamungkas, S.T.,M.T.
2. Tian Havwini, S.Si., M.A.**



Disusun oleh:
FARID MAS'UD
4422201028

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PENGELASAN DAN
FABRIKASI JURUSAN TEKNIK MESIN POLITEKNIK NEGERI BATAM
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS HASIL GEOMETRI CACAT RETAK INTERNAL BUATAN
PADA PELAT ASTM A36 MENGGUNAKAN METODE *ULTRASONIC
TESTING***

TUGAS AKHIR

Disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan pada
Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Batam

**ANALISIS HASIL GEOMETRI CACAT RETAK INTERNAL BUATAN
PADA PELAT ASTM A36 MENGGUNAKAN METODE *ULTRASONIC
TESTING***

Disusun oleh :

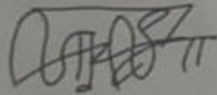
FARID MAS'UD
4422201028

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing.

Batam, 19... 2026

Pembimbing I

Pembimbing II



Nurman Pamungkas, S.T., M.T.
NIK : 111083



Tian Havwini, S.Si., M.A.
NIK : 119231

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS HASIL GEOMETRI CACAT RETAK INTERNAL BUATAN PADA PELAT ASTM A36 MENGGUNAKAN METODE *ULTRASONIC TESTING*

TUGAS AKHIR

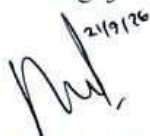
Disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan pada
Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Batam

Disusun oleh :

FARID MAS'UD
4422201028

Telah diterima dan disetujui pada 21 Juli 2026

Penguji I

 21/7/26

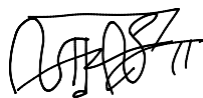
Nurul Ulfah, S.Si., M.T.

Penguji II

 10/7/2026

Meilani Mandhalena Manurung,
S.T., M.T.

Dosen Pembimbing I



Nurman Pamungkas, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II



Tian Havwini, S.Si., M.A.

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi



Nurul Laili Arifin, S.S.T., M.T

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Farid Mas'ud
NIM	: 4422201028
Tahun terdaftar	: 2026
Program Studi	: Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi
Jurusan	: Teknik Mesin

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Laporan Tugas Akhir ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur- unsur plagiasi dan apabila dokumen ilmiah Tugas akhir ini dikemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Batam, Juni, 2026


Farid Mas'ud
NIM. 4422201028

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan berkah, karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul “Analisis hasil geometri cacat retak internal buatan pada plat ASTM A36 menggunakan metode ultrasonic testing”. Tulisan ini disampaikan sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi, Politeknik Negeri Batam. Saya menyadari bahwa dalam proses penyusunan tulisan ini masih jauh dari sempurna. Namun demikian, penyelesaian Tugas akhir ini dapat terwujud atas bimbingan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak. Penghargaan serta ucapan terima kasih secara khusus penulis ucapkan kepada:

1. Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Semesta Alam, atas limpahan rahmat, hidayah, serta inayah nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda Judianto dan Ibunda Muridah, yang selalu memberikan doa, dukungan, perhatian, serta pengorbanan tanpa henti selama penulis menempuh pendidikan hingga penyusunan tugas akhir ini. Penulis menyadari bahwa pencapaian ini bukan hanya menjadi kebanggaan pribadi, tetapi juga menjadi langkah dan sejarah baru bagi keluarga, karena penulis merupakan sarjana pertama di lingkungan keluarga besar. Dukungan, kerja keras, dan doa dari kedua orang tua menjadi motivasi terbesar bagi penulis untuk menyelesaikan pendidikan ini dengan sebaik-baiknya.
3. Keluarga tercinta, yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Ari Wibowo, S.T., M.Eng. selaku kepala jurusan yang telah memberikan dukungan dan fasilitas akademik yang menjadikan penulis dapat menjalankan seluruh proses studi hingga penelitian ini selesai.
5. Roza Puspita, S.Pd.,M.Hum. selaku wali dosen yang telah membimbing, memantau perkembangan studi, serta memberikan dukungan moral selama masa perkuliahan.
6. Nurman Pamungkas, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing I, yang dengan penuh perhatian telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan bimbingan yang

sabar serta membangun sejak tahap perencanaan hingga penyusunan laporan tugas akhir ini.

7. Tian Havwini, S.Si., M.A. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran, dukungan, serta bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Dewan penguji saya yaitu Ibu Nurul Ulfah, S.Si.,M.T. & Ibu Meilani, S.T.,M.T. yang telah bersedia untuk memberikan kritik dan saran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelasan dan Fabrikasi yaitu bu Nurul Laili Arifin, S.S.T.,M.T. yang telah memberikan saran dan masukan selama menjalani perkuliahan.
10. Pimpinan dan seluruh staf kampus, yang telah menyediakan fasilitas dan bekal ilmu pengetahuan selama perkuliahan.
11. Teman diskusi serta berbagi ilmu yang bermanfaat selama satu bimbingan.
12. Teman-teman yang tidak dapat disebutkan seluruhnya, atas doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karna itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran dan masukan yang membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Besar harapan penulis, semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa, kampus, maupun pihak yang membutuhkan informasi khususnya dalam bidang pengelasan.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil pengukuran geometri cacat retak internal buatan menggunakan metode *Ultrasonic Testing* (UT) pada pelat baja ASTM A36. Pengujian dilakukan menggunakan teknik pulse-echo dengan tampilan *A-scan* pada sambungan las *single V butt joint* hasil proses *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Cacat retak internal buatan dibuat pada area root weld dengan variasi panjang 10 mm, 20 mm, dan 30 mm. Pengukuran dilakukan untuk menentukan posisi, kedalaman, dan panjang cacat, dimana posisi dan kedalaman ditentukan berdasarkan pantulan sinyal ultrasonik, sedangkan panjang cacat diukur menggunakan metode penurunan amplitudo 6 dB (*6 dB drop method*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh cacat berhasil terdeteksi pada posisi *centerline* sambungan las dengan deviasi posisi sebesar 0 mm. Pengukuran kedalaman memberikan hasil yang relatif mendekati ukuran aktual dengan nilai error 4,27–8,00%, sedangkan pengukuran panjang menunjukkan variasi hasil pada setiap spesimen. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa metode *Ultrasonic Testing* mampu mendeteksi geometri cacat retak internal berupa posisi, kedalaman, dan panjang cacat pada sambungan las ASTM A36. Pengukuran posisi dan kedalaman menunjukkan hasil yang relatif mendekati ukuran aktual, sedangkan pengukuran panjang menggunakan metode *6 dB drop* masih menunjukkan variasi hasil yang dipengaruhi oleh kondisi permukaan retakan, orientasi cacat, posisi probe, beam spreading, dan kestabilan amplitudo sinyal ultrasonik.

Kata Kunci: *Ultrasonic Testing*, ASTM A36, retak internal, geometri cacat, metode *6 dB drop*.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the measurement results of artificial internal crack geometry using the Ultrasonic Testing (UT) method on ASTM A36 steel plates. The inspection was carried out using the pulse-echo technique with an A-scan display on single V butt joint welds produced by the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) process. Artificial internal cracks with lengths of 10 mm, 20 mm, and 30 mm were introduced in the root weld area. The inspection was conducted to determine the crack position, depth, and length. The crack position and depth were determined from the reflected ultrasonic signals, while the crack length was measured using the 6 dB drop method. The results showed that all internal cracks were successfully detected at the weld centerline with a position deviation of 0 mm. The depth measurements were relatively close to the actual dimensions, with error values ranging from 4.27% to 8.00%, whereas the crack length measurements showed variations among the specimens. Based on the results, it can be concluded that Ultrasonic Testing is capable of detecting the geometry of artificial internal cracks, including their position, depth, and length, in ASTM A36 welded joints. The position and depth measurements were relatively close to the actual dimensions, while the crack length measurements obtained using the 6 dB drop method still showed variations due to crack surface conditions, crack orientation, probe positioning, beam spreading, and ultrasonic signal amplitude stability.

Keywords: *Ultrasonic Testing, ASTM A36, internal crack, defect geometry, 6 dB drop method.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah/Ruang Lingkup.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Hasil penelitian/perancangan terdahulu.....	5
2.2. Material ASTM A36	6
2.3. SMAW (<i>Shield Metal Arc Welding</i>).....	7
2.4 Ultrasonic Testing.....	7
2.5 Metode Penurunan 6db.....	8
2.6 Geometri Cacat	9
BAB III METODOLOGI.....	10
3.1. Metodologi Penelitian.....	10
3.2. Bahan dan Alat	10
3.2.1 Alat	10
3.2.2 Bahan.....	10
3.3. Standar Pengujian	11
3.4. Objek Penelitian	11
3.5. Prosedur Pengujian.....	12
3.6. Diagram Alir.....	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1. Hasil Pengujian.....	15
4.2. Analisis Data.....	17
4.2.1 Perbandingan Hasil Pengujian	17
4.2.2 Perhitungan Persentase <i>Error</i>	18
4.2.3 Analisis Hasil Pengujian.....	19

4.3 Pembahasan	20
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	23
5.1. Kesimpulan	23
5.2. Saran	24
DAFTAR PUSTAKA	25
LAMPIRAN.....	27

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil pengujian Ultrasonic Testing	16
Tabel 4. 2 Deviasi dan Persentase error hasil pengujian UT	19

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pengelasan SMAW	7
Gambar 2. 2 Pengujian Ultrasonic Testing.....	8
Gambar 3. 1 Desain spesimen uji	12
Gambar 3. 2 Diagram Alir	14
Gambar 4. 1 Pengujian Ultrasonic Testing.....	15
Gambar 4. 2 Hasil Penandaan cacat.....	15
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Hasil pengujian UT	17

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sambungan pengelasan merupakan komponen krusial dalam struktur logam yang banyak diterapkan pada sektor konstruksi, manufaktur, *oil and gas* dan perkapalan. Mutu sambungan las sangat berpengaruh terhadap kekuatan, keandalan, serta umur pakai suatu struktur, terutama pada pelat yang bekerja menerima beban statis maupun dinamis. Oleh sebab itu, keberadaan cacat las perlu dikendalikan sejak tahap fabrikasi, karena cacat yang tidak terdeteksi dapat menurunkan kinerja struktur dan berpotensi memicu kegagalan selama masa operasi (Pitalokha et al., 2016).

Salah satu jenis cacat las yang memiliki tingkat risiko tinggi adalah cacat retak internal (*internal crack*). Cacat ini bersifat planar, berada di dalam material, dan umumnya tidak dapat diamati secara visual. Selain itu, retak internal dapat berfungsi sebagai titik awal perambatan retak lanjutan ketika struktur mengalami pembebanan, sehingga keberadaannya menjadi fokus utama dalam inspeksi sambungan las (Kristianto & Wing, 2013).

Upaya pendeteksian cacat internal tersebut memerlukan metode pengujian yang mampu mengevaluasi kondisi bagian dalam material tanpa merusak spesimen. Ultrasonic Testing (UT) merupakan salah satu metode *Non-Destructive Testing* (NDT) yang paling banyak digunakan untuk inspeksi sambungan las. Metode ini bekerja dengan merambatkan gelombang ultrasonik ke dalam material dan menganalisis gelombang pantul yang dihasilkan oleh adanya diskontinuitas internal. Hasil pengujian ditampilkan dalam bentuk sinyal, salah satunya melalui tampilan A-scan, yang menyajikan informasi terkait waktu rambat serta amplitudo sinyal pantulan .

Walaupun *Ultrasonic Testing* telah lama digunakan dan diakui keandalannya dalam praktik industri, hasil pengujian UT pada dasarnya bukan merupakan gambaran visual langsung dari bentuk cacat. Informasi mengenai posisi, kedalaman, dan ukuran cacat diperoleh melalui proses interpretasi sinyal pantulan gelombang ultrasonik. Oleh karena itu, ketelitian pengukuran geometri cacat sangat dipengaruhi oleh karakteristik cacat, lintasan perambatan gelombang, serta metode evaluasi amplitudo sinyal yang diterapkan (Hidayat et al., 2024).

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa *Ultrasonic Testing* memiliki keunggulan dalam mendeteksi cacat las yang bersifat planar dibandingkan dengan metode NDT lainnya. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut lebih menitikberatkan pada kemampuan pendeteksian cacat atau perbandingan antar metode NDT, dan belum secara khusus membahas kesesuaian hasil pengukuran

UT terhadap geometri cacat internal yang dibuat secara terkontrol, khususnya pada pelat baja struktural ASTM A36 .

Dalam praktik pengujian ultrasonik, penentuan panjang cacat umumnya dilakukan menggunakan metode penurunan amplitudo, seperti metode 6 dB drop, yang telah banyak diterapkan pada pengujian ultrasonik konvensional (Deutsch et al., 2008). Meskipun demikian, keterkaitan antara respon amplitudo sinyal ultrasonik dengan geometri cacat retak internal yang dibuat secara terkontrol masih memerlukan kajian lebih lanjut.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan penelitian yang berfokus pada analisis hasil pengukuran geometri cacat retak internal buatan menggunakan *Ultrasonic Testing* pada pelat baja ASTM A36. Penelitian ini tidak dimaksudkan untuk membandingkan *Ultrasonic Testing* dengan metode NDT lainnya, melainkan untuk mengevaluasi sejauh mana hasil pengujian UT mampu merepresentasikan geometri cacat internal yang dibuat secara terkontrol, khususnya terkait posisi, kedalaman, dan panjang cacat. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kemampuan serta keterbatasan *Ultrasonic Testing* dalam analisis geometri cacat retak internal pada sambungan las.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil pengukuran geometri cacat retak internal berupa posisi, kedalaman, dan panjang menggunakan *Ultrasonic Testing* pada pelat ASTM A36?
2. Bagaimana hasil pengukuran panjang cacat retak internal menggunakan metode penurunan amplitudo 6 dB pada pelat ASTM A36?
3. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi hasil pengukuran geometri cacat retak internal menggunakan *Ultrasonic Testing*?

1.3. Batasan Masalah/Ruang Lingkup

1. Material yang digunakan adalah pelat baja karbon ASTM A36.
2. Metode pengelasan yang diterapkan adalah *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dengan desain sambungan *single V butt joint*.
3. Jenis cacat yang dianalisis dibatasi pada cacat retak internal buatan yang bersifat planar.
4. Metode pengujian yang digunakan adalah *Ultrasonic Testing* dengan teknik *pulse-echo* dan tampilan A-scan.
5. Penentuan panjang cacat dilakukan menggunakan metode penurunan amplitudo 6 dB,
6. Penelitian ini tidak membahas atau mengevaluasi parameter pengelasan seperti arus, tegangan, kecepatan pengelasan, jenis elektroda, maupun metode pengelasan. Proses pengelasan hanya dilakukan untuk menghasilkan cacat internal buatan sebagai objek pengujian *Ultrasonic Testing*.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Menentukan posisi, kedalaman, dan panjang cacat retak internal menggunakan *Ultrasonic Testing* pada pelat ASTM A36.
2. Mengevaluasi hasil pengukuran panjang cacat retak internal menggunakan metode penurunan amplitudo 6 dB.

3. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran geometri cacat retak internal menggunakan *Ultrasonic Testing*.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Secara akademis, memberikan kontribusi pengetahuan mengenai representasi hasil *Ultrasonic Testing* terhadap geometri cacat retak internal pada pelat baja ASTM A36.
2. Secara praktis, menjadi acuan dalam interpretasi hasil pengujian *Ultrasonic Testing*, khususnya pada pengukuran posisi, kedalaman, dan panjang cacat retak internal.
3. Untuk penelitian selanjutnya, dapat digunakan sebagai dasar pengembangan kajian lanjutan terkait kemampuan dan keterbatasan *Ultrasonic Testing* dalam pengukuran geometri cacat las.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hasil penelitian/perancangan terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh Pitaloka dan Mulyana (Pitalokha et al., 2016) membandingkan efektivitas metode *Ultrasonic Testing* (UT) dan *Radiographic Testing* (RT) dalam mendeteksi cacat pada material logam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa UT lebih unggul dalam mendeteksi dan menentukan kedalaman cacat yang bersifat planar, seperti retak internal, sedangkan RT lebih efektif untuk mendeteksi cacat volumetrik seperti porositas. Penelitian ini menegaskan bahwa pemilihan metode NDT sangat dipengaruhi oleh karakteristik cacat yang akan dideteksi. Namun demikian, penelitian tersebut belum membahas pengukuran geometri cacat internal secara spesifik pada pelat baja ASTM A36.

Penelitian yang dilakukan oleh Kristianto dan Hendropasetyo (Kristianto & Wing, 2013) meneliti penentuan panjang dan kedalaman retak pada sambungan las konstruksi kapal menggunakan *Ultrasonic Testing*. Penelitian ini memvariasikan frekuensi probe, ukuran kristal probe, serta kondisi permukaan material. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan probe berfrekuensi tinggi, khususnya 4 MHz, memberikan ketelitian yang lebih baik dalam pengukuran dimensi retak. Meskipun memberikan kontribusi penting dalam teknik pengukuran cacat las, penelitian ini masih terbatas pada aplikasi konstruksi kapal dan belum difokuskan pada analisis geometri cacat internal.

Penelitian yang dilakukan oleh Deutsch, Schulte, Joswig, dan Kattwinkel (Deutsch et al., 2008) membahas penerapan *Automated Ultrasonic Testing* (AUT) untuk inspeksi sambungan las pipa. Sistem AUT yang digunakan mampu meningkatkan konsistensi dan kecepatan inspeksi dengan tingkat reproduktibilitas yang tinggi. Penelitian ini menunjukkan bahwa AUT efektif dalam mendeteksi berbagai jenis cacat las. Namun, fokus penelitian lebih diarahkan pada sistem inspeksi otomatis dan belum mengkaji secara rinci analisis amplitudo sinyal untuk penentuan posisi, kedalaman, dan panjang cacat internal pada material pelat.

Penelitian yang dilakukan oleh Widyawati, Marano, dan Nurcahyo (Widyawati et al., 2021) mengevaluasi penggunaan *Ultrasonic Testing* untuk mendeteksi cacat las pada

fondasi mesin kapal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa UT efektif digunakan pada area sambungan yang sulit dijangkau secara visual. Namun, penelitian ini tidak melakukan analisis kuantitatif terhadap geometri cacat internal seperti posisi, kedalaman, dan panjang cacat, sehingga belum memberikan gambaran rinci terkait kemampuan UT dalam pengukuran dimensi cacat.

Penelitian yang dilakukan oleh Wangsa (Firman & Wangsa, n.d.) meneliti pengaruh variasi desain kampuh pada pengelasan SMAW baja ST 37 menggunakan *Ultrasonic Testing* dan uji bending. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain kampuh memengaruhi jenis serta jumlah cacat las yang terbentuk. Akan tetapi, fokus penelitian ini lebih diarahkan pada hubungan desain kampuh terhadap kekuatan sambungan, bukan pada analisis ketelitian pengukuran geometri cacat internal menggunakan UT.

Penelitian oleh Maggi (Maggi et al., 2011) membahas kalibrasi dan sertifikasi blok referensi UT tipe V1 dan V2 untuk menjamin akurasi dimensi dan karakteristik akustik pada pengujian NDT. Penggunaan blok referensi tersertifikasi terbukti penting dalam menjamin keandalan dan konsistensi hasil UT. Meskipun demikian, penelitian ini tidak membahas penerapan langsung dalam pengukuran geometri cacat internal pada plat ASTM A36, sehingga belum menyediakan panduan langsung untuk aplikasi praktis pada pengukuran dimensi cacat planar.

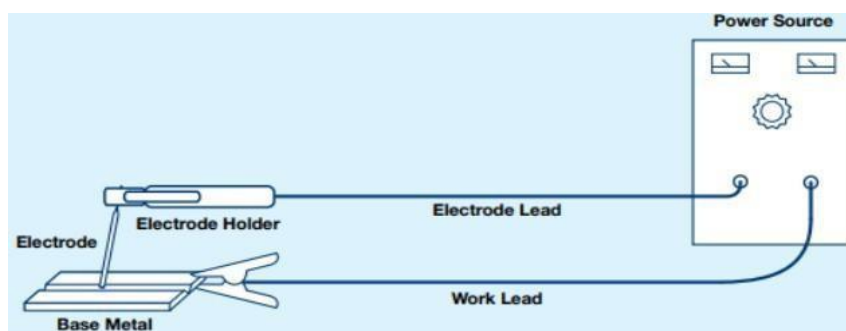
2.2. Material ASTM A36

Baja karbon ASTM A36 merupakan jenis baja struktural yang banyak digunakan pada bidang konstruksi dan fabrikasi karena memiliki kombinasi kekuatan mekanik yang cukup baik, keuletan yang memadai, serta kemudahan dalam proses pengelasan. Material ini tergolong sebagai baja karbon rendah dengan kandungan karbon maksimum sekitar 0,26%, sehingga relatif mudah dilas menggunakan proses Shielded Metal Arc Welding (SMAW) dan jarang mengalami masalah retak akibat pengerasan berlebih pada daerah las. Komposisi kimia baja ASTM A36 umumnya didominasi oleh unsur karbon (C) dan mangan (Mn), dengan kandungan fosfor (P) dan sulfur (S) yang dibatasi dalam jumlah kecil. Pembatasan unsur P dan S bertujuan untuk menjaga keuletan material serta mengurangi kecenderungan terbentuknya cacat las dan kerapuhan pada sambungan las. Kandungan silikon (Si) berperan sebagai deoksidator, sedangkan unsur tembaga (Cu),

apabila ada, dapat meningkatkan ketahanan terhadap korosi atmosferik dalam batas tertentu (Laut et al., 2018).

2.3. SMAW (*Shield Metal Arc Welding*)

SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) merupakan proses penyambungan logam yang memanfaatkan energi listrik sebagai sumber panas. Pada proses ini, panas yang digunakan untuk melelehkan logam berasal dari busur listrik yang terbentuk di antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja. Panas dari busur tersebut menyebabkan logam induk mencair sehingga memungkinkan terjadinya penyatuan antar logam (Hidayat et al., 2024). Busur listrik dihasilkan oleh mesin las yang berfungsi sebagai sumber arus listrik. Elektroda yang digunakan berbentuk kawat logam yang dilapisi bahan pelindung berupa fluks. Selama proses pengelasan berlangsung, elektroda dan logam induk akan mencair secara bersamaan, kemudian membeku kembali dan membentuk sambungan.



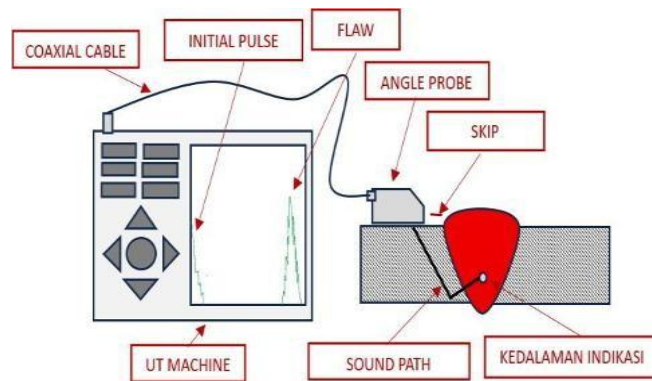
Gambar 2. 1 Pengelasan SMAW

2.4 Ultrasonic Testing

Ultrasonic Testing (UT) adalah teknik NDT yang menggunakan gelombang suara berfrekuensi tinggi, yang lebih tinggi dari apa yang dapat didengar oleh telinga manusia, untuk memeriksa cacat pada material atau hasil pengelasan (Supriyanto, 2022).

UT menggunakan transduser ultrasonik untuk menghasilkan gelombang ultrasonik. Transduser ini mengubah energi listrik menjadi getaran mekanik yang merambat sebagai gelombang ultrasonik ke dalam material yang akan diperiksa. Kemudian gelombang ultrasonik akan merambat melalui bahan dengan kecepatan tertentu. Ketika gelombang ini bertemu dengan batas antara bahan atau cacat dalam bahan, sebagian energinya akan dipantulkan kembali ke transduser. Transduser yang sama yang

menghasilkan gelombang ultrasonik juga berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan. Sinyal yang diterima ini akan muncul pada layar mesin ultrasonik dan kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi cacat atau perubahan dalam bahan yang diperiksa



Gambar 2. 2 Pengujian Ultrasonic Testing

2.5 Metode Penurunan 6db

Metode penurunan amplitudo 6 dB atau half-amplitude method merupakan salah satu teknik dalam pengujian ultrasonik yang digunakan untuk menentukan dimensi atau panjang indikasi cacat yang memiliki ukuran lebih besar dibandingkan lebar berkas gelombang ultrasonik (beam width). Metode ini bekerja dengan cara menggerakkan probe pada permukaan material untuk menemukan titik amplitudo sinyal cacat tertinggi yang muncul pada tampilan A-scan (Munthe, 2014).

Proses pengukuran dilakukan dengan terlebih dahulu menggeser probe hingga diperoleh amplitudo maksimum sebesar 100% Full Screen Height (FSH). Setelah itu probe digeser ke arah kiri sampai amplitudo sinyal menurun sebesar 6 dB atau menjadi 50% FSH, kemudian titik tersebut ditandai sebagai batas awal cacat. Selanjutnya probe digeser ke arah kanan hingga amplitudo sinyal kembali mengalami penurunan sebesar 6 dB yang digunakan sebagai batas akhir cacat. Jarak antara kedua titik tersebut kemudian dihitung sebagai panjang indikasi cacat.

2.6 Geometri Cacat

Geometri cacat merupakan karakteristik yang menjelaskan ukuran serta lokasi suatu diskontinuitas di dalam material yang dapat diketahui melalui pengujian Ultrasonic Testing (UT). Informasi mengenai geometri cacat sangat penting karena dapat digunakan untuk mengevaluasi kondisi material dan menentukan tingkat keparahan suatu cacat. Dalam penelitian ini, parameter geometri yang dianalisis meliputi posisi cacat, kedalaman cacat, dan panjang cacat.

1. Posisi Cacat

Posisi cacat adalah parameter yang menunjukkan letak suatu indikasi terhadap garis tengah sambungan las (*centerline*). Penentuan posisi dilakukan berdasarkan lokasi munculnya sinyal pantulan (*echo*) yang terdeteksi selama proses pemindaian (*scanning*) menggunakan probe ultrasonik. Pada pelaksanaan pengujian, posisi cacat diverifikasi dengan pengukuran jarak secara langsung dari ujung probe ke pusat sambungan las. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui apakah cacat berada tepat pada garis tengah sambungan atau mengalami pergeseran dari posisi yang direncanakan.

2. Kedalaman Cacat

Kedalaman cacat merupakan jarak antara permukaan material dan lokasi diskontinuitas yang berada di dalam material. Nilai kedalaman ditentukan berdasarkan waktu tempuh gelombang ultrasonik yang dipancarkan oleh probe, kemudian dipantulkan oleh cacat dan kembali diterima oleh probe. Selanjutnya, waktu rambat tersebut dikonversikan menjadi jarak dengan mempertimbangkan kecepatan rambat gelombang ultrasonik pada material yang diuji.

3. Panjang Cacat

Panjang cacat menggambarkan ukuran diskontinuitas sepanjang arah sambungan las. Dalam metode Ultrasonic Testing, pengukuran panjang cacat umumnya dilakukan menggunakan metode 6 dB drop. Metode ini dilakukan dengan menentukan batas awal dan batas akhir indikasi berdasarkan penurunan amplitudo sinyal sebesar 6 dB atau sekitar 50% dari amplitudo maksimum yang diterima. Jarak antara kedua batas tersebut kemudian digunakan sebagai nilai panjang cacat yang terukur (Prakash et al., 2015).

BAB III

METODOLOGI

3.1. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan dengan membuat cacat retak internal buatan pada sambungan las ASTM A36, kemudian dilakukan pengujian menggunakan metode *Ultrasonic Testing* untuk menganalisis hasil pengukuran geometri cacat berupa posisi, kedalaman, dan panjang cacat. Hasil pengujian selanjutnya dianalisis menggunakan metode penurunan amplitudo 6 dB untuk mengetahui representasi hasil pengukuran terhadap geometri cacat buatan.

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1 Alat

Alat merupakan segala perangkat yang digunakan untuk mendukung dalam proses penelitian, pembuatan spesimen, pelaksanaan pengujian, serta pengambilan data. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Ultrasonic Flaw Detector: Olympus Epoch 600*
2. Probe Sudut 70°: *Olympus* tipe AM4R-8X9-70 dengan frekuensi 4 MHz, ukuran elemen 8×9 mm
3. Kabel BNC
4. Blok Kalibrasi V1
5. Mesin Las SMAW: Lincoln
6. Gerinda Tangan .
7. Palu/Baji

3.2.2 Bahan

Bahan penelitian merupakan material utama dan bahan pendukung yang digunakan selama proses pengelasan dan pengujian. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

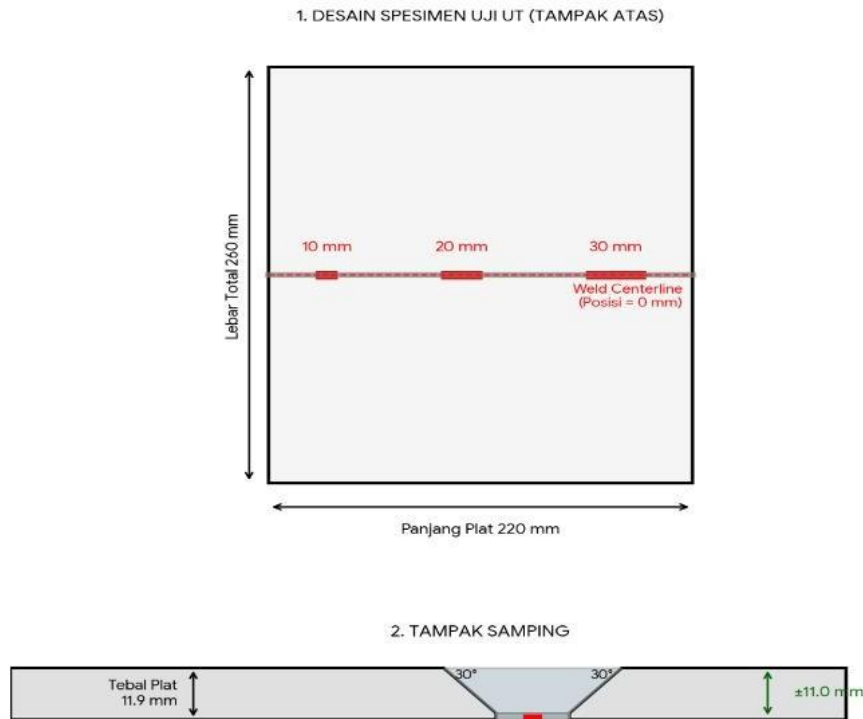
1. Pelat Baja ASTM A36
2. Elektroda (E7018/E6013)
3. Couplant (oli)
4. Majun/Kain Lap

3.3. Standar Pengujian

Standar pengujian yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada AWS D1.1 mengenai pengujian Ultrasonic Testing pada sambungan las. Pengujian dilakukan menggunakan teknik *pulse-echo* dengan tampilan *A-scan* menggunakan probe sudut Olympus tipe AM4R-8X9-70 berfrekuensi 4 MHz, ukuran elemen 8×9 mm, dan sudut refraksi 70° . Sebelum pengujian dilakukan kalibrasi alat menggunakan blok standar IIW V1 untuk memastikan keakuratan dan ketelitian hasil pengukuran. Kecepatan rambat gelombang geser (*shear wave velocity*) pada alat diatur sebesar 3240 m/s sesuai dengan jenis gelombang yang digunakan pada proses pengujian. Selama proses pengujian digunakan *couplant* berupa cairan oli sebagai media transmisi gelombang ultrasonik dari probe ke permukaan spesimen. Pengaturan *range* dilakukan sebesar 125 mm. Pengujian dilakukan menggunakan *first leg*, dengan probe ditempatkan pada permukaan spesimen dan diarahkan menuju *weld centerline*. Proses *scanning* dilakukan dengan menggeser probe secara perlahan sepanjang sambungan las serta digerakkan ke arah kanan dan kiri hingga diperoleh amplitudo pantulan maksimum.

3.4. Objek Penelitian

Objek penelitian pada penelitian ini adalah sambungan las pelat baja ASTM A36 dengan desain single V butt joint yang dibuat menggunakan metode *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Pada area *root weld* dibuat cacat retak internal buatan dengan variasi panjang cacat sebesar 10 mm, 20 mm, dan 30 mm sebagai objek pengujian *Ultrasonic Testing*.



Gambar 3. 1 Desain spesimen uji

3.5. Prosedur Pengujian

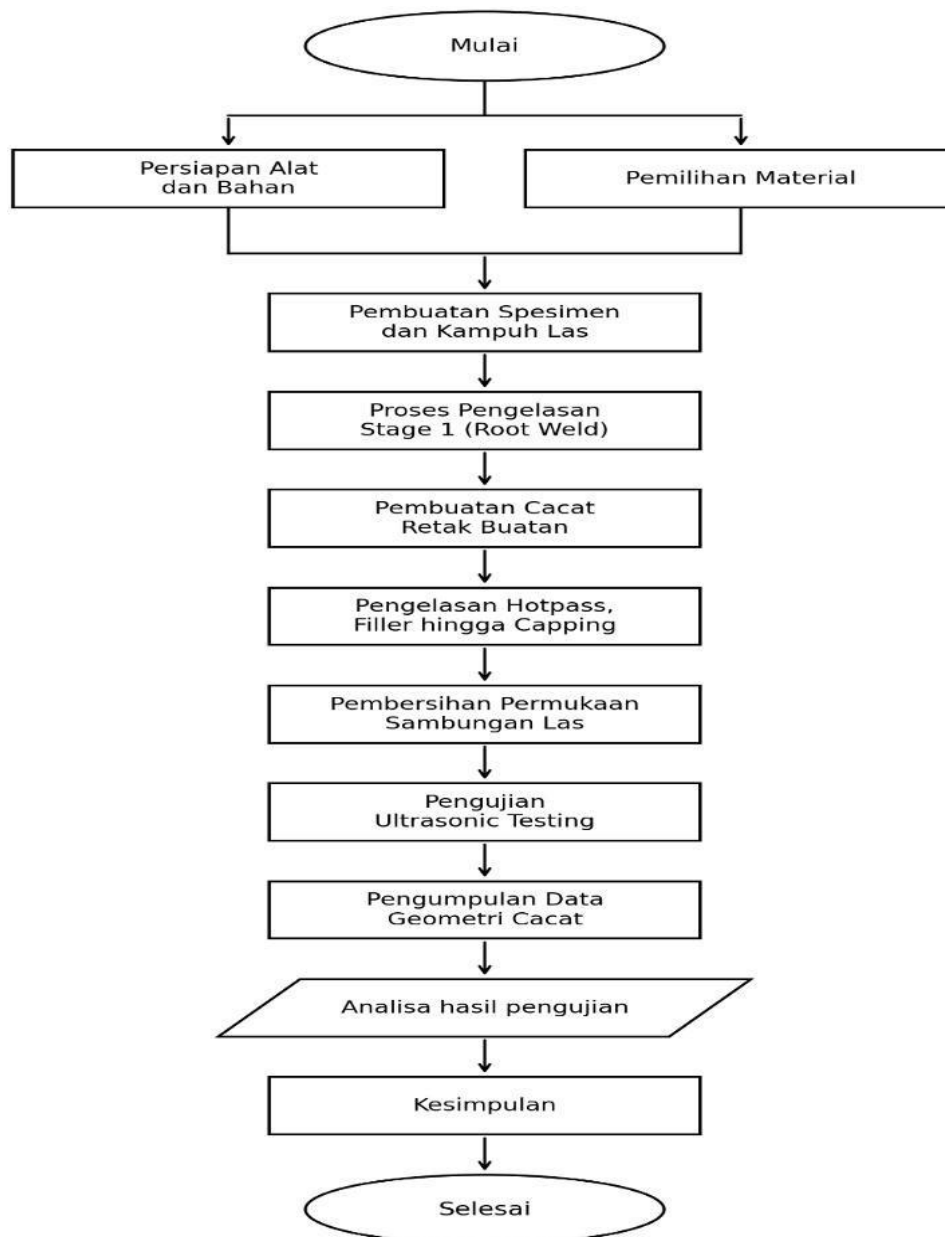
Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu

1. Melakukan persiapan alat dan bahan yang digunakan selama proses penelitian.
2. Memotong pelat ASTM A36 dengan ukuran total 260 mm x 220 mm.
3. Melakukan proses pengelasan menggunakan metode *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dengan desain sambungan *single V butt joint*.
4. Melakukan pengelasan *root weld* secara terputus dengan panjang masing-masing 10 mm, 20 mm, dan 30 mm pada jalur tengah sambungan las. Menggerinda bagian belakang sambungan las area *root* untuk mempermudah proses pematahan.
5. Mematahkan spesimen dengan cara menjepit satu sisi spesimen dengan ragum kemudian sisi spesimen lainnya dipukul menggunakan palu/baji hingga terbentuk retakan pada bagian *root weld* yang sudah digerinda

sebelumnya.

6. Menyatukan kembali spesimen pada posisi semula setelah retakan terbentuk.
7. Melakukan pengelasan lanjutan pada bagian *root* yang masih terbuka hingga sambungan las tertutup sempurna menggunakan *filler pass*, *cap pass*, dan *backweld*.
8. Membersihkan dan meratakan permukaan sambungan las menggunakan gerinda untuk memperbaiki kondisi permukaan sebelum pengujian dilakukan.
9. Melakukan pengujian Ultrasonic Testing menggunakan teknik *pulse-echo* dengan tampilan *A-scan*. Sebelum pengujian dilakukan kalibrasi menggunakan blok standar IIW V1. Selanjutnya probe sudut Olympus tipe AM4R-8X9-70 diarahkan menuju weld centerline dan digerakkan (*scanning*) sepanjang daerah sambungan las hingga diperoleh amplitudo pantulan maksimum. Selama proses pengujian digunakan *couplant* untuk memastikan transmisi gelombang ultrasonik berlangsung dengan baik.
10. Menentukan posisi dan kedalaman indikasi cacat berdasarkan hasil pantulan sinyal ultrasonik yang diterima alat.
11. Mengukur panjang indikasi cacat menggunakan metode penurunan amplitudo 6 dB.
12. Menganalisis hasil pengukuran geometri cacat retak internal berdasarkan hasil pengujian *Ultrasonic Testing*.

3.6. Diagram Alir



Gambar 3. 2 Diagram Alir

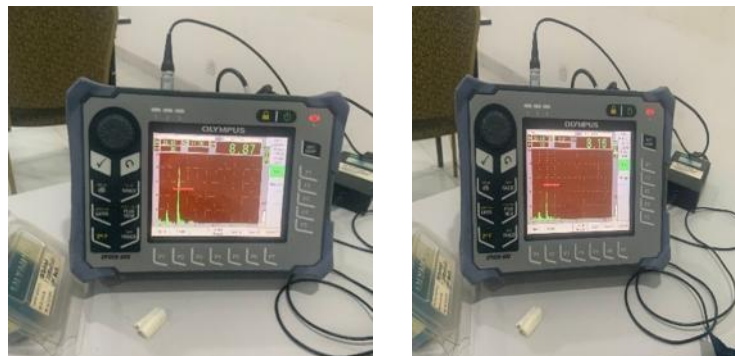
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian

Pengujian *Ultrasonic Testing* dilakukan terhadap tiga spesimen baja ASTM A36 yang masing-masing memiliki tiga variasi panjang cacat buatan, yaitu 10 mm, 20 mm, dan 30 mm. Pengujian bertujuan untuk memperoleh data geometri cacat berupa posisi, kedalaman, dan panjang cacat sebagai dasar untuk mengevaluasi kemampuan metode Ultrasonic Testing dalam mendeteksi cacat retak internal pada sambungan las.

Proses pengujian diawali dengan kalibrasi alat menggunakan blok standar IIW V1, kemudian dilakukan proses scanning pada daerah sambungan las menggunakan probe sudut 70° . Selama proses scanning, probe digerakkan hingga diperoleh amplitudo pantulan maksimum, kemudian dilakukan penentuan batas awal dan batas akhir indikasi menggunakan metode penurunan amplitudo 6 dB. Dokumentasi proses pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.1 sampai Gambar 4.2.



Gambar 4. 1 Pengujian Ultrasonic Testing



Gambar 4. 2 Hasil Penandaan cacat

Setelah proses pengujian selesai dilakukan, diperoleh data hasil pengukuran posisi, kedalaman, dan panjang cacat pada setiap spesimen. Rekapitulasi hasil pengujian *Ultrasonic Testing* disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil pengujian Ultrasonic Testing

Spesimen	Parameter Geometri	Ukuran yang direncanakan	Hasil UT
Spesimen 1	Posisi	0 mm	0 mm
	Kedalaman	11,0 mm	10,53 mm
	Panjang	10 mm 20 mm 30 mm	13 mm 10 mm 14 mm
Spesimen 2	Posisi	0 mm	0 mm
	Kedalaman	11,0 mm	11,75 mm
	Panjang	10 mm 20 mm 30 mm	10,0 mm 16,0 mm 25,0 mm
Spesimen 3	Posisi	0 mm	0 mm
	Kedalaman	11,0 mm	10,12 mm
	Panjang	10 mm 20 mm 30 mm	10,0 mm 19,0 mm 30,0 mm

Berdasarkan Tabel 4.1, metode *Ultrasonic Testing* berhasil mendeteksi seluruh cacat retak internal buatan pada ketiga spesimen. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa parameter posisi pada seluruh spesimen terdeteksi sebesar 0 mm. Pengukuran kedalaman menghasilkan nilai sebesar 10,53 mm pada Spesimen 1, 11,75 mm pada Spesimen 2, dan 10,12 mm pada Spesimen 3. Sementara itu, hasil pengukuran panjang menunjukkan nilai yang berbeda pada setiap variasi cacat, yaitu 13 mm, 10 mm, dan 14 mm pada Spesimen 1; 10 mm, 16 mm, dan 25 mm pada Spesimen 2; serta 10 mm, 19 mm, dan 30 mm pada Spesimen 3.

Data hasil pengujian tersebut selanjutnya dianalisis untuk mengetahui tingkat

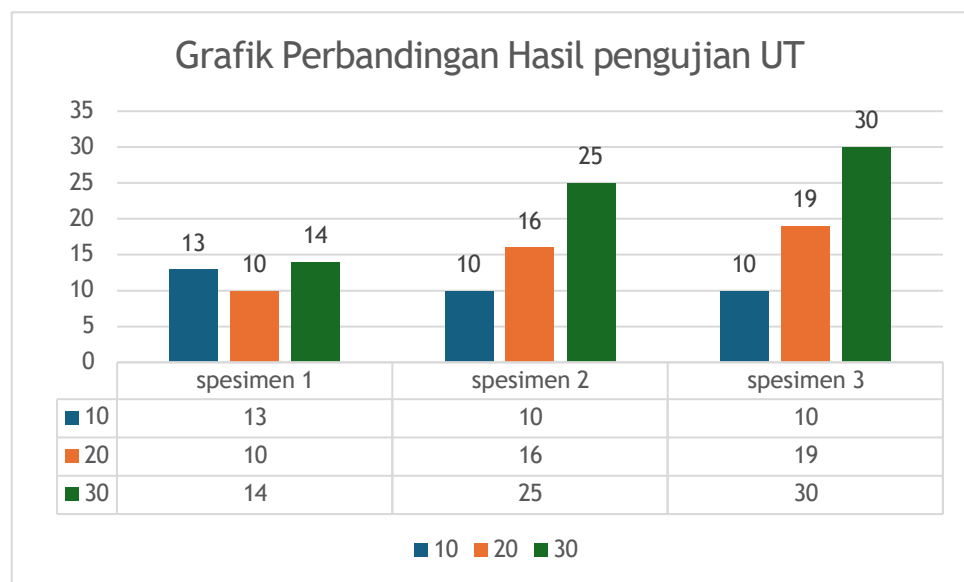
penyimpangan hasil pengukuran terhadap ukuran cacat yang direncanakan.

4.2. Analisis Data

Berdasarkan hasil pengujian *Ultrasonic Testing* yang telah diperoleh pada Subbab 4.1, selanjutnya dilakukan analisis terhadap hasil pengukuran geometri cacat retak internal. Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran *Ultrasonic Testing* terhadap ukuran cacat yang dirancang yang meliputi posisi, kedalaman, dan panjang cacat. Selain itu, dilakukan perhitungan persentase error dengan membandingkan hasil pengukuran *Ultrasonic Testing* terhadap dimensi cacat yang dirancang untuk mengetahui besarnya perbedaan hasil pengukuran pada setiap parameter geometri cacat.

4.2.1 Perbandingan Hasil Pengujian

Untuk mempermudah perbandingan antara dimensi panjang cacat yang dirancang dengan hasil pengukuran *Ultrasonic Testing*, seluruh data panjang cacat dari ketiga spesimen divisualisasikan dalam bentuk grafik diagram batang pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Hasil pengujian UT

Berdasarkan Gambar 4.3, hasil pengukuran panjang cacat menggunakan *Ultrasonic Testing* menunjukkan adanya perbedaan antara ukuran yang direncanakan dan hasil pengukuran pada beberapa spesimen. Hasil pengukuran pada Spesimen 3

menunjukkan deviasi hasil pengukuran yang paling kecil dibandingkan dimensi cacat yang dirancang, sedangkan deviasi terbesar diperoleh pada Spesimen 1. Secara umum seluruh indikasi cacat berhasil diidentifikasi berdasarkan hasil pembacaan Ultrasonic Testing, namun hasil pengukuran panjang menunjukkan variasi pada setiap spesimen.

4.2.2 Perhitungan Persentase *Error*

Untuk mengetahui besarnya deviasi hasil pengukuran Ultrasonic Testing terhadap dimensi cacat yang dirancang, dilakukan perhitungan persentase error. Perhitungan ini digunakan untuk membandingkan hasil pengukuran Ultrasonic Testing dengan dimensi cacat yang dirancang pada setiap parameter geometri. Semakin kecil nilai persentase error yang diperoleh, maka hasil pengukuran Ultrasonic Testing semakin mendekati dimensi cacat yang dirancang.

Persentase error pada penelitian ini dihitung menggunakan Persamaan (4.1).

$$\% \text{ Error} = \frac{|X_m - X_a|}{X_a} \times 100\%$$

Keterangan:

- X_m = hasil pembacaan alat UT
- X_a = dimensi cacat yang dirancang

Contoh perhitungan persentase *error* pada pengukuran panjang cacat 10 mm Spesimen 1 adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \frac{|13 - 10|}{10} \times 100\% \\ &= \frac{3}{10} \times 100\% \\ &= 30\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan persentase error pada setiap parameter geometri cacat, diperoleh deviasi hasil pengukuran Ultrasonic Testing terhadap dimensi cacat yang dirancang yang berbeda pada masing-masing spesimen. Rekapitulasi hasil

perhitungan persentase error disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Deviasi dan Persentase error hasil pengujian UT

Spesimen	Parameter Geometri	Ukuran Rencana	Hasil UT	Deviasi/Error	Keterangan
Spesimen 1	Posisi	0 mm	0 mm	Deviasi = 0	Tepat di tengah las
	Kedalaman	11,0 mm	10,53 mm	4,27%	cukup baik
	Panjang	10 mm 20 mm 30 mm	13 mm 10 mm 14 mm	30% 50% 53,3%	Terbaca lebih panjang Terbaca lebih pendek Terbaca lebih pendek
Spesimen 2	Posisi	0 mm	0 mm	Deviasi = 0	Tepat di tengah las
	Kedalaman	11,0 mm	11,75 mm	6,82%	cukup baik
	Panjang	10 mm 20 mm 30 mm	10,0 mm 16,0 mm 25,0 mm	0,0% 20,0% 16,6%	Tepat Sesuai Terbaca lebih pendek Terbaca lebih pendek
Spesimen 3	Posisi	0 mm	0 mm	Deviasi = 0	Tepat di tengah las
	Kedalaman	11,0 mm	10,12 mm	8,00%	cukup baik
	Panjang	10 mm 20 mm 30 mm	10,0 mm 19,0 mm 30,0 mm	0,0% 5,0% 0,0%	Tepat Sesuai Terbaca lebih pendek Tepat Sesuai

4.2.3 Analisis Hasil Pengujian

a. Analisis Pengukuran Posisi Cacat

Berdasarkan Tabel 4.2, hasil pengukuran menunjukkan bahwa parameter posisi pada seluruh spesimen memiliki deviasi sebesar 0 mm terhadap posisi cacat yang dirancang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa indikasi cacat berhasil teridentifikasi pada garis tengah sambungan las (*centerline*) sesuai dengan lokasi perancangan cacat.

b. Analisis Pengukuran Kedalaman Cacat

Hasil pengukuran kedalaman menunjukkan nilai sebesar 10,53 mm pada Spesimen 1, 11,75 mm pada Spesimen 2, dan 10,12 mm pada Spesimen 3 terhadap kedalaman cacat yang dirancang sebesar 11 mm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengukuran kedalaman menggunakan Ultrasonic Testing memiliki deviasi hasil pengukuran yang relatif kecil terhadap dimensi cacat yang dirancang.

c. Analisis Pengukuran Panjang Cacat

Hasil pengukuran panjang cacat menunjukkan adanya deviasi hasil pengukuran pada setiap spesimen dibandingkan dengan dimensi cacat yang dirancang. Pada Spesimen 1 diperoleh hasil pengukuran sebesar 13 mm, 10 mm, dan 14 mm, sedangkan pada Spesimen 2 diperoleh hasil sebesar 10 mm, 16 mm, dan 25 mm, dan pada Spesimen 3 diperoleh hasil sebesar 10 mm, 19 mm, dan 30 mm.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode penurunan amplitudo 6 dB mampu mengidentifikasi indikasi keberadaan cacat pada seluruh spesimen yang diuji. Namun, hasil pengukuran panjang menunjukkan variasi terhadap dimensi cacat yang dirancang pada setiap spesimen.

4.3 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Ultrasonic Testing berhasil mengidentifikasi indikasi keberadaan cacat retak internal pada seluruh spesimen pengujian. Pengukuran posisi menunjukkan deviasi sebesar 0 mm terhadap posisi cacat yang dirancang, sedangkan hasil pengukuran kedalaman berada pada rentang 10,12–11,75 mm, sehingga menunjukkan deviasi hasil pengukuran yang relatif kecil

terhadap dimensi cacat yang dirancang.

Berbeda dengan pengukuran posisi dan kedalaman, hasil pengukuran panjang menggunakan metode penurunan amplitudo 6 dB menunjukkan adanya deviasi hasil pengukuran pada setiap spesimen. Pada Spesimen 1 diperoleh hasil pengukuran sebesar 13 mm, 10 mm, dan 14 mm, sedangkan pada Spesimen 2 diperoleh hasil sebesar 10 mm, 16 mm, dan 25 mm, dan pada Spesimen 3 diperoleh hasil sebesar 10 mm, 19 mm, dan 30 mm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa hasil pengukuran panjang bervariasi pada setiap spesimen dibandingkan dengan dimensi cacat yang dirancang.

Penelitian ini tidak mengevaluasi perubahan dimensi retakan setelah proses pengelasan maupun parameter pengelasan yang digunakan dalam pembuatan spesimen. Oleh karena itu, penelitian ini tidak dapat menyimpulkan penyebab terjadinya deviasi hasil pengukuran panjang yang diperoleh.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Kristianto dan Hendropasetyo (2013) yang menyatakan bahwa ketelitian pengukuran dimensi retak dipengaruhi oleh karakteristik probe dan kondisi permukaan material. Penelitian Pitaloka dkk. (2016) juga menunjukkan bahwa Ultrasonic Testing efektif dalam mendeteksi cacat planar seperti retak internal. Sementara itu, penelitian Deutsch dkk. (2008) menjelaskan bahwa hasil pengujian dipengaruhi oleh teknik *scanning* dan sistem inspeksi yang digunakan. Faktor-faktor tersebut tidak dievaluasi secara khusus dalam penelitian ini sehingga penelitian terdahulu digunakan sebagai dasar untuk menginterpretasikan hasil penelitian, bukan sebagai dasar untuk menetapkan penyebab deviasi hasil pengukuran yang diperoleh.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa Ultrasonic Testing berhasil mengidentifikasi indikasi keberadaan cacat retak internal pada seluruh spesimen pengujian. Pengukuran posisi menunjukkan hasil yang sesuai dengan posisi cacat yang dirancang, sedangkan pengukuran kedalaman menunjukkan deviasi hasil pengukuran yang relatif kecil terhadap dimensi cacat yang dirancang. Pada pengukuran panjang menggunakan metode penurunan amplitudo 6 dB diperoleh hasil pengukuran yang bervariasi pada setiap spesimen.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengukuran geometri cacat retak internal menggunakan metode *Ultrasonic Testing* pada sambungan las baja ASTM A36, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Metode Ultrasonic Testing berhasil mengidentifikasi indikasi keberadaan cacat retak internal berupa posisi, kedalaman, dan panjang pada seluruh spesimen pengujian. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa posisi cacat teridentifikasi pada garis tengah sambungan las (*centerline*), sedangkan hasil pengukuran kedalaman berada di sekitar area *root weld* sesuai dengan lokasi perancangan cacat.
2. Pengukuran panjang cacat menggunakan metode penurunan amplitudo 6 dB menghasilkan nilai yang bervariasi pada setiap spesimen. Pada Spesimen 1 diperoleh hasil pengukuran sebesar 13 mm, 10 mm, dan 14 mm. Pada Spesimen 2 diperoleh hasil sebesar 10 mm, 16 mm, dan 25 mm, sedangkan pada Spesimen 3 diperoleh hasil sebesar 10 mm, 19 mm, dan 30 mm.
3. Hasil analisis menunjukkan bahwa pengukuran posisi memiliki deviasi sebesar 0 mm terhadap posisi cacat yang dirancang. Pengukuran kedalaman menunjukkan deviasi hasil pengukuran yang relatif kecil terhadap dimensi cacat yang dirancang, sedangkan pengukuran panjang menunjukkan deviasi hasil pengukuran yang lebih besar pada setiap spesimen.
4. Penelitian menunjukkan bahwa hasil pengukuran panjang menggunakan metode penurunan amplitudo 6 dB bervariasi pada setiap spesimen. Namun dikarenakan penelitian ini tidak mengevaluasi perubahan dimensi retakan setelah proses pengelasan maupun parameter pengelasan yang digunakan, sehingga penelitian ini tidak dapat menyimpulkan penyebab variasi hasil pengukuran tersebut.
5. Secara umum, Ultrasonic Testing berhasil mengidentifikasi indikasi keberadaan cacat retak internal pada seluruh spesimen pengujian.

Pengukuran posisi menunjukkan hasil yang sesuai dengan posisi cacat yang dirancang, sedangkan pengukuran kedalaman menunjukkan deviasi hasil pengukuran yang relatif kecil terhadap dimensi cacat yang dirancang. Pada pengukuran panjang menggunakan metode penurunan amplitudo 6 dB diperoleh hasil pengukuran yang bervariasi pada setiap spesimen.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah spesimen yang lebih banyak sehingga hasil pengukuran dapat dianalisis secara statistik dan memiliki tingkat kepercayaan yang lebih baik.
2. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan verifikasi dimensi cacat setelah proses pengelasan sehingga hasil pengukuran Ultrasonic Testing dapat dibandingkan dengan dimensi cacat yang telah tervalidasi.
3. Penelitian selanjutnya disarankan mengendalikan dan mendokumentasikan parameter pengelasan, seperti arus, tegangan, kecepatan pengelasan, dan jenis elektroda, sehingga pengaruh proses pengelasan terhadap geometri cacat dapat dievaluasi apabila menjadi bagian dari tujuan penelitian.
4. Penelitian selanjutnya dapat membandingkan metode penurunan amplitudo 6 dB dengan metode evaluasi lainnya, seperti DAC, DGS, atau metode *sizing* lainnya, untuk memperoleh informasi mengenai hasil pengukuran geometri cacat.
5. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode Phased Array Ultrasonic Testing (PAUT) atau Time of Flight Diffraction (TOFD) sebagai pembanding untuk memperoleh informasi geometri cacat yang lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Deutsch, W. A. K., Schulte, P., Joswig, M., & Kattwinkel, R. (2008). *Automated Ultrasonic Pipe Weld Inspection*. 25–28.
<https://www.ndt.net/article/wcndt2008/papers/249>.
- Firman, M. C., & Wangsa, F. (n.d.). *ANALISA PENGARUH VARIASI KAMPUH TERHADAP PENGELASAN SMAW PADA BAJA ST 37 MENGGUNAKAN PENGUJIAN ULTRASONIC TESTING (UT) DAN PENGUJIAN BENDING* (Vol. 3, Issue 1). <http://eprints.itn.ac.id/12739/>
- Hidayat, M. N., Muddin, S., & Musrawati. (2024). Analisis Cacat Sambungan Pengelasan Smaw 3G Pada Pelat Baja St 60 Dengan Variasi Arus Menggunakan Metode Ndt (Nondestructive Test) Ultrasonic Test Dan Penetran Test. *Al-Gazali Journal Of Mechanical Engineering (AJME)*, 2(02), 50–59. <https://www.ajme.ft-uim.ac.id/index.php/ajme/article/view/165>
- Kristianto, D., & Wing, H. (2013). *Dengan Variasi Frekuensi Dan Ukuran Kristal Dan Dengan Variasi*. 2(1), 116–120.
<https://media.neliti.com/media/publications/149290-ID-studi-penentuan-panjang-dan-kedalaman-re>
- Laut, L., Azdkar, M. S., Pratikno, H., & Titah, S. (2018). *Analisis Pengelasan SMAW pada Baja ASTM A36 dengan Variasi Elektroda Terhadap Sifat Mekanik dan Ketahanan Biokorosi di Lingkungan Laut*. 7(2 DOI: [10.12962/j23373539.v7i2.32118](https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i2.32118)
- Maggi, L. E., Silva, C. E. R., Alvarenga, A. V., & Costa-Felix, R. P. B. (2011). Ultrasonic calibration and certification of V1 and V2 type reference standard blocks for use in Non-Destructive Testing. *Journal of Physics: Conference Series*, 279(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/279/1/012029>
- Munthe, F. D. (2014). Pengukuran Ketebalan Serta Posisi Cacat Pada Sampel Carbon Steel Dan Stainless Steel Dengan Metode Ultrasonic Testing. *Brawijaya Physics Student Journal*, 2(1), 1–6.
<https://www.neliti.com/publications/160071/pengukuran-ketebalan-serta-posisi-cacat-pada-sampel-carbon-steel-dan-stainless-s>
- Pitalokha, R. A., Mulyana, C., Hamdani, M. R., & Muhammad, F. (2016). *INSPEKSI CACAT (DISKONTINUITAS) PADA MATERIAL DENGAN MENGGUNAKAN UJI ULTRASONIK DAN UJI RADIOGRAFI*. SNF2016-MPS-29-SNF2016-MPS-36. <https://doi.org/10.21009/0305020206>
- Prakash, A., Jothilakshmi, N., & Nanekar, P. P. (2015). *Ultrasonic Simulation Studies for Sizing of Planar Flaws in Thick Carbon Steel Welds*.
<https://www.ndt.net/article/nde-india2015/papers/paper-5.pdf>
- Supriyanto, A. A. (2022). Penentuan Cacat Dengan Metode Ultrasonic Testing. *Ramatekno*, 2(1), 7–13. <https://doi.org/10.61713/jrt.v2i1.33>

- Widyawati, F., Marano, L., & Nurcahyo, F. (2021). *Science and Technology 53 IDENTIFIKASI CACAT LASAN FCAW PADA FONDASI MESIN KAPAL MENGGUNAKAN METODE ULTRASONIC TESTING* (Vol. 5, Issue 2). <http://jurnal.uts.ac.id>
- Workman, G. L., Kishoni, D., & Moore, P. O. (2007). *American Society for Nondestructive Testing (ASNT), Nondestructive Testing Handbook, Vol. 7: Ultrasonic Testing, 3rd ed. Columbus, OH, USA: ASNT, 2007. (3rd ed.). American Society for Nondestructive Testing (ASNT).*
- Maharani, R. N., Mukhmad, A. F. H., Mangestiyono, W., Sutrisno, & Maulana, G. (2025). Analysis of Variables Affecting Reference Block Equivalency Process Using Ndt Ultrasonic Method †. *Engineering Proceedings*, 84(1). <https://doi.org/10.3390/engproc2025084032>

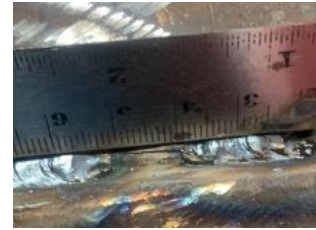
LAMPIRAN

Dokumentasi lain dari penelitian :

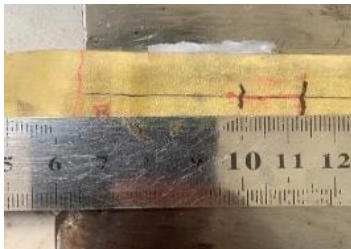
产品名称: 热轧卷板 Product Name: 规格: 475*14*7000 Size: 475*14*7000 图号: 475 Draw Code:		河北安丰钢铁有限公司 HEBEI ANFENG IRON & STEEL GROUP CO., LTD. NO. 822203017005		产品标准/执行标准 PRODUCT STANDARD/EXECUTION STANDARD		合同号: 2022.10.17	
牌号 Grade		厚度 Thickness		长度 Length		重量 Weight	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14		7000		10.5	
Q235B		14					



Lampiran 5. 7 Tampilan A-scan



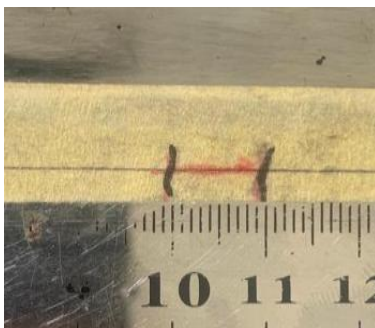
Lampiran 5. 8 Retak aktual



Lampiran 5. 9 Hasil UT Spesimen 1



Lampiran 5. 10 Hasil UT Spesimen 2



Lampiran 5. 11 Hasil UT Spesimen 3

Lampiran 5. 12 Perhitungan Persentase Error Hasil Pengujian Ultrasonic Testing

Perhitungan Kedalaman

Spesimen 1

$$\begin{aligned}\% Error &= \frac{|10,53 - 11,00|}{11} \times 100\% \\ &= \frac{0,47}{11} \times 100\% \\ &= 4,27\%\end{aligned}$$

Spesimen 2

$$\begin{aligned}\% Error &= \frac{|11,75 - 11,00|}{11} \times 100\% \\ &= \frac{0,75}{11} \times 100\% \\ &= 6,82\%\end{aligned}$$

Spesimen 3

$$\begin{aligned}\% Error &= \frac{|10,12 - 11,00|}{11} \times 100\% \\ &= \frac{0,88}{11} \times 100\% \\ &= 8,00\%\end{aligned}$$

Perhitungan Panjang

Spesimen 1

10 mm

$$\begin{aligned}\% Error &= \frac{|13 - 10|}{10} \times 100\% \\ &= \frac{3}{10} \times 100\% \\ &= 30\%\end{aligned}$$

20 mm

$$\begin{aligned}\% Error &= \frac{|10 - 20|}{20} \times 100\% \\ &= \frac{10}{20} \times 100\% \\ &= 50\%\end{aligned}$$

30 mm

$$\begin{aligned}\% Error &= \frac{|14 - 30|}{30} \times 100\% \\ &= \frac{16}{30} \times 100\% \\ &= 53,3\%\end{aligned}$$

Perhitungan Panjang

Spesimen 2

10 mm

$$\begin{aligned}Error &= \frac{|10 - 10|}{10} \times 100\% \\&= 0\%\end{aligned}$$

20 mm

$$\begin{aligned}Error &= \frac{|16 - 20|}{20} \times 100\% \\&= \frac{4}{20} \times 100\% \\&= 20\%\end{aligned}$$

30 mm

$$\begin{aligned}Error &= \frac{|25 - 30|}{30} \times 100\% \\&= \frac{5}{30} \times 100\% \\&= 16,67\%\end{aligned}$$

Perhitungan Panjang

Spesimen 3

10 mm

$$\begin{aligned}Error &= \frac{|10 - 10|}{10} \times 100\% \\&= 0\%\end{aligned}$$

20mm

$$\begin{aligned}Error &= \frac{|19 - 20|}{20} \times 100\% \\&= \frac{1}{20} \times 100\% \\&= 5\%\end{aligned}$$

30mm

$$\begin{aligned}Error &= \frac{|30 - 30|}{30} \times 100\% \\&= 0\%\end{aligned}$$