

Rancang Bangun Blok Kalibrasi Non-Piping untuk Mendapatkan Perbandingan Kurva DAC dengan Blok Kalibrasi Piping pada Metode Pengujian Ultrasonik

Natasya Dwi Aprilia¹, Mochammad Luthfi, Dipl.Ing, M.T.,M.Sc.²

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : ndwiaprilgia00@gmail.com

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

ABSTRAK

Pengujian ultrasonik tidak merusak ialah pengujian yang memanfaatkan pantulan gelombang suara dari media tertentu. Metode tersebut digunakan untuk mengetahui lokasi dan besarnya cacat dalam benda uji. Akan tetapi, pada umumnya, gelombang suara yang merambat akan melemah semakin jauh dengan jaraknya. Pelemahan gelombang suara yang terjadi dapat digambarkan dalam bentuk kurva yang disebut kurva *distance amplitude correction* (DAC). Untuk mendapatkan kurva DAC dibutuhkan blok kalibrasi dimana terdapat beberapa lubang cacat buatan atau cacat referensi didalamnya. Blok kalibrasi pada umumnya ada dua bentuk yaitu *piping* dan *non-piping* mengikuti standar ASME V. Kali ini, kurva DAC didapatkan dari blok kalibrasi *non-piping* yang dibuat dan dapat digunakan sebagai *acceptance criteria* untuk pengujian ultrasonik pada sambungan las pipa bentuk T serta akan digunakan sebagai perbandingan dengan kurva DAC dari blok kalibrasi *piping* untuk mengetahui apakah adanya perbedaan dari hasil yang akan dijadikan kesimpulan atas keunggulan diantara kedua blok kalibrasi tersebut. Hasil dari penulisan ini juga hendaknya menjadi pemahaman dan alat bantu untuk meningkatkan pengetahuan teori dan praktik terutama dalam modul Pengujian ultrasonik tidak merusak.

Kata Kunci

Pengujian ultrasonik, Kurva DAC, *Acceptance Criteria*, Blok Kalibrasi

1. PENDAHULUAN

Non Destructive Test (NDT) adalah metode pengujian material yang digunakan untuk mengevaluasi sifat-sifat komponen tanpa perlu mengubah atau merusak struktur material yang diuji. Hal ini membantu dikarenakan adanya life limit pada setiap struktur. Kekuatan struktur akan terus berkurang akibat waktu dan pemakaian seperti pada sambungan las di suatu benda atau konstruksi.

Salah satu pengujian NDT yang umum dilakukan adalah pengujian ultrasonik dengan memanfaatkan pantulan gelombang suara pada media tertentu. Metode ultrasonik dapat digunakan untuk menentukan lokasi serta besar cacat yang dimiliki. Akan tetapi, energi gelombang suara yang dirambatkan akan melemah dibanding dengan jaraknya. Redaman yang terjadi tersebut itulah dapat digambarkan dalam bentuk kurva yang disebut kurva DAC (*Distance Amplitude Correction*) [6]. DAC *curve* (kurva DAC) adalah salah satu langkah untuk menganalisa hasil uji ultrasonik dari cacat buatan

yang sengaja dibuat pada blok kalibrasi untuk menghasilkan *acceptance criteria* (kriteria yang dapat diterima) sebagai referensi saat melakukan pengujian pada spesimen uji.

Tahun 2019, Ilham Yuda Permana dengan judul tugas akhir “Pembuatan Blok Kalibrasi Tipe Pipa untuk Menentukan Kurva *Distance Amplitude Correction* (DAC)” [1]. Blok kalibrasi *piping* yang dibuat tersebut memiliki dua sisi kalibrasi, satu di sisi aksial dan satu di sisi tangensial, memungkinkan proses pengujian pada sambungan las pipa dengan hasil yang akurat. Dengan menggunakan blok kalibrasi *piping* Ilham Yuda Permana dan blok kalibrasi *non-piping* yang dirancang menjadi tujuan penulisan untuk mendapatkan kurva DAC. Kesimpulan selanjutnya adalah mengenai perbandingan atau perbedaan dari data yang sudah diperoleh.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Ilham Yuda Permana [1] di tahun 2019 melakukan rancang bangun blok kalibrasi

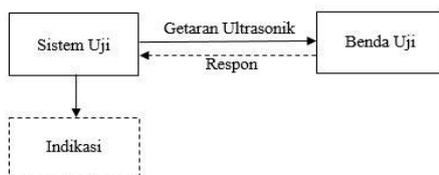
piping sebagai inspeksi sambungan las pipa bentuk T seperti pada Gambar 2.1. Hasil kurva *distance amplitude correction* (DAC) dari blok kalibrasi *piping* dengan pengujian ultrasonik untuk *side drill holes* (SDH) aksial akan digunakan yang kemudian hasil tersebut dibandingkan dengan kurva *distance amplitude correction* (DAC) dari blok kalibrasi non-*piping* yang dibuat. Hal tersebut bertujuan untuk memberikan kesimpulan apakah terdapat perbedaan dari kedua kurva *distance amplitude correction* (DAC) yang diperoleh.



Gambar 2.1 Blok Kalibrasi *Piping* Ilham Yuda Permana

Dalam perancangan blok kalibrasi, digunakan satu referensi yaitu ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) Bagian V. ASME merupakan suatu badan yang berasal dari Amerika Serikat yang menerbitkan standar-standar di bidang teknik, khususnya desain dan inspeksi. ASME yang berhubungan pada topik kali ini adalah ASME V Artikel 4 mengenai *Ultrasonic Examination Methods for Welds* dan ASME Bagian VIII *Appendix 12 Divisi 1* mengenai *Acceptance-Rejection Standards*.

Pada Gambar 2.2 menunjukkan cara kerja uji ultrasonik dimulai dari pemancaran gelombang ultrasonik dari transduser ke dalam benda uji kemudian getaran tersebut akan dipantulkan kembali apabila sudah mencapai ujung permukaan atau cacat berupa respon yang diterima lagi oleh transduser ke sistem uji sehingga menghasilkan indikasi. [4]



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Uji Ultrasonik [10]

Metode ultrasonik menggunakan gelombang suara frekuensi tinggi (gelombang ultrasonik

diatas 20KHz, biasanya 50KHz hingga 20 MHz) untuk melakukan pemeriksaan cacat dan pengukuran dimensi.

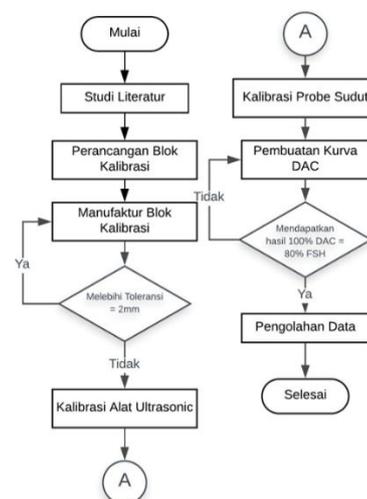
Secara definisi DAC adalah metode untuk mengukur cacat relatif dalam bentuk lubang bor samping (*side drill holes*) dan takik yang sengaja dibuat pada blok kalibrasi. Setelah kurva DAC dibuat, dapat dihitung berapa presentase perbandingan antara amplitudo dari indikasi cacat spesimen uji dengan kurva DAC yang sudah didapatkan [1].

Sesuai dengan acuan dari ASME VIII *Appendix 12 Divisi 1* mengenai *acceptance – rejection standar*, tertulis bahwa apabila indikasi yang ditemukan melebihi 20% dari *reference level* (100% DAC atau 80% FSH) [9] maka perlu dianalisis soal bentuk, jenis, dan lokasi dari cacat tersebut.

Blok kalibrasi yang digunakan kali ini menggunakan material ASTM A36 mengikuti material spesimen yang akan diuji. ASTM A36 adalah salah satu tipe baja karbon rendah yang paling umum digunakan karena kemampuan lasnya yang terbilang cukup bagus serta mudah untuk difabrikasi karena tingkat karbonnya yang rendah. ASTM A36 umumnya dipakai untuk struktur jembatan, bangunan, dan sebagainya.

3. METODOLOGI PENYELESAIAN

Metodologi yang digunakan pada penyelesaian masalah ini meliputi beberapa tahapan yang diringkas dalam bentuk diagram alir seperti yang bisa dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Blok Kalibrasi *Non-Piping*

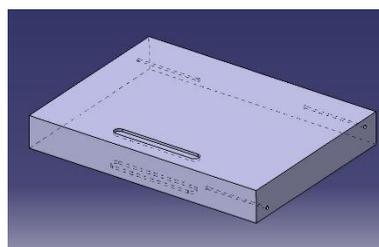
Perancangan dilakukan mengikuti standar ASME V Artikel 4 dan akan dibuat sebanyak dua buah. Blok kalibrasi *non-piping* mempunyai ukuran 150x110x19 mm dengan total toleransi 2mm, serta *side drill hole* (SDH) sebanyak tiga lubang di masing-masing blok kalibrasi, tiap lubang memiliki diameter yang sama yaitu 2mm dan panjang 40mm tetapi memiliki kedalaman yang berbeda-beda, yaitu $\frac{1}{4} T$, $\frac{1}{2} T$, dan $\frac{3}{4} T$, untuk ukuran takik (*notch*) dibuat di permukaan atas dan bawah dengan panjang 50mm, diameter 6mm, dan kedalaman 0,32mm. Ketentuan perancangan yang harus diikuti dan tambahannya dapat dilihat di Tabel 4.1.

Tabel 4.1 *Design Requirement Objective* (DRO)

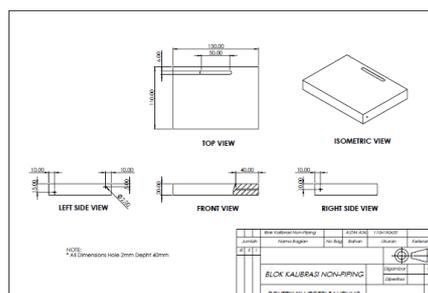
Standar referensi blok kalibrasi <i>non-piping</i>	ASME V Artikel 4
Material blok kalibrasi	ASTM A36
Jumlah blok kalibrasi	Dua
Spesifikasi ukuran blok kalibrasi	Panjang 150 mm Lebar 110 mm Tebal 19 mm (Toleransi 2mm)
Spesifikasi <i>side drill hole</i> (3 biji)	Kedalaman: $\frac{1}{4} T = \frac{1}{4} (19) = 4,75$ $\frac{3}{4} T = \frac{3}{4} (19) = 14,25$ $\frac{1}{2} T = \frac{1}{2} (19) = 9,5$ (Toleransi = 0,8 mm) Diameter = 2 mm Panjang = 40mm
Spesifikasi takik (<i>notch</i>) (2 biji)	Kedalaman: $1,6\%T = 1,6\% (19) = 0,32$ mm (Toleransi = 0,19mm)

	Diameter = 6mm Panjang = 50mm
Mesin yang digunakan dalam proses pembuatan	- Mesin bubut - Mesin <i>cutting</i> baja - Mesin <i>drill</i> - Mesin <i>milling</i>

Perancangan dibuat dalam 3D dan 2D seperti yang bisa dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Blok Kalibrasi *Non-Piping* Tiga Dimensi



Gambar 4.2 Blok Kalibrasi *Non-Piping* Dua Dimensi

4.2 Proses Manufaktur Blok Kalibrasi *Non-Piping*

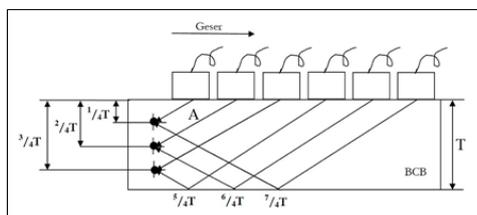
Setelah gambar perancangan dibuat, blok kalibrasi yang masih dalam bentuk raw material ASTM A36 dilakukan proses machining. Untuk penjelasan dan hasil tiap prosesnya dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Proses Manufaktur

No	Proses yang dilakukan	Benda Kerja	Penjelasan
----	-----------------------	-------------	------------

1	 Bubut		Ukuran awal: Panjang 250mm Lebar 150mm Tebal 25mm	4.3 Pembuatan Kurva Distance Amplitude Correction (DAC) Sebelum pencarian kurva DAC dimulai, lakukan kalibrasi terlebih dahulu pada alat uji ultrasonik dan probe-probe yang akan digunakan, termasuk menentukan titik indeks untuk setiap probe yang akan dipakai.
2	 Cutting		memotong blok menjadi 2 (dua) bagian sama ukuran.	Blok kalibrasi untuk kurva DAC kali ini adalah blok kalibrasi <i>non-piping</i> dari hasil dari perancangan, dapat dilihat di Gambar 4.3.
3	 Facing (Milling)		Mengurangi ukuran berlebih untuk panjang dan lebar menjadi ukuran yang sesuai jadi sesuai perancangan (TOL 2mm)	Gambar 4.3 Blok Kalibrasi <i>Non-Piping</i> Hasil Perancangan Blok kalibrasi <i>piping</i> untuk kurva DAC yang akan dijadikan perbandingan, terlihat pada Gambar 4.4.
4	 Notch making (Milling)		Ukuran Diameter: 6mm Panjang: 50mm Kedalaman 0,32mm (TOL 0,19mm)	Gambar 4.4 Blok Kalibrasi <i>Piping</i> Ilham Yuda Permana (2019) Berikut ini adalah tahapan untuk mendapatkan kurva DAC menggunakan alat ultrasonik MFD00C:
5	 Side drill hole making (Drilling)		Diameter: 2mm Ketebalan: 40mm Posisi: $\frac{1}{4}$ T $\frac{3}{4}$ T $\frac{1}{2}$ T (TOL 0,8mm)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siapkan peralatan uji ultrasonik, kabel <i>probe</i>, <i>probe</i>, <i>couplant</i>, dan blok kalibrasi. 2. Kalibrasi alat ultrasonik dan <i>probe</i>, termasuk mencari titik indeks <i>probe</i> sudut (lakukan kalibrasi <i>probe</i> setiap pergantian <i>probe</i>). 3. Posisikan <i>probe</i> dan gerakan secara maju-mundur untuk <i>scanning</i> seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5. Urutan pertama, <i>probe</i> di titik A menghadap SDH $\frac{1}{4}$ T. Atur <i>gain</i> agar amplitudo menaik, sampai pulsa amplitudo yang tertinggi muncul, pindahkan <i>gate</i> A ke pulsa tersebut

kemudian tekan *autogain* agar tinggi pulsa amplitudo mencapai 80% *full scale height* (FSH) atau sama dengan 100% DAC.



Gambar 4.5 Posisi Probe saat Melakukan Scanning [1]

4. Tekan *peakhold* untuk gate A pada pulsa tertinggi (80%FSH), kemudian aktifkan *setting* DAC (Layar akan menampilkan DAC01) dan pilih opsi *record* agar pulsa tersebut terekam dan otomatis membuatnya menjadi satu titik pertama untuk kurva DAC.
5. Lakukan hal yang sama dari No.2 sampai No.4 untuk lubang lain, lakukan secara berurutan mulai dari 2/4 T, 3/4 T, 5/4 T, 6/4 T, dan 7/4 T.
6. Setelah semua titik DAC didapatkan, tekan *finish* pada menu DAC, sehingga secara otomatis kurva DAC terbentuk untuk 80%, 40%, dan 20% *full scale height* (FSH).

4.4 Hasil Kurva DAC

4.4.1 Blok Kalibrasi *Non-Piping*

Penentuan kurva DAC dilakukan dengan menggunakan tiga probe sudut, yaitu 45°, 60°, dan 70°. Namun untuk membuat perbandingan, diambil hanya satu data dengan satu probe sudut yang sama, yaitu 45°, hasil kurva dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Kurva DAC Probe Sudut 45°

Kurva yang sudah ada, dihasilkan dari data-data yang tercatat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Data Kurva DAC *Non-Piping*

Non-Piping Probe 45°		
Kedalaman SDH	Gain	Indikasi pada %FSH
1/4 T	40	80%
2/4 T	40	53%
3/4 T	40	36%
5/4 T	40	24%
6/4 T	40	14%
7/4 T	40	9%

4.4.2 Blok Kalibrasi *-Piping*

Kurva DAC dari blok kalibrasi *piping* yang dirancang pada tahun 2019 oleh Ilham Yuda Permana dijadikan perbandingan dengan hasil kurva DAC blok kalibrasi *non-piping*, Hasil kurva DAC dengan menggunakan probe sudut 45° dan pada SDH aksial ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.6 Kurva DAC Probe Sudut 45° (*piping*)

Data yang menghasilkan kurva DAC *piping* dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.4 Data Kurva DAC *Piping*

Non-Piping Probe 45°		
Kedalaman SDH	Gain	Indikasi pada %FSH
1/4 T	44	80%
2/4 T	44	51%
3/4 T	44	23%
5/4 T	44	47%
6/4 T	44	25%
7/4 T	44	17%

5 KESIMPULAN

Blok kalibrasi *non-piping* selesai dirancang

dengan dimensi mengikuti ketentuan ASME V Artikel 4 dengan ukuran 150mm×110mm×20mm (memenuhi toleransi 2mm). Dari perancangan blok kalibrasi tersebut digunakan sebagai pembuatan kurva DAC dan telah menghasilkan 80%, 40%, dan 20% *full scale height* (FSH).

Hasil yang didapatkan dari perbandingan antara data dan kurva DAC kedua blok kalibrasi adalah terdapat pada indikasi %FSH dimana ketika leg 2 (pantulan 2) di SDH $^{5/4}$ sampai $^{7/4}$ T penurunan %FSH atau tinggi amplitudo masih cukup besar bagi *piping* dibandingkan *non-piping*, sehingga pada pencarian blok kalibrasi *piping* di spesimen uji kurang dari 20in (500mm), menjadikan blok kalibrasi *piping* ini dalam penggunaannya lebih baik dibandingkan *piping*. Dan perbedaan kedua adalah besarnya *gain* untuk mencapai 80%FSH untuk *piping* didapatkan lebih besar dibandingkan *non-piping*.

6 UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan tertinggi kepada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung karena telah memfasilitasi penulisan artikel ini, serta ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Mochammad Luthfi selaku pembimbing yang senantiasa telah memberikan ilmu dan dukungan selama penyelesaian artikel.

7 DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Y. Permana, "Pembuatan Blok Kalibrasi Piping untuk Menentukan Kurva DAC (Distance Amplitude Correction)," 2018.
- [2] J. Mahardika, "Pembuatan Blok Kalibrasi untuk Menentukan Kurva Distance Amplitude Correction," 2016.
- [3] P. B. Ginzel Ed, "Civa Modelling of Distance Amplitude Correction Curves on Flat Calibration Blocks," 2015.
- [4] Informasi Melakukan Ultrasonic Test, Indonesia, Kementrian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, 2018.
- [5] Non Destructive Testing: A Guidebook for Industrial Management and Quality Control Personnel, International Atomic Energy Agency, 1999.
- [6] A. A. Hendropasetyo Wing, "Penggunaan Kurva DAC (Distance Amplitude Correction) untuk Menentukan Ukuran Diskontinuitas Internal pada Baja Karbon".
- [7] Guidebook for the Fabrication of Non Destructive Testing (NDT) Test Specimens., International Atomic Energy Agency, 2001.
- [8] ASME Boiler and Pressure Vessel Code an International Code Section V, 2019: The American Society of Mechanical Engineers.
- [9] ASME Boiler and Pressure Vessel Code an International Code Section VIII, Appendix 12, Division 1, The American Society of Mechanical Engineers, 2019.
- [10] J. Prayudha, "Rancang Bangun Blok Kalibrasi dan Spesimen Uji NDT UT Berupa Pelat & Pipa dengan Sambungan Las," 2017.