

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Non-Destructive Testing (NDT) merupakan metode inspeksi yang digunakan untuk mengavaluasi kondisi material, komponen, atau sambungan tanpa merusak fungsinya. Disektor industri seperti minyak dan gas, pembangkit energi, petrokimia, dan manufaktur, NDT berperan dalam menjaga keandalan dan keselamatan sistem teknis yang beroperasi pada tekanan dan temperatur tinggi. Teknik radiografi merupakan salah satu metode NDT yang memiliki sensitivitas tinggi dalam mendeteksi cacat internal sehingga banyak digunakan dalam inspeksi sambungan las pipa maupun pressure vessel (Khakim & Hanto, 2025)

Salah satu sumber radiasi yang banyak diaplikasikan dalam radiografi industri adalah isotop Iridium-192, karena energi radiasinya sesuai untuk material baja dengan ketebalan menengah serta dapat merekam gambaran internal objek tanpa pembongkaran instalasi (Riska et al., 2022; Liu et al., 2025). Keandalan citra radiografi dipengaruhi oleh parameter geometris seperti waktu ekposur, karakteristik sumber, serta jarak antara sumber dan film atau Source Film Distance (SFD). Pengaturan parameter ini berpengaruh terhadap densitas, kontras, ketajaman citra, serta efektivitas dosis paparan radiasi (Khakim & Hanto, 2025).

Pada inspeksi pipa berdiameter kecil, konfigurasi radiografi menjadi lebih sensitif terhadap penataan geometri. Hal ini

disebabkan oleh bentuk pipa yang melengkung sehingga menuntut pengaturan sudut sumber, posisi film, dan jarak SFD yang lebih presisi agar citra yang dihasilkan dapat menampilkan indikasi cacat secara akurat. Roudotul (2024) menunjukkan bahwa dalam penerapan teknik radiografi pada pipa Sch 40 diperlukan perhitungan SFD minimal untuk memenuhi batas geometric unsharpness sesuai standar, sehingga ketajaman citra dapat dipertahankan. (Riska et al, 2022)

Teknik radiografi Double Wall Double View (DWDV) merupakan teknik yang umum digunakan pada inspeksi pipa berdiameter kecil, karena memungkinkan visualisasi cacat dengan dua sudut pandang meskipun ruang inspeksi terbatas (Riska et al, 2022) menyatakan bahwa DWDI/DWDV menjadi teknik pilihan ketika pipa memiliki diameter nominal kurang dari 3,5 inch, sebagaimana diatur dalam ASME Section V Edisi Tahun 2025. Namun demikian, teknik ini sangat sensitif terhadap pengaturan posisi sumber dan film sehingga kesalahan dalam penentuan parameter dapat menurunkan kualitas citra.

Walaupun sejumlah penelitian terdahulu telah membahas pengaruh variasi parameter radiografi seperti waktu eksposur, energi sumber, dan konfigurasi teknik terhadap kualitas film, sebagian besar penelitian tersebut dilakukan pada pipa berdiameter lebih besar atau menggunakan teknik selain DWDV. Kajian yang secara spesifik menganalisis pengaruh variasi SFD terhadap kualitas film radiografi menggunakan teknik DWDV pada pipa berdiameter kecil (OD ± 60 mm) dengan ketebalan dinding 8 mm dan sumber Ir-192 masih jarang dilaporkan dalam literatur

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan penelitian yang menganalisis secara kuantitatif pengaruh variasi SFD terhadap parameter kualitas citra film seperti densitas, kontras, dan ketajaman dalam inspeksi pipa OD 59,7 mm dengan ketebalan 8 mm menggunakan teknik DWDV dan sumber Ir-192. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar teknis dalam penentuan SFD yang optimal sehingga kualitas citra dapat ditingkatkan tanpa peningkatan waktu eksposur maupun paparan radiasi secara berlebihan

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, peneliti dapat menarik beberapa rumusan masalah, diantaranya sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi jarak sumber isotop Ir-192 ke film (Source Film Distance/SFD) terhadap kualitas hasil radiografi film pada inspeksi pipa dengan outside diameter 59,7 mm dan ketebalan dinding 8 mm menggunakan teknik Double Wall Double View (DWDV)?
2. Bagaimana hubungan antara perubahan SFD dengan parameter kualitas citra radiografi film, seperti densitas film, ketajaman citra (geometric unsharpness), dan keterlihatan indikator kualitas citra (IQI), pada konfigurasi DWDV untuk pipa berdimensi kecil tersebut?
3. Pada rentang SFD tertentu, sejauh mana peningkatan atau penurunan kualitas citra radiografi terjadi, serta bagaimana pengaruhnya terhadap kebutuhan waktu eksposur dan potensi peningkatan dosis radiasi dalam teknik DWDV?
4. Berapa nilai atau rentang SFD yang paling optimal untuk menghasilkan kualitas radiografi film yang memenuhi kriteria standar inspeksi, tanpa mengorbankan efisiensi

inspeksi dan keselamatan radiasi, pada pemeriksaan pipa OD 59,7 mm dengan ketebalan 8 mm menggunakan sumber Ir-192?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terfokus, terukur, dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka batasan masalah dalam penelitian ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas pengaruh variasi *Source Film Distance (SFD)* terhadap hasil radiografi film, tanpa mengkaji pengaruh parameter radiografi lainnya seperti jenis film, jenis *intensifying screen*, atau variasi energi radiasi.
2. Sumber radiasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah isotop Iridium-192 (Ir-192), sehingga hasil penelitian tidak berlaku untuk sumber radiasi lain seperti Co-60 atau sinar-X.
3. Objek penelitian dibatasi pada pipa baja dengan spesifikasi outside diameter 59,7 mm dan ketebalan dinding 8 mm, sehingga kesimpulan penelitian tidak digeneralisasikan untuk pipa dengan dimensi atau material yang berbeda.
4. Teknik radiografi yang digunakan adalah *Double Wall Double View (DWDV)*, sehingga teknik radiografi lain seperti *Single Wall Single View (SWSV)* atau *Tangential Radiography* tidak dibahas.
5. Penilaian kualitas hasil radiografi dibatasi pada parameter kualitas citra film, seperti densitas film, ketajaman citra (*geometric unsharpness*), dan keterlihatan indikator kualitas citra (IQI), tanpa melakukan evaluasi jenis atau ukuran cacat aktual.

6. Penelitian ini tidak membahas aspek ekonomi secara detail, namun mempertimbangkan waktu eksposur dan implikasi keselamatan radiasi secara kualitatif sebagai bagian dari analisis teknis.

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh jarak sumber isotop Ir-192 ke film (*Source Film Distance/SFD*) terhadap kualitas hasil radiografi film pada inspeksi pipa menggunakan teknik *Double Wall Double View (DWDV)*.

1.4.2 Tujuan Khusus

Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pengaruh variasi SFD terhadap kualitas citra radiografi film pada inspeksi pipa dengan OD 59,7 mm dan ketebalan dinding 8 mm menggunakan teknik DWDV
2. Menentukan hubungan antara perubahan SFD dengan parameter kualitas citra radiografi film, yaitu densitas film dan keterlihatan IQI.
3. Mengevaluasi pengaruh variasi SFD terhadap kebutuhan waktu eksposur dan implikasinya terhadap keselamatan radiasi dalam penerapan teknik DWDV
4. Menentukan nilai atau rentang SFD yang optimal untuk menghasilkan kualitas radiografi film yang memenuhi kriteria standar inspeksi tanpa mengurangi efisiensi dan keselamatan kerja

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Non-Destructive Testing (NDT), khususnya radiografi film, dengan menyediakan data empiris mengenai hubungan kuantitatif antara *Source Film Distance (SFD)* dan kualitas citra radiografi pada teknik *Double Wall Double View (DWDV)* untuk pipa berdiameter kecil dan berdinding tipis.

1.5.2 Manfaat Praktis

Secara Praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat:

1. Menjadi acuan teknis bagi praktisi dan inspektor radiografi dalam menentukan pengaturan SFD yang optimal pada inspeksi pipa berdiameter kecil
2. Membantu meningkatkan kualitas dan keandalan hasil inspeksi radiografi, sehingga risiko kesalahan interpretasi dapat diminimalkan
3. Mendukung peningkatan efisiensi waktu eksposur dan pengendalian dosis radiasi, sehingga keselamatan kerja radiografer dapat lebih terjamin
4. Menjadi bahan pertimbangan dalam penyusunan atau evaluasi prosedur inspeksi radiografi di lingkungan industri

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan skripsi ini disusun untuk memberikan gambaran yang sistematis dan terstruktur mengenai keseluruhan isi penelitian, dengan rincian sebagai berikut:

1. Bagian awal

Bagian awal skripsi ini berisi tentang halaman judul skripsi, halaman pengesahan, abstrak, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel

2. Bagian Inti

Bagian ini merupakan pokok pembahasan dalam skripsi yang terdiri dari lima bab, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan skripsi

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Bab ini memuat teori-teori dasar yang relevan dengan penelitian, meliputi prinsip radiografi industri, karakteristik sumber Ir-192, konsep Source Film Distance (SFD), teknik Double Wall Double View (DWDV), kualitas citra radiografi film, serta tinjauan terhadap penelitian terdahulu yang berkaitan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, termasuk desain eksperimen, spesifikasi objek uji, pengaturan radiografi, variasi SFD yang diterapkan, parameter pengukuran kualitas citra, serta prosedur pengambilan dan pengolahan data

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengujian radiografi yang diperoleh, analisis pengaruh variasi SFD terhadap kualitas citra radiografi film, serta pembahasan hasil

penelitian yang dikaitkan dengan teori dan penelitian sebelumnya

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang ditarik berdasarkan hasil penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya dan penerapan hasil penelitian di bidang inspeksi radiografi industri

