



PERAKITAN ALAT VACUUM TEST (NDT) DI PT. KINTOMO ENGINEERING

Argyono Cahyono Adi^{*1}, Ilham Arifin Pahlawan²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Gresik e-mail: e-mail: *argyono.adi@umg.ac.id,

Abstrak

Penelitian ini membahas proses perakitan dan pengujian alat Vacuum Test sebagai salah satu metode Non-Destructive Test (NDT) untuk mendeteksi kebocoran pada sambungan las. Kegiatan ini dilakukan di PT. Kintomo Engineering Group, Gresik, dengan tujuan untuk memahami prinsip kerja, prosedur perakitan, serta efektivitas alat Vacuum Test dalam aplikasi industri. Metode yang digunakan meliputi observasi langsung, partisipasi dalam kegiatan teknis, serta analisis simulasi menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat Vacuum Test yang dirakit mampu mencapai tekanan hingga 50–100 mbar dan berfungsi dengan baik dalam mendeteksi cacat berupa porositas atau retakan mikro pada sambungan las. Simulasi menunjukkan tegangan maksimum hanya 0,613 MPa dengan faktor keamanan sebesar 15, yang berarti alat aman digunakan secara berulang. Berdasarkan hasil tersebut, metode Vacuum Test terbukti efektif sebagai alat bantu inspeksi visual untuk mendeteksi kebocoran tanpa merusak struktur material.

Kata kunci—Kebocoran, NDT, Perakitan, Simulasi Struktur, Vacuum Test

Abstract

This study discusses the assembly and testing process of a Vacuum Test device as part of a Non-Destructive Testing (NDT) method to detect leakage in welded joints. The project was carried out at PT. Kintomo Engineering Group, Gresik, aiming to understand the working principles, assembly procedures, and effectiveness of the Vacuum Test tool in industrial applications. The methodology included direct observation, technical participation, and structural simulation using Autodesk Inventor software. The test results showed that the assembled Vacuum Test device could reach a pressure of 50–100 mbar and effectively detect defects such as porosity and micro-cracks in weld joints. Simulation analysis indicated a maximum stress of only 0.613 MPa with a safety factor of 15, confirming that the tool is structurally safe for repeated use. These findings demonstrate that the Vacuum Test method is an effective and reliable visual inspection technique for detecting leakage without damaging the tested material.

Keywords— Assembly, Leakage, NDT, Structural Simulation, Vacuum Test

1. PENDAHULUAN

Perkembangan sektor manufaktur dan layanan teknik memerlukan adanya prosedur inspeksi yang tepat, cepat, dan aman untuk menjamin mutu serta keamanan suatu komponen. Salah satu teknik *Non-Destructive Testing* (NDT) yang populer digunakan dalam mendeteksi kebocoran pada sambungan las adalah pengujian *Vacuum*. Teknik ini beroperasi dengan menggunakan prinsip perbedaan tekanan untuk menemukan cacat seperti porositas, retak halus, dan kebocoran mikro yang tidak dapat terlihat dengan mata telanjang

Dalam konteks industri, pemanfaatan alat *Vacuum Test* sangat krusial terutama dalam proses pembuatan tangki, pipa, bejana tekan, dan struktur logam lainnya. Meskipun tampak sederhana, kualitas alat *Vacuum Test* sangat berpengaruh pada efektivitas inspeksi. Oleh sebab itu, proses perakitan alat harus dilakukan dengan cermat agar menghasilkan sistem yang kedap udara, aman, dan mampu menahan tekanan operasional sesuai dengan standar yang berlaku.

PT. Kintomo Engineering Group sebagai entitas di bidang layanan teknik yang fokus pada inspeksi, kalibrasi, dan pengujian NDT menawarkan kesempatan yang baik untuk mempelajari proses ini secara praktis. Dengan kegiatan praktik kerja yang dilakukan oleh mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Gresik, terdapat proses perakitan sekaligus pengujian alat *Vacuum Test* dari tahap perancangan, penyusunan komponen, pengujian awal, hingga aplikasi nyata pada sambungan las.

Tulisan ini menguraikan tentang proses perakitan alat *Vacuum Test*, penilaian kinerjanya, serta analisis dari hasil uji yang dilakukan di lapangan. Selain itu, artikel ini juga mengkaji penerapan metode NDT tambahan seperti *Penetrant Test* (PT) untuk memastikan keandalan material sebelum dilakukan uji kebocoran. Pembahasan ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai pentingnya desain alat uji yang efektif serta meningkatkan pengetahuan tentang penerapan teknologi

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif-deskriptif yang berfokus pada proses perakitan alat, pengujian performa, serta analisis struktur menggunakan simulasi numerik. Tahapan metode penelitian dijelaskan secara sistematis sebagai berikut:

2,1 Tahapan Persiapan dan Studi Literatur

Tahapan awal dilakukan dengan mempelajari teori dasar mengenai prinsip kerja sistem vakum, hukum tekanan diferensial, serta metode *Vacuum Test* dalam pengujian *Non-Destructive Testing*. Literatur yang digunakan berasal dari standar ASME, ASTM, serta referensi penelitian terkait alat uji kebocoran. Selain itu, dilakukan pengumpulan data teknis mengenai spesifikasi pompa vakum, *vacuum gauge*, selang fleksibel, serta material yang akan digunakan.

2,2 Perancangan dan Perakitan Alat

Setelah studi literatur, dilakukan perancangan alat menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor untuk menentukan dimensi, ketebalan, dan konfigurasi komponen utama seperti vacuum box, pompa vakum, gauge, dan O-ring. Setelah rancangan tervalidasi secara visual, proses perakitan dilaksanakan dengan menggabungkan seluruh komponen menjadi satu sistem tertutup. Perhatian khusus diberikan pada kebersihan sambungan dan kerapatan O-ring agar tidak terjadi kebocoran udara.

2,3 Pengujian Fungsional dan Kalibrasi Tekanan

Pengujian dilakukan untuk memastikan alat dapat mencapai tekanan kerja sesuai spesifikasi. Pompa dijalankan dan tekanan dipantau menggunakan *vacuum gauge*. Pengukuran dilakukan pada beberapa kondisi:

1. Uji kebocoran awal, untuk mengetahui kestabilan tekanan selama 10 menit.
2. Uji permukaan datar, untuk memastikan alat bekerja baik tanpa sambungan las.

3. Uji sambungan las, dengan mengamati munculnya gelembung pada permukaan yang diberi cairan sabun. Tekanan target dalam pengujian berkisar antara -50 hingga -80 kPa. Kebocoran diidentifikasi dari fluktuasi tekanan atau munculnya gelembung udara pada area las.

2.4 Simulasi dan Analisis Struktur

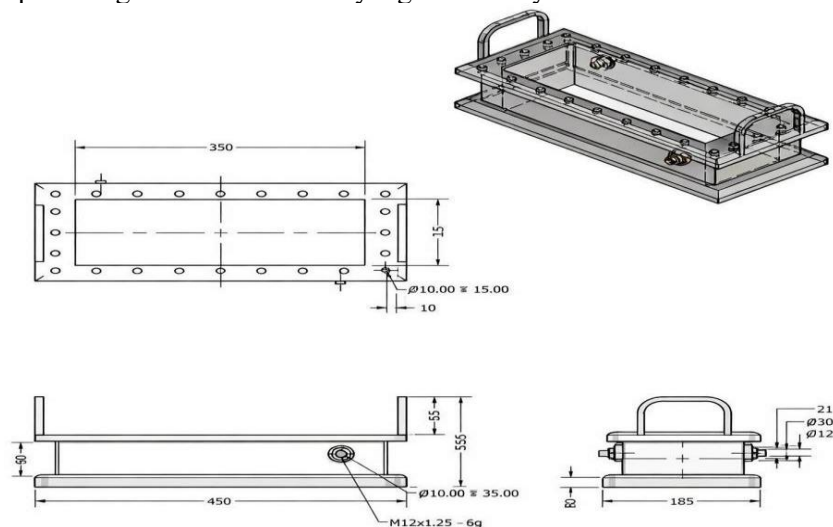
Simulasi serta analisis struktur dilaksanakan untuk memastikan bahwa rancangan perangkat Vacuum Test memiliki kekuatan yang cukup dan aman saat digunakan dalam lingkungan kerja yang sesungguhnya. Proses simulasi diterapkan dengan bantuan perangkat lunak Autodesk Inventor yang bertujuan untuk mengetahui sebaran tegangan, deformasi, serta faktor keamanan dari elemen utama alat, khususnya pada bagian Vacuum Box yang menanggung beban tekanan diferensial.

Model tiga dimensi alat diciptakan terlebih dahulu dengan lengkap sesuai ukuran yang sesungguhnya. Selanjutnya, kondisi pembebanan diberlakukan berdasarkan tekanan operasional perangkat, yang sekitar 0,008 MPa atau setara dengan 60 cmHg tekanan negatif. Bahan yang digunakan adalah Aluminium 6061, yang memiliki sifat mekanik berupa tegangan luluh tinggi dan ketahanan terhadap korosi yang baik, sehingga sangat tepat untuk digunakan dalam kondisi pengujian Vacum.

Dari hasil simulasi didapatkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi pada struktur hanya 0,613 MPa, yang jauh di bawah batas tegangan luluh dari bahan tersebut. Maximum deformation yang terjadi juga sangat kecil, yakni sekitar 0,0019 mm, sehingga tidak mengubah bentuk atau fungsi dari alat tersebut. Selain itu, perhitungan faktor keamanan menghasilkan angka 15, yang menunjukkan bahwa desain tersebut masih dalam ambang batas aman yang sangat baik untuk pemakaian berulang.

Berdasarkan temuan dari simulasi tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa rancangan Vacum Box beserta seluruh komponen pendukungnya telah memenuhi kriteria keamanan struktural. Ini menunjukkan bahwa perangkat yang dirakit tidak hanya berfungsi dengan baik, tetapi juga memenuhi standar kekuatan yang diperlukan untuk digunakan dalam proses Pengujian Non-Destruktif Testing (NDT).

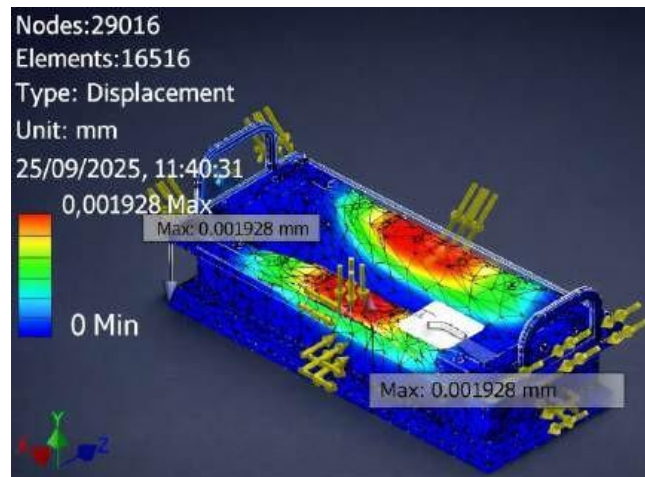
Hasil simulasi menjadi dasar evaluasi apakah desain alat aman digunakan secara berulang dalam kondisi kerja nyata. Berikut desain dan perhitungan dari alat vakum yang sebelumnya rusak.



Gambar 1. Desain alat *Vacuum Test*

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil simulasi distribusi deformasi pada *vacuum box* menggunakan *Autodesk Inventor* pada tekanan operasi sebesar 0,008 MPa. Warna merah menunjukkan daerah dengan deformasi terbesar, sedangkan warna biru menunjukkan deformasi paling kecil.

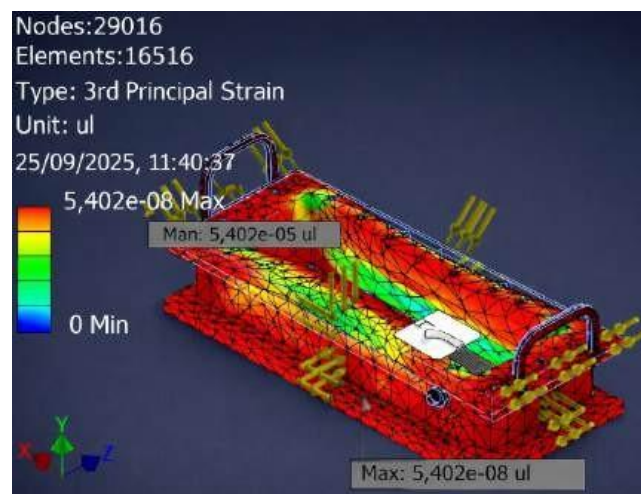


Gambar 2. Hasil simulasi deformasi pada *vacuum box*.

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa deformasi maksimum terjadi pada bagian tengah *vacuum box* yang menerima beban tekanan vakum secara langsung. Daerah tersebut ditunjukkan dengan warna merah, sedangkan bagian tepi yang berwarna biru mengalami deformasi yang sangat kecil. Nilai deformasi maksimum sebesar 0,001928 mm menunjukkan bahwa perubahan bentuk yang terjadi sangat kecil sehingga tidak memengaruhi dimensi maupun fungsi *vacuum box* selama proses pengujian. Hal ini menunjukkan bahwa desain struktur memiliki tingkat kekakuan yang baik dan mampu mempertahankan bentuknya ketika menerima tekanan kerja.

Nilai deformasi yang sangat kecil tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu penggunaan material aluminium 6061 yang memiliki kekuatan dan kekakuan yang baik, geometri *vacuum box* yang mampu mendistribusikan beban secara merata, serta tekanan operasi yang relatif rendah sebesar 0,008 MPa. Kombinasi faktor-faktor tersebut menyebabkan tegangan yang terjadi masih berada jauh di bawah batas luluh material, sehingga perubahan bentuk yang dialami *vacuum box* sangat kecil dan tidak memengaruhi kinerja alat selama proses pengujian.

Selain itu, berikut hasil simulasi distribusi regangan utama ketiga (Third Principal Strain) pada *vacuum box* menggunakan *Autodesk Inventor*. Distribusi warna menunjukkan tingkat regangan yang terjadi akibat pembebanan tekanan vakum.



Gambar 3. Hasil simulasi regangan utama ketiga pada *vacuum box*.

Gambar 3 memperlihatkan distribusi regangan utama ketiga (*Third Principal Strain*) pada *vacuum box*. Regangan maksimum yang diperoleh sebesar $5,402 \times 10^{-8}$, yang menunjukkan bahwa material hanya mengalami regangan elastis dalam jumlah yang sangat kecil. Distribusi regangan terlihat relatif merata sehingga tidak terdapat konsentrasi regangan yang berpotensi menyebabkan retak ataupun kegagalan struktur. Hasil ini mengindikasikan bahwa material aluminium 6061 masih bekerja jauh di bawah batas luluhnya sehingga aman digunakan pada tekanan operasi *Vacuum Test*.

Rendahnya nilai regangan menunjukkan bahwa material masih berada pada daerah elastis, sehingga setelah beban tekanan vakum dilepaskan, *vacuum box* dapat kembali ke bentuk semula tanpa mengalami deformasi permanen. Kondisi ini mengindikasikan bahwa rancangan alat memiliki ketahanan struktur yang baik dan layak digunakan secara berulang dalam proses inspeksi Non-Destructive Testing (NDT).

Secara keseluruhan, hasil simulasi menunjukkan bahwa *vacuum box* memiliki deformasi dan regangan yang sangat kecil pada tekanan operasi 0,008 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa struktur yang dirancang memiliki kekakuan dan kekuatan yang memadai sehingga mampu mempertahankan kinerjanya selama proses *Vacuum Test*. Dengan demikian, desain alat dinilai aman dan layak digunakan secara berulang sebagai media inspeksi Non-Destructive Testing (NDT).

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa proses perakitan alat Vacuum Test (NDT) di PT. Kintomo Engineering Group telah berhasil menghasilkan perangkat yang berfungsi dengan baik untuk mendeteksi kebocoran pada sambungan las. Hasil pengujian membuktikan bahwa alat mampu mencapai tekanan kerja yang stabil dan dapat mengidentifikasi cacat berupa porositas maupun retakan mikro secara efektif melalui metode Vacuum Test.

Analisis struktur menggunakan Autodesk Inventor menunjukkan bahwa rancangan vacuum box memiliki kekuatan dan kekakuan yang memadai untuk menahan tekanan operasi. Nilai tegangan, deformasi, dan regangan yang diperoleh masih berada dalam batas aman, serta didukung oleh faktor keamanan yang tinggi, sehingga

menunjukkan bahwa alat layak digunakan secara berulang tanpa mengalami penurunan kinerja maupun perubahan bentuk yang signifikan. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa alat *Vacuum Test* yang dirakit telah memenuhi aspek fungsional dan keamanan struktural, sehingga dapat diterapkan sebagai media inspeksi *Non-Destructive Testing* (NDT) yang efektif, aman, dan andal dalam mendukung kegiatan pemeriksaan kebocoran pada industri.

5. SARAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian pada variasi tekanan operasi, jenis material vacuum box, serta bentuk geometri yang berbeda untuk memperoleh informasi yang lebih komprehensif mengenai karakteristik kekuatan struktur. Selain itu, hasil simulasi numerik dapat divalidasi melalui pengujian eksperimental sehingga tingkat akurasi analisis struktur dapat ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kojongian, L., Tumbuan, W. J. F. A., & Ogi, I. W. J. (2022). Penerapan metode penelitian kualitatif dalam bidang teknik. *Jurnal Teknik Industri*, 17(2), 45–53.
- [2] Ulandari, R., Razzaq, R., & Marianti, A. (2023). Penelitian deskriptif: Pendekatan dan penerapannya dalam dunia industri teknik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi*, 9(1), 12–20.
- [3] PT. Kintomo Engineering Group. (2024). Profil perusahaan dan layanan teknik. Gresik: PT. Kintomo Engineering Group.
- [4] ASME. (2019). ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section V: Nondestructive Examination. American Society of Mechanical Engineers.
- [5] ASTM International. (2018). ASTM E515 – Standard Test Method for Leaks Using Bubble Emission Techniques. ASTM International.
- [6] ASTM International. (2020). ASTM E1003 – Standard Test Method for Hydrostatic Leak Testing. ASTM International.
- [7] Hellier, C. (2013). *Handbook of Nondestructive Evaluation* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- [8] Hatch, J. E. (1984). *Aluminum: Properties and Physical Metallurgy*. American Society for Metals.
- [9] Autodesk Inc. (2021). *Autodesk Inventor Professional – Stress Analysis Guide*. Autodesk Documentation