SKRIPSI

ANALISA KEKUATAN PADA PENGELASAN *T-JOINT* PIPA $CuNi_{10}Fe_1Mn$ DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Disusun Oleh:

Muhammad Rofiq Sani (20221334001)

Dosen Pembimbing:

Dr. Ir. Mochamad Zaed Yuliadi, M.Sc.

Dr. Ir. Pramudya Imawan Santosa, M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA

2026

SKRIPSI

ANALISA KEKUATAN PADA PENGELASAN *T-JOINT* PIPA $CuNi_{10}$ Fe_1 Mn DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Disusun Oleh:

Muhammad Rofiq Sani (20221334001)

Dosen Pembimbing:

Dr. Ir. Mochamad Zaed Yuliadi, M.Sc.

Dr. Ir. Pramudya Imawan Santosa, M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK PERKAPALAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA

2026

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISA KEKUATAN PADA PENGELASAN *T-JOINT* PIPA MATERIAL $CuNi_{10}$ Fe_1 Mn DENGAN *SADDLE* MENGGUANAKAN ELEMEN HINGGA

Disusun untuk memenuhi persyaratan akademik Gelar Sarjana di program studi teknik perkapalan fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya

oleh :

Muhammad Rofiq Sani

NIM : 20221334001

Surabaya, 20 Juni 2026

Disahkan oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars.

NIP .0012.03.1.1961.17.245

Disetujui oleh :

Program Studi Teknik Perkapalan

Dr. Ir. Mochamad Zaed Yuliadi, M.Sc

NIP .012.03.1.1964.95.013

HALAMAN PERSETUJUAN BIMBINGAN

ANALISA KEKUATAN PADA PENGELASAN *T-JOINT* PIPA MATERIAL $CuNi_{10}$ Fe_1 Mn DENGAN MENGGUANAKAN ELEMEN HINGGA

Skripsi yang ditulis oleh Muhammad Rofiq Sani ini telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk di ajukan tanggal

Oleh :

MUHAMMAD ROFIQ SANI

NIM. 20221334001

Dosen Pembimbing	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Ir. Mochamad Zaed Yuliadi, M.Sc. (Dosen Pembimbing I)	.....	20 Juni 2026
Dr. Ir. Pramudya Imawan Santosa, M.T. (Dosen Pembimbing II)	.....	20 Juni 2026

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Perkapalan

Dr. Ir. Mochamad Zaed Yuliadi, M.Sc.

NIP .0012.03.1.1961.17.245

LEMBAR PERSETUJUAN PANITIA UJIAN

Skripsi telah di uji dan dinyatakan sah oleh panitia Ujian di tingkat sarjana (S1)
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya
Sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana teknik.

Dosen Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
Dian Prasetyawati, S.T., M.T.	.....	20 Juni 2026
Dr. Betty Ariani, S.T., M.T.	.....	20 Juni 2026
Winda Amalia Herdianti, S.T.,M.T	.....	20 Juni 2026

Mengetahui, Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars.
NIP. 012.03.1.1964.95.013

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Muhammad Rofiq sani
NIM	: 20221334001
Fakultas	: Teknik
Program Studi	: Teknik Perkapalan

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan tugas akhir ini merupakan hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiasi, baik sebagian maupun keseluruhan. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat unsur plagiasi, saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai ketentuan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Surabaya, 20 Juni 2026



Muhammad Rofiq Sani

NIM. 20221334001

Dipindai dengan CamScanner

ANALISA KEKUATAN PADA PENGELASAN *T-JOINT* PIPA $CuNi_{10}$ Fe_1 Mn DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Name : **Muhammad Rofiq Sani**
Student ID **20221334001**
Study Program : **Naval Architecture**
Institution : **Muhammadiyah University of Surabaya**

ABSTRAK

Sistem pemadam kebakaran di dalam kapal menggunakan pipa material $CuNi_{10}$ Fe_1 Mn dengan desain sambungan pengelasan pipa salah satunya adalah *T-Joint* dengan *saddle*. Tugas akhir ini meneliti tentang perbandingan sambungan pipa *T-Joint* tanpa *saddle* dan *T-Joint* dengan *saddle* yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan eksperimental pengelasan pipa $CuNi_{10}$ Fe_1 Mn baik *T-Joint* dengan *saddle* dan *T-Joint* tanpa *saddle.* Keduanya di uji dengan metode *hidrotest* sesuai peraturan BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) dimana sambungan las diberikan tekanan sebesar 15 bar. Hasil eksperimen pengelasan kedua sambungan *T-Joint* tersebut kemudian kekuatannya divalidasi dengan simulasi numerik menggunakan metode elemen hingga pada perangkat lunak *ANSYS*. Simulasi numerik ini juga digunakan untuk menganalisa tegangan sesudah pengelasan. Tegangan sambungan las *T-Joint* dengan *saddle* adalah 27.843 MPa, sedangkan tegangan tanpa saddle adalah 35.327 MPa. Kekuatan material pipa $CuNi_{10}$ Fe_1 Mn (*yield strength*) adalah 154 MPa sehingga kekuatan sambungan pengelasan *T-Joint* tanpa *saddle* memenuhi persyaratan. Proses pengelasan pipa tanpa *saddle* memerlukan waktu 30,85 menit sedangkan pengelasan dengan saddle memerlukan waktu 75,08 menit. Dari perhitungan ini terlihat adanya penghematan waktu sebesar 44,23 menit atau 58,91%.

Kata kunci: ***ANSYS, Efesiensi waktu, Hidrotest, Saddle, T-Joint***

The Strength Analysis of $CuNi_{10}$ Fe_1 Mn Pipe T-Joint Welding Using the Finite Element Method

Name : **Muhammad Rofiq Sani**
Student ID **20221334001**
Study Program : **Naval Architecture**
Institution : **Muhammadiyah University of Surabaya**

ABSTRACT

Fire suppression systems on ships use $CuNi_{10}$ Fe_1 Mn pipes, with one of the pipe joint designs being a T-joint with a saddle. This final project investigates a comparison between T-joints without a saddle and T-joints with a saddle, conducted using an experimental approach to welding $CuNi_{10}$ Fe_1 Mn pipes for both types of T-joints. Both were tested using the hydrostatic test method in accordance with BKI (Indonesian Classification Bureau) regulations, where the welded joints were subjected to a pressure of 15 bar. The strength of the welded joints from both T-Joint experiments was then validated through numerical simulations using the finite element method in ANSYS software. These numerical simulations were also used to analyze post-welding stresses. The stress in the T-joint weld with a saddle was 27.843 MPa, while the stress in the T-joint without a saddle was 35.327 MPa. The yield strength of the $CuNi_{10}$ Fe_1 Mn pipe material is 154 MPa; therefore, the strength of the T-joint weld without a saddle meets the requirements. The pipe welding process without a saddle takes 30.85 minutes, while welding with a saddle takes 75.08 minutes. These calculations showed a time savings of 44.23 minutes, or 58.91%.

Keywords: ***ANSYS, Time Efficiency, Hydro test, Saddle, T-Joint***

KATA PENGANTAR

Assalamu'allaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia- Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "ANALISA KEKUATAN PENGELASAN PADA *T-JOINT* PIPA $CuNi_{10}$ Fe_1 Mn DENGAN METODE ELEMEN HINGGA". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Muhhamadiyah Surabaya.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa perjalanan yang ditempuh penuh dengan tantangan, rintangan, dan pembelajaran. Layaknya kapten Monkey D. Luffy dan kru Topi Jerami dalam anime *One Piece* yang terus berlayar menembus badai dan menghadapi berbagai cobaan demi mencapai *Grand Line*, penulis pun melalui berbagai proses panjang dari riset, percobaan, hingga revisi dengan semangat pantang menyerah dan keyakinan akan pentingnya tujuan akhir.

Penyusunan laporan ini tentu tidak lepas dari bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala kelancaran dan kemudahan yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Ucapan terima kasih yang mendalam penulis sampaikan kepada kedua orang tua (Bapak Suyanto dan Ibu Ulchiyah) dan saudara atas doa, dukungan, motivasi, dan arahannya dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Mundakir, S.Kep., Ns., M.Kep. FISQua selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Surabaya.
4. Bapak Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.
5. Bapak Dr. Ir. Mochamad Zaed Yuliadi, M.Sc., selaku Koordinator Program Studi Teknik Perkapalan.

6. Bapak Dosen Dr. Ir. Mochamad Zaed Yuliadi, M.Sc., dan Bapak Dr. Ir. Pramudya Imawan Santosa, M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan II atas bimbingan, arahan, dan masukan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Ibu Dosen Dr. Betty Ariani, S.T., M.T., selaku Dosen Wali angkatan 2022 Program Studi Teknik Perkapalan.
8. Seluruh dosen, staf, dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya atas bantuan dan dukungannya.
9. Teman-teman angkatan 2022 atas kebersamaan dan semangat yang selalu menguatkan selama masa perkuliahan.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, namun telah memberikan kontribusi baik langsung maupun tidak langsung dalam proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memerlukan masukan dan kritik membangun demi perbaikan ke depannya. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan berguna bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Surabaya, 20 Juni 2026



Muhammad Rofiq Sani

NIM. 20221334001

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI ..... **iii**

HALAMAN PERSETUJUAN BIMBINGAN ..... **iv**

LEMBAR PERSETUJUAN PANITIA UJIAN ..... **v**

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS ..... **vi**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN ..... **vii**

ABSTRAK ..... **ix**

KATA PENGANTAR ..... **x**

DAFTAR GAMBAR ..... **xvi**

DAFTAR TABEL ..... **xvii**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xviii**

DAFTAR PUSTAKA **16**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peralatan Las GTAW 29

Gambar 2. Sambungan Fillet Pipa 30

Gambar 3. Sambungan Butt Joint pada Pipa 31

Gambar 4. Sambungan *T-Joint* pada Pipa 32

Gambar 5. Skema Diagram Alir 41

Gambar 6. Alat-Alat Pengujian Hidrotest 43

Gambar 7. Bentuk dan Model Materia 44
Gambar 8. Bentuk dan Model Material *Saddle* 45
Gambar 9. Posisi Pengelasan 46
Gambar 10.Proses Pengujian Hidrotest 48
Gambar 11. Tekanan Pada Indikator 49
Gambar 12. Fittup dan proses *welding T-Joint* tanpa *saddle* 53
Gambar 13. Fittup dan Proses *Welding T-Joint* dengan *saddle* 54
Gambar 14. *Certificate Of Material* 56
Gambar 15. Modeling Pipa *T-Joint* Dengan *Saddle* 58
Gambar 16. Modeling Pipa *T-Joint* Tanpa *Saddle* 59
Gambar 17. Pengujian *Equivalent Stress* Pipa Dengan *Saddle* Pengujian *ANSYS* 61
Gambar 18. Pengujian Total *Deformasi* Pipa Dengan *Saddle* Menggunakan *ANSYS* 62
Gambar 19. Pengujian *Equivalent Stress* Pada Sambungan Pipa *T-Joint* Tanpa *Saddle* dengan *ANSYS* 65
Gambar 20. Pengujian Deformasi Pipa *T-Joint* Tanpa *Saddle* Dengan *ANSYS*. 67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....24
Tabel 4.1 Hasil Data Pengelasan dan Parameter 51
Tabel 4.2 *Certificate Of Material*.....57
Tabel 4.3 Keterangan Nilai *Equivalent Stress T-Joint* dengan *Saddle*.....60
Tabel 4.4 Keterangan Nilai *Deformasi T-Joint* dengan *Saddle*.....62
Tabel 4.5 Keterangan dan *Equivalent Stress T-Joint* tanpa *Saddle*.....64
Tabel 4.6 Keterangan dan Nilai *Deformasi T-Joint* tanpa *Saddle*.....67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi Tungsten 75
Lampiran 2 Spesifikasi Material pipa $CuNi_{10}$ Fe_1 Mn..... 76
Lampiran 3 Persiapan Material Fitt'up *T-Joint* Dengan *Saddle* Dan Tanpa *Saddle* 77
Lampiran 4 Gaji Tukang Las Perjam Di Surabaya 2025..... 78
Lampiran 5 Harga Material *T-Joint* Dengan *Saddle* Dan Tanpa *Saddle*..... 78
Lampiran 6 Parameter WPS CuNi..... 79
Lampiran 7 Harga Material Pipa CuNi..... 81

DAFTAR PUSTAKA

(Basri et al., 2016; Behaviors & Validation, 2023; Binathara et al., 2019; Firmansyah, 2022; Industri et al., 2016; Jin et al., 2025; Nugroho et al., 2021; Yudo et al., 2016)Basri, F. R., Yudo, H., Amirudin, W., Teknik, F., Diponegoro, U., & Hingga, M. E. (2016). *ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN PIPA T-JOINT MENGGUNAKAN PELAT PENGUAT DENGAN VARIABEL DH / DB MENGGUNAKAN*. *4*(3), 622–629.

Behaviors, T., & Validation, E. (2023). *Tensile Behaviors and Mechanical Property Analyses of T-Welded Joint for Thin-Walled Parts in Consideration of Different TIG Welding Currents Using Multiple Damage Models and Fracture Criterions : Numerical Simulation and*.

Binathara, P. S., Jatimurti, W., & Wibisono, A. T. (2019). Pengaruh Variasi Arus Pulsed Current, Continuous Current, dan Flowrate Gas Pelindung Argon Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Dengan Metode Tungsten Inert Gas (TIG). *Jurnal Teknik ITS*, *7*(2). https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i2.31938

Firmansyah, D. R. (2022). *Pengaruh Varian Suhu Annealing Terhadap Sifat Mekanik dan Fisik Baja AISI 1018 Hasil Sambungan Pengelasan MIG Dengan Fluks AL2O3*.

Industri, T. M., Tehnik, A., Industri, M., Cikarang, A., Kampus, J., No, H., Park, J. E., & Bekasi, C. B. (2016). *Machine ; Jurnal Teknik Mesin Vol . 2 No . 2 , Juli 2016 ISSN : 2502-2040 PERHITUNGAN DISTRIBUSI TEGANGAN SISA PENGELASAN SAMBUNGAN – T PADA INSTALASI PIPA Antonius Wahyu Cahyo Purnomo 11 Antonius Wahyu Cahyo Purnomo ; Perhitungan Distribusi Tegangan Sisa Pengelasan Sambungan-T Pada Instalasi pipa Machine ; Jurnal Teknik Mesin Vol . 2 No . 2 , Juli 2016 ISSN : 2502-2040 12 Antonius Wahyu Cahyo Purnomo ; Perhitungan Distribusi Tegangan Sisa Pengelasan Sambungan-T Pada Instalasi pipa*. *2*(2), 11–16.

Jin, J., Li, Y., Zhao, X., Huang, Y., Yue, C., & Yang, L. (2025). Effects of heat input on microstructures and mechanical properties of LAZ931 magnesium-lithium alloy in High-Speed TIG *welding. Materials Letters*, *378*(6), 316–329. https://doi.org/10.1016/j.matlet.2024.137483

Nugroho, W. S., Putri, A., & Kurniawan, R. (2021). Aplikasi Bioleaching dalam Pemisahan Ion Logam Fe, Cu, dan Mn dari Mineral Pirit Menggunakan Bakteri Thiobacillus ferrooxidans. *E-Proceeding FTI*, 1–8. https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/fti/article/view/596%0Ahttps://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/fti/article/download/596/488

Yudo, H., Teknik, F., Diponegoro, U., & Hingga, M. E. (2016). *ANALISA KEKUATAN PERCABANGAN PIPA T-JOINT Dh / Db = 1 TANPA PLAT PENGUAT DENGAN VARIASI SUDUT AKIBAT BEBAN ELEMEN HINGGA*. *4*(3),521–526.