UNIVERSITAS GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR BAJA PIPE RACK BERDASARKAN SNI 1729:2020 MENGGUNAKAN STAAD PRO DENGAN PENDEKATAN FINITE ELEMENT METHOD
Dionnicius Alfons Whyrda, Prof. Ir. Bambang Suhendro, M.Sc., Ph.D.,IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PErsetujuan ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xiii
INTISARI xv
ABSTRACT xii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI 5
2.1 Konsep Dasar *Pipe rack* pada Fasilitas Industri Proses 5
2.1.1 Definisi, Fungsi, dan Klasifikasi *Pipe rack* 5
2.1.2 Klasifikasi sebagai *Non-Building Structure* (ASCE 7-16 Bab 15) 5
2.1.3 Karakteristik Beban Khusus *Pipe Rack* 5
2.2 Sistem Struktur dan Idealisasi Model 6
2.2.1 Elemen Frame Kolom dan Balok Transversal 6
2.2.2 Elemen Truss *Bracing* Vertikal dan Horizontal 6
2.2.3 Tumpuan Jepit dan Balok Pengikat (*Tie Beam*) 6
2.2.4 Elemen Non-Struktural: Grating, Cable Tray, dan Tangga 6
2.3 Metode Analisis Struktur 6
2.3.1 Filosofi Desain: LRFD dan ASD (SNI 1729:2020) 6
2.3.2 Direct Analysis Method (DAM) SNI 1729:2020 Bab C 7
2.3.3 Metode Gaya Lateral Ekuivalen (ELF) SNI 1726:2019 Pasal 7.8 7
2.3.4 *Response Spectrum Analysis* (RSA) SNI 1726:2019 Pasal 7.9 8
2.3.5 Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method*) dalam Analisis Struktur Baja 9
2.3.5.1 Konsep Dasar Metode Elemen Hingga 9

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR BAJA PIPE RACK BERDASARKAN SNI 1729:2020 MENGGUNAKAN STAAD PRO DENGAN
PENDEKATAN FINITE ELEMENT METHOD
Dionnicius Alfons Whyrda, Prof. Ir. Bambang Suhendro, M.Sc., Ph.D.,IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.3.5.2 Kriteria Tegangan Prinsipal dan Tegangan Leleh Von Mises 9
2.3.5.3 Regangan Plastis Ekuivalen (*Equivalent Plastic Strain*) pada CBFEM 10
2.4 Pembebanan Struktur *Pipe rrack* 10
2.4.1 Ketentuan Umum (PIP STC01015, 2017) 10
2.4.2 Beban Mati Struktur (Dead Load, D) ASCE 7-16 Pasal 3.1 10
2.4.3 Beban Pipa (Pipe Load) PIP STC01015 Pasal 4.2 10
2.4.4 Beban Termal dan Gesekan (TF) PIP STC01015 Pasal 4.3.2 11
2.4.5 Beban Angkur Pipa (TA) PIP STC01015 Pasal 4.3.1 11
2.4.6 Beban Getaran (*Vibration Load*) PIP STC01015 Pasal 4.1.1.2 dan 4.3.8 12
2.4.7 Beban Angin SNI 1727:2020 14
2.4.8 Beban Gempa SNI 1726:2019 16
2.4.9 Beban Getaran (*Vibration Load*) 20
2.4.10 Beban Uji Hidrostatik (*Hydrotest Load*) 21
2.4.11 Kombinasi Pembebanan 21
2.5 Kriteria Desain Elemen Baja (SNI 1729:2020) 21
2.5.1 Klasifikasi Penampang (SNI 1729:2020 Tabel B4.1) 22
2.5.2 Perancangan Elemen Tarik *Bracing* (SNI 1729:2020 Bab D) 22
2.5.3 Perancangan Elemen Tekan Kolom (SNI 1729:2020 Bab E) 22
2.5.4 Perancangan Elemen Lentur Balok (SNI 1729:2020 Bab F) 23
2.5.5 Perancangan Elemen Geser (SNI 1729:2020 Bab G, Pasal G2.1) 23
2.5.6 Evaluasi Interaksi Aksial-Momen (SNI 1729:2020 Bab H Pasal H1-1) 24
2.5.7 Batas Kelayanan (SNI 1729:2020 Bab L dan SKA-D-D-CX-SPE-10000) 24
2.5.8 Pengaruh Tegangan Sisa pada Kapasitas Elemen Baja 24
2.5.9 Proteksi Korosi dan Cadangan Ketebalan 26
2.6 Perancangan Sambungan Struktur Baja (SNI 1729:2020 Bab J) 31
2.6.1 Kapasitas Baut Mutu Tinggi (SNI 1729:2020 Pasal J3) 32
2.6.1 Kapasitas Baut Mutu Tinggi (SNI 1729:2020 Pasal J3) 32
2.6.2 Kapasitas Las Sudut Fillet Weld (SNI 1729:2020 Pasal J2.4) 32
2.6.3 Keruntuhan Tumpu dan Block Shear (SNI 1729:2020 Pasal J3.10 dan J4.3) 33
2.6.4 Sambungan Balok–Kolom Momen Kaku 33
2.6.5 Sambungan Base Plate Kolom 34
2.7 Peraturan dan Spesifikasi Teknis 34
2.8 Penelitian Terdahulu 35

PERANCANGAN STRUKTUR BAJA PIPE RACK BERDASARKAN SNI 1729:2020 MENGGUNAKAN STAAD PRO DENGAN
PENDEKATAN FINITE ELEMENT METHOD
Dionnicius Alfons Whyrda, Prof. Ir. Bambang Suhendro, M.Sc., Ph.D.,IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB 3 METODE TUGAS AKHIR 37
3.1 Lokasi dan Objek Penelitian 37
3.2 Jenis dan Sumber Data 37
3.2.1 Data Primer 38
3.2.2 Data Sekunder 38
3.3 Data Perancangan 38
3.3.1 Data Bangunan 38
3.3.2 Data Geometri Struktur 39
3.3.3 Data Material 40
3.3.4 Data Profil Baja 40
3.3.5 Data Parameter Seismik 41
3.3.6 Data Geoteknik 42
3.4 Tahapan Pemodelan Struktur 43
3.4.1 Pendefinisian Material dan Penampang 46
3.4.2 Pemodelan Struktur 3D *Pipe rack* 46
3.4.3 Implementasi Direct Analysis Method (DAM) 47
3.4.4 Verifikasi Model 48
3.5 Pembebanan Struktur 48
3.5.1 Beban Mati Struktur (Dp) 49
3.5.2 Beban Pipa Kosong (Dq) 50
3.5.3 Beban Operasional (E) 51
3.5.4 Beban Uji Hidrostatik (F) 51
3.5.5 Beban Angkur dan Guide (TA) 52
3.5.6 Beban Termal dan Gesekan (TF) 53
3.5.7 Beban Getaran (*Vibration Load*) 53
3.5.8 Beban Angin (W) 54
3.5.9 Beban Gempa (E_seismik) 56
3.5.10 Pertimbangan Proteksi Korosi 59
3.6 Analisis Modal dan Pengecekan Scaling Factor 59
3.7 Kombinasi Pembebanan 60
3.8 Evaluasi Kekuatan dan Kelayanan Elemen Baja 61
3.9 Evaluasi Sambungan Kritis dan Validasi FEM 61
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 63

PERANCANGAN STRUKTUR BAJA PIPE RACK BERDASARKAN SNI 1729:2020 MENGGUNAKAN STAAD PRO DENGAN
PENDEKATAN FINITE ELEMENT METHOD
Dionnicius Alfons Whyrda, Prof. Ir. Bambang Suhendro, M.Sc., Ph.D.,IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.1 Pemodelan dan Verifikasi Model *Pipe rack* G2 63
4.1.1 Verifikasi Berat Struktur 65
4.2 Analisis Modal 65
4.3 Gaya Geser Dasar dan Pengecekan Scaling Factor 66
4.4 Respons Deformasi 66
4.4.1 Simpangan Lateral Antar Tingkat (Story Drift) 66
4.4.2 Gaya Dalam Hasil Pemodelan 67
4.5 Perancangan Kolom 69
4.5.1 Perancangan Kolom Kritis K1 300X300X10X15 69
4.6 Perancangan Balok Transversal 74
4.6.1 Perancangan Balok Kritis B1 250X250X9X14 74
4.6.2 Rekapitulasi Pemeriksaan Balok dan Kolom 81
4.7 Perancangan *Bracing* 82
4.7.1 Perancangan Batang Truss 100X100X6X8 82
4.7.2 Rekapitulasi Pemeriksaan Batang *Bracing* 85
4.8 Defleksi Vertikal Balok (ASD) 86
4.9 Analisis Korosi pada Struktur 86
4.9.1 Pendekatan Proteksi Korosi yang Digunakan 86
4.9.2 Klasifikasi Korosivitas dan Umur Desain yang Digunakan 86
4.9.3 Substitusi Nilai Kehilangan Ketebalan dan Reduksi Kapasitas 87
4.9.4 Spesifikasi Sistem Pelapisan Terpasang 87
4.9.5 Rekapitulasi Evaluasi Sensitivitas Korosi per Elemen 87
4.9.6 Pembahasan dan Rekomendasi Pemeliharaan 88
4.10 Desain Sambungan 89
4.10.1 Sambungan Balok – Kolom pada Sayap Balok (*Beam-Column Flange*) 89
4.10.2 Rekapitulasi Sambungan *Pipe rack* 93
4.10.3 Verifikasi Medan Tegangan (Equivalent Stress) dan Regangan Plastis Berbasis CBFEM pada Sambungan Rangka 96
4.11 Sambungan Base Plate 98
4.11.1 Perancangan Sambungan Base Plate Untuk H300x300x10x15 99
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 107
5.1 Kesimpulan 107
5.2 Saran 107

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PERANCANGAN STRUKTUR BAJA PIPE RACK BERDASARKAN SNI 1729:2020 MENGGUNAKAN STAAD PRO DENGAN PENDEKATAN FINITE ELEMENT METHOD
Dionnicius Alfons Whyrda, Prof. Ir. Bambang Suhendro, M.Sc., Ph.D.,IPU.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.2.1 Rekomendasi Penelitian Lanjutan.....107
5.2.2 Rekomendasi Praktis untuk Desain *Pipe rack* Sejenis 107
DAFTAR PUSTAKA 109
LAMPIRAN 1.....111
LAMPIRAN 2.....152
LAMPIRAN 3.....165