



PERANCANGAN STRUKTUR BAJA *PIPE RACK*
DENGAN METODE ANALISA GEMPA STATIK EKIVALEN
(STUDI KASUS: PLTU DI KALIMANTAN SELATAN)



LAPORAN TUGAS AKHIR

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
FATHONI ARIEF PERDANA

41121010061

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA



PERANCANGAN STRUKTUR BAJA *PIPE RACK*
DENGAN METODE ANALISA GEMPA STATIK EKIVALEN
(STUDI KASUS: PLTU DI KALIMANTAN SELATAN)

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

Nama : Fathoni Arief Perdana

NIM : 41121010061

Pembimbing : Ir. Pariatmono Sukamdo, M.Sc. DIC., Ph.D.

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fathoni Arief Perdana
NIM : 41121010061
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Perancangan Struktur Baja *Pipe Rack* dengan Metode Gempa Statik Ekuivalen
(Studi Kasus: PLTU di Kalimantan Selatan)

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 30 Januari 2025



Fathoni Arief Perdana

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Fathoni Arief Perdana
NIM : 41121010061
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas : Perancangan Struktur Baja *Pipe Rack* dengan Metode Gempa
Akhir Statik Ekuivalen
(Studi Kasus: PLTU di Kalimantan Selatan)

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

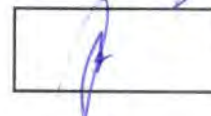
Disahkan oleh:

Tanda Tangan

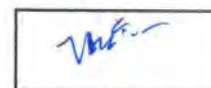
Pembimbing : Ir. Pariatmono Sukamdo, M.Sc. DIC., Ph.D
NIDN/NIDK/NIK : 199620243



Ketua Penguji : Agyanata Tua Munthe, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0321038105



Anggota Penguji : Ir. Zainal Abidin Shahab, M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0309095601



Jakarta, 30 Januari 2025

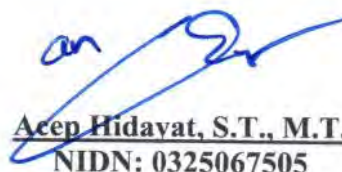
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202



Acep Hidayat, S.T., M.T.
NIDN: 0325067505

ABSTRAK

Nama : Fathoni Arief Perdana
NIM : 41121010061
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Perancangan Struktur Baja *Pipe Rack* dengan Metode Analisa Gempa Statik Ekuivalen (Studi Kasus: PLTU di Kalimantan Selatan)
Pembimbing : Ir. Pariatmono Sukamdo, M. Sc., DIC., P. hD.
Kata Kunci: Perancangan Struktur, *Pipe Rack*, PLTU di Kalimantan Selatan.

Perancangan struktur Pipe Rack untuk Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di Kalimantan Selatan merupakan proyek kunci dalam pengembangan infrastruktur energi di daerah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan merancang struktur Pipe Rack yang efisien dan aman, sesuai dengan standar industri dan kondisi lingkungan lokal. Metode yang digunakan meliputi analisis kebutuhan struktur, perhitungan beban struktural, dan simulasi kondisi operasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perancangan Pipe Rack yang tepat dapat meningkatkan efisiensi operasional PLTU serta mengurangi risiko kecelakaan. Dengan demikian, perancangan struktur Pipe Rack yang baik sangat penting untuk mendukung keberlanjutan dan keamanan operasi PLTU di Kalimantan Selatan.

ABSTRACT

Name : Fathoni Arief Perdana
NIM : 41121010061
Study Program : Civil Engineering
Title Report : Designing Pipe Rack Steel Structures Using the
Equivalent Static Earthquake Analysis Method (Case
Study: PLTU in South Kalimantan)
Counsellor : Ir. Pariatmono Sukamdo, M. Sc., DIC., P. hD.
Keywords: Structural Design, Pipe Rack, Power Plant in South Kalimantan.

The design of Pipe Rack structures for Steam Power Plants (PLTU) in South Kalimantan is a key project in the region's energy infrastructure development. This research aims to study and design an efficient and safe Pipe Rack structure, in accordance with industry standards and local environmental conditions. The methods used include structural needs analysis, structural load calculations, and operational condition simulations. The results show that a well-designed Pipe Rack can improve the operational efficiency of PLTU and reduce the risk of accidents. Therefore, a good Pipe Rack design is crucial for supporting the sustainability and safety of PLTU operations in South Kalimantan.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah senantiasa kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian ini guna memenuhi persyaratan untuk tugas akhir, dengan judul “Perancangan Struktur Baja *Pipe Rack* dengan Metode Analisa Gempa Statik Ekuivalen (Studi Kasus: PLTU di Kalimantan Selatan)”.

Dalam proses penyelesaian skripsi ini, penulis banyak menemukan kendala, namun berkat bantuan dan dukungan berupa petunjuk, bimbingan dan saran-saran dari berbagai pihak sehingga semua dapat terselesaikan dengan baik. Maka dari itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Andi Andriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Acep Hidayat, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Ir. Pariatmono Sukamdo, M.Sc., DIC., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan bagi penulis dalam melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Dosen serta staf-staf pegawai Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana yang telah membantu penulis dalam pengajaran dan segala urusan serta administrasi.
6. Kedua orang tua saya, Ibu dan Ayah saya serta kepada seluruh keluarga besar saya yang telah memberikan doa, bantuan, dan semangat sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

7. Seluruh rekan-rekan Civitas Mahasiswa/I Teknik Sipil Universitas Mercu Buana dan teman-teman seperjuangan yang telah banyak memberikan dukungan, semangat, dan bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat. Segala kritik dan saran yang membangun akan bermanfaat demi perbaikan ke depan.

Jakarta, 18 Januari 2025

Fathoni Arief Perdana



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENYATAAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I	I-1
PENDAHULUAN.....	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Identifikasi Masalah.....	I-2
1.3. Rumusan Masalah.....	I-3
1.4. Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5. Manfaat Penelitian	I-3
1.6. Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah	I-4
1.7. Sistematika Penulisan.....	I-4
BAB II.....	II-1
TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1

2.1.	Perancangan Struktur	II-1
2.2.	Struktur <i>Pipe Rack</i>	II-1
2.3.	Karakteristik Lokasi Kalimantan Selatan.....	II-1
2.4.	Standar dan Pedoman SNI dan Internasional.....	II-1
2.5.	Gaya Dalam.....	II-3
2.6.	Beban Mati.....	II-4
2.7.	Beban Pipa	II-7
2.8.	Beban Gempa.....	II-12
2.9.	Penelitian Terdahulu.....	II-16
2.10.	Research Gap.....	II-24
2.11.	Kerangka Berpikir.....	II-25
BAB III.....		III-1
METODE PENELITIAN.....		III-1
3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	III-1
3.2.	Pendahuluan	III-2
3.3.	Geometri Struktur.....	III-2
3.4.	Tumpuan.....	III-23
3.5.	Material	III-23
3.6.	Penampang	III-26
3.7.	Pembebanan	III-43
3.7.1.	Beban Mati.....	III-43
3.7.2.	Beban Pipa	III-46
3.7.3.	Beban Gempa	III-51

3.8. Beban Kombinasi dengan Metode LRFD	III-55
BAB IV	IV-1
HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1. Gaya Gempa Statik Ekuivalen	IV-1
4.2. Lendutan.....	IV-7
4.3. Gaya Dalam.....	IV-27
4.4. Tegangan	IV-51
BAB V	V-1
KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran.....	V-2
5.3. Diskusi.....	V-3
DAFTAR PUSTAKA	PUSTAKA-1
LAMPIRAN	LAMPIRAN-1



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Data berat pipa	II-8
Tabel 2. 2. Berat pipa pada EL. + 4.000.....	II-8
Tabel 2. 3. Berat pipa pada EL. + 5.500.....	II-9
Tabel 2. 4. Berat pipa pada EL. + 7.000.....	II-9
Tabel 2. 5. Berat pipa pada EL. + 9.000.....	II-10
Tabel 2. 6. Berat pipa pada EL. + 10.500.....	II-10
Tabel 2. 7. Berat pipa pada EL. + 12.000.....	II-11
Tabel 2. 8. Berat pipa pada EL. + 13.500.....	II-11
Tabel 2. 9. Penelitian Terdahulu.....	II-16
Tabel 2. 10. <i>Research Gap</i>	II-24
Tabel 4. 1. Hitungan manual berat struktur.....	IV-3



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Tabel baja H dan WF SS400.	II-5
Gambar 2. 2. Tabel baja 2L SS400.....	II-6
Gambar 2. 3. Tabel baja channel SS400.....	II-7
Gambar 2. 4. Parameter gempa Kalimantan Selatan.....	II-12
Gambar 2. 5. Grafik spektrum respon desain.....	II-13
Gambar 3. 1. Gambar 3D struktur.....	III-3
Gambar 3. 2. <i>Layout site plan</i>	III-4
Gambar 3. 3. Layout Staad Pro tampak atas	III-4
Gambar 3. 4. Gambar 3D dengan dimensi.....	III-5
Gambar 3. 5. Plan + 4.000	III-5
Gambar 3. 6. Tampak atas plan + 4.000 pada Staad Pro.....	III-5
Gambar 3. 7. Tampak 3D Plan + 4.000.....	III-6
Gambar 3. 8. Plan + 5.000	III-6
Gambar 3. 9. Tampak atas plan + 5.000 pada Staad Pro.....	III-7
Gambar 3. 10. Tampak 3D plan + 5.000	III-7
Gambar 3. 11. Plan + 7.000.....	III-8
Gambar 3. 12. Tampak atas plan + 7.000 pada Staad Pro.....	III-8
Gambar 3. 13. Tampak 3D plan + 5.000.....	III-9
Gambar 3. 14. Plan + 9.000	III-9
Gambar 3. 15. Tampak atas plan + 9.000 pada Staad Pro.....	III-10
Gambar 3. 16. Tampak 3D plan + 5.000	III-10
Gambar 3. 17. Plan + 10.500	III-11
Gambar 3. 18. Tampak atas plan + 10.500 pada Staad Pro.....	III-11
Gambar 3. 19. Tampak 3D Plan 10.500	III-12
Gambar 3. 20. Section A	III-13
Gambar 3. 21. Section A pada Staad Pro	III-13

Gambar 3. 22. Section B	III-14
Gambar 3. 23. Section A pada Staad Pro	III-14
Gambar 3. 24. Potongan B-C pada EL. 9.000 dan EL. 10.500	III-15
Gambar 3. 25. Potongan B-C pada Staad Pro (EL. 9.000 dan EL. 10.500).....	III-15
Gambar 3. 26. Potongan B-C pada EL. 12.000 dan EL. 13.500	III-16
Gambar 3. 27. Potongan B-C pada Staad Pro (EL. 12.000 dan EL. 13.500)...	III-16
Gambar 3. 28. Section N	III-17
Gambar 3. 29. Section N pada Staad Pro	III-17
Gambar 3. 30. Section X	III-18
Gambar 3. 31. Section X pada Staad Pro	III-18
Gambar 3. 32. Tampak depan.....	III-19
Gambar 3. 33. Tampak depan pada Staad Pro.....	III-20
Gambar 3. 34. Tampak belakang.....	III-21
Gambar 3. 35. Tampak belakang pada Staad Pro.....	III-22
Gambar 3. 36. Base Plate	III-23
Gambar 3. 37. Ilustrasi profil baja WF	III-24
Gambar 3. 38. Tegangan leleh pada Staad Pro.....	III-24
Gambar 3. 39. Tegangan ultimate pada Staad Pro	III-25
Gambar 3. 40. Spesifikasi material baja.....	III-25
Gambar 3. 41. Menu properties.....	III-26
Gambar 3. 42. Section database	III-26
Gambar 3. 43. Profil JIS (<i>Japanese Industrial Steel</i>).....	III-27
Gambar 3. 44. Pilih frame yang akan di assign.....	III-28
Gambar 3. 45. Assign profil	III-28
Gambar 3. 46. Tampak 3D profil H 400.400.13.21	III-29
Gambar 3. 47. Tampak samping kiri profil H 400.400.13.21	III-29
Gambar 3. 48. Tampak samping kanan profil H 400.400.13.21	III-30
Gambar 3. 49. Tampak 3D profil H 200.200.8.12	III-30

Gambar 3. 50. Tampak depan profil H 200.200.8.12	III-31
Gambar 3. 51. Tampak 3D profil WF 300.150.6,5.9	III-32
Gambar 3. 52. Tampak depan profil WF 300.150.6,5.9	III-33
Gambar 3. 53. Tampak 3D profil WF 400.200.8.13	III-34
Gambar 3. 54. Tampak samping kiri profil WF 400.200.8.13	III-34
Gambar 3. 55. Tampak samping kanan profil WF 400.200.8.13	III-34
Gambar 3. 56. Tampak 3D profil <i>Double</i> L 75.75.6	III-35
Gambar 3. 57. Tampak atas profil <i>Double</i> L 75.75.6	III-35
Gambar 3. 58. Tampak 3D profil C 150.65.20	III-36
Gambar 3. 59. Tampak samping kiri profil C 150.65.20	III-36
Gambar 3. 60. Tampak samping kanan profil C 150.65.20	III-36
Gambar 3. 61. Tampak 3D profil <i>Double</i> L 100.100.10	III-37
Gambar 3. 62. Tampak samping kiri profil <i>Double</i> L 100.100.10	III-37
Gambar 3. 63. Tampak samping kanan profil <i>Double</i> L 100.100.10	III-37
Gambar 3. 64. Tampak 3D profil H 300.300.10.15	III-38
Gambar 3. 65. Tampak samping kiri profil H 300.300.10.15	III-38
Gambar 3. 66. Tampak samping kanan profil H 300.300.10.15	III-39
Gambar 3. 67. Tampak 3D profil H 200.200.8.12	III-39
Gambar 3. 68. Tampak samping kiri profil H 200.200.8.12	III-40
Gambar 3. 69. Tampak samping kanan profil H 200.200.8.12	III-40
Gambar 3. 70. Tampak 3D profil <i>Double</i> L 75.75.6	III-41
Gambar 3. 71. Tampak 3D profil 200.200.8.12	III-42
Gambar 3. 72. Tampak samping kiri profil H 200.200.8.12	III-42
Gambar 3. 73. Tampak samping kanan profil H 200.200.8.12	III-43
Gambar 3. 74. Menu utama pembebanan	III-43
Gambar 3. 75. Tipe pembebanan	III-44
Gambar 3. 76. Tampil menu <i>dead load</i>	III-44
Gambar 3. 77. Konfigurasi untuk beban mati	III-45

Gambar 3. 78. Assign beban mati	III-45
Gambar 3. 79. Beban mati yang sudah di assign	III-46
Gambar 3. 80. Membuat <i>primary load</i> untuk beban pipa.....	III-47
Gambar 3. 81. Input besar beban pipa.....	III-48
Gambar 3. 82. Input besar beban pipa ke arah global Y	III-49
Gambar 3. 83. Assign ke frames	III-50
Gambar 3. 84. Beban pipa sudah di assign	III-50
Gambar 3. 85. Mendefinisikan parameter gempa	III-51
Gambar 3. 86. Input parameter gempa.....	III-52
Gambar 3. 87. Membuat <i>primary load</i> untuk beban gempa arah X.....	III-52
Gambar 3. 88. Klik add untuk memasukkan gaya gempa.....	III-53
Gambar 3. 89. Masukkan gaya gempa arah X	III-54
Gambar 3. 90. Membuat <i>primary load</i> untuk beban gempa arah Y	III-54
Gambar 3. 91. Masukkan gaya gempa arah Y	III-55
Gambar 3. 92. Menu layout.....	IV-52
Gambar 3. 93. Tampilan tegangan normal dan geser	IV-52
Gambar 3. 94. Hasil tegangan normal dan geser	IV-53
Gambar 4. 1. Berat struktur.....	IV-4
Gambar 4. 2. Menu analysis output	IV-5
Gambar 4. 3. Analysis output.....	IV-5
Gambar 4. 4. Gaya gempa arah X.....	IV-6
Gambar 4. 5. Gaya gempa arah Z	IV-6
Gambar 4. 6. Menu Utama dan Toolbar STAAD.Pro	IV-7
Gambar 4. 7. Menu <i>Section Displacement</i>	IV-8
Gambar 4. 8. Pilihan beban yang akan ditinjau	IV-8
Gambar 4. 9. Hasil defleksi.....	IV-9
Gambar 4. 10. Tabel lendutan	IV-10
Gambar 4. 11. Gambar 3D hasil lendutan terbesar dari semua beban	IV-10

Gambar 4. 12. Lendutan akibat beban mati	IV-11
Gambar 4. 13. Tabel hasil lendutan akibat beban mati	IV-12
Gambar 4. 14. Lendutan akibat beban pipa.....	IV-13
Gambar 4. 15. <i>Detail frame</i> lendutan maksimum akibat beban pipa.....	IV-14
Gambar 4. 16. Tabel hasil lendutan akibat beban pipa.....	IV-15
Gambar 4. 17. Lendutan akibat beban gempa arah X.....	IV-16
Gambar 4. 18. <i>Detail frame</i> lendutan maksimum akibat beban gempa arah X.....	IV-16
Gambar 4. 19. Tabel hasil lendutan akibat beban gempa arah X.....	IV-17
Gambar 4. 20. Lendutan akibat beban gempa arah Z	IV-18
Gambar 4. 21. <i>Detail frame</i> lendutan maksimum akibat beban gempa arah Z	IV-18
Gambar 4. 22. Tabel hasil lendutan akibat beban gempa arah Z	IV-19
Gambar 4. 23. Lendutan akibat beban kombinasi 1	IV-20
Gambar 4. 24. <i>Detail frame</i> lendutan maksimum akibat beban kombinasi 1 ..	IV-21
Gambar 4. 25. Tabel hasil lendutan akibat beban kombinasi 1	IV-21
Gambar 4. 26. Lendutan akibat beban kombinasi 2.....	IV-23
Gambar 4. 27. <i>Detail frame</i> lendutan maksimum akibat beban kombinasi 2 ..	IV-23
Gambar 4. 28. Tabel hasil lendutan akibat beban kombinasi 2.....	IV-24
Gambar 4. 29. Lendutan akibat beban kombinasi 3	IV-25
Gambar 4. 30. <i>Detail frame</i> lendutan maksimum akibat beban kombinasi 3 ..	IV-25
Gambar 4. 31. Tabel hasil lendutan akibat beban kombinasi 3	IV-26
Gambar 4. 32. Pilih load case.....	IV-27
Gambar 4. 33. Rasio struktur	IV-28
Gambar 4. 34. Geometri pada profil dengan gaya dalam terbesar.....	IV-29
Gambar 4. 35. Steel design pada profil dengan gaya dalam terbesar	IV-30
Gambar 4. 36. Gaya dalam akibat beban 1	IV-31
Gambar 4. 37. Gaya normal akibat beban mati.....	IV-32
Gambar 4. 38. Gaya geser akibat beban mati.....	IV-32
Gambar 4. 39. Momen akibat beban mati	IV-33

Gambar 4. 40. Gaya dalam akibat beban 2	IV-34
Gambar 4. 41. Gaya normal akibat beban pipa.....	IV-35
Gambar 4. 42. Gaya geser akibat beban pipa.....	IV-35
Gambar 4. 43. Momen akibat beban pipa	IV-36
Gambar 4. 44. Gaya dalam akibat beban gempa arah X.....	IV-37
Gambar 4. 45. Gaya normal akibat beban gempa arah X	IV-38
Gambar 4. 46. Gaya geser akibat beban gempa arah X	IV-38
Gambar 4. 47. Momen akibat beban gempa arah X.....	IV-39
Gambar 4. 48. Gaya dalam akibat beban gempa arah Z	IV-40
Gambar 4. 49. Gaya normal akibat beban gempa arah Z.....	IV-41
Gambar 4. 50. Gaya geser akibat beban gempa arah Z.....	IV-41
Gambar 4. 51. Momen akibat beban gempa arah Z	IV-42
Gambar 4. 52. Gaya dalam akibat beban kombinasi 1	IV-43
Gambar 4. 53. Gaya normal akibat beban kombinasi 1	IV-44
Gambar 4. 54. Gaya geser akibat beban kombinasi 1	IV-44
Gambar 4. 55. Momen akibat beban kombinasi 1	IV-45
Gambar 4. 56. Gaya dalam akibat beban kombinasi 2.....	IV-46
Gambar 4. 57. Gaya normal akibat beban kombinasi 2	IV-47
Gambar 4. 58. Gaya geser akibat beban kombinasi 2	IV-47
Gambar 4. 59. Momen akibat beban kombinasi 2	IV-48
Gambar 4. 60. Gaya dalam akibat beban kombinasi 3.....	IV-49
Gambar 4. 61. Gaya normal akibat beban kombinasi 3	IV-50
Gambar 4. 62. Gaya geser akibat beban kombinasi 3	IV-50
Gambar 4. 63. Momen akibat beban kombinasi 3	IV-51