

**PERENCANAAN RELOKASI JALUR KERETA API  
STASIUN TANGGULANGIN-STASIUN PORONG DENGAN  
MENGGUNAKAN JALUR GANDA**

**TUGAS AKHIR**



**Disusun Oleh :**

**IHYA AZIZI SUTRISNO**

**NPM : 1453010063**

**PROGAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
JAWA TIMUR  
2018**

# LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

## PERANCANAAN RELOKASI JALUR KERETA API STASIUN TANGGULANGIN-STASIUN PORONG DENGAN MENGGUNAKAN JALUR GANDA

Disusun oleh:

**IHYA AZIZI SUTRISNO**

1 4 5 3 0 1 0 0 6 3

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir  
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada Tanggal : 29 November 2018

Pembimbing :

1. Pembimbing Utama

**Nugroho Utomo, S.T., M.T.**  
NPT. 3 7501 04 0195 1

2. Pembimbing Utama

Tim Penguji :

1. Penguji I

**Ir. Djoko Sulistiono, M.T.**  
NIP. 19541002 198512 1 001

2. Penguji II

**Ibnu Sholichin, S.T., M.T.**  
NPT. 3 7109 99 0167 1

**Masliyah, ST., MT.**

3. Penguji III

**Iwan Wahjudijanto, S.T., M.T.**  
NPT. 3 7102 99 0168 1

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik

**Ir. Sutiyono, MT.**  
NIP. 19600713 198703 1 00 1

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji syukur kehadirat Allah Yang Maha Esa yang telah memberikan keridhaannya berupa nikmat sehat rohani dan jasmani, serta nikmat waktu kepada penulis untuk tetap teguh mengerjakan tugas akhir ini yang berjudul Perencanaan Relokasi Jalur Kereta Api Stasiun Tanggulangin-Stasiun Porong dengan Menggunakan Jalur Ganda. Penelitian ini didasarkan oleh kondisi jalur yang sering terendam banjir dan mengganggu perjalanan masyarakat pengguna moda transportasi kereta api dan bertujuan untuk menjadi salah satu solusi mengatasi masalah tersebut.

Penyusunan tugas akhir ini berdasarkan syarat kurikulum yang berlaku di Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik. Harapan besar dari penulis yakni semoga tugas akhir ini dapat menjadi ilmu bermanfaat yang didapatkan oleh penulis dan lebih-lebih dapat bermanfaat dan menjadi tambahan ilmu bagi setiap pembacanya.

Pada kesempatan ini juga penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Sutiyono, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional ”Veteran” Jawa Timur
2. Ibu Dr. Ir. Minarni Nur Trilita, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional ”Veteran” Jawa Timur
3. Bapak Nugroho Utomo, S.T., M.T. selaku pembimbing utama dalam penyusunan tugas akhir
4. Bapak Ibnu Solichin, S.T., M.T. selaku pembimbing kedua dalam penyusunan tugas akhir

5. Ibu Ir. Wahyu Kartini, M.T. selaku dosen wali
6. Seluruh bapak dan ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
7. Almarhum ayah Nyandang Sutrisno dan mama Umi Sumarmi yang selalu sabar dan bekerja keras dalam memberi dukungan setiap saat, demi kelancaran proses menuntut ilmu selama ini
8. Teman-teman program studi teknik sipil, khususnya angkatan 2014 yang telah memberikan semangat yang luar biasa
9. Teman-teman UKKI atas segala doa-doa yang menyertai saya
10. Jihan Santiara Irawan, Farisal Agustino, Hafid Amiruddin, dan Muhammad Al Multazam yang telah banyak membantu dalam penyusunan tugas akhir ini  
Penulis yakin masih banyak kekurangan yang harus diperbaiki dalam tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca. Akhir kata, saya ucapkan terimakasih.

Surabaya, 2 Oktober 2018

Penulis

## **DAFTAR ISI**

<b>Abstrak .....</b>	i
<b>Kata Pengantar .....</b>	ii
<b>Daftar Isi .....</b>	iv
<b>Daftar Tabel .....</b>	viii
<b>Daftar Gambar .....</b>	xii
<b>BAB I Pendahuluan .....</b>	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Batasan Masalah .....	5
1.5. Manfaat Penelitian .....	5
1.6. Lokasi Penelitian .....	6
<b>BAB II Tinjauan Pustaka .....</b>	7
2.1. Penelitian Terdahulu .....	7
2.2. Konstruksi Rel Kereta Api .....	12
2.2.1. Perhitungan Pembebatan Rel .....	13
2.3. Susunan Jalan Rel Kereta Api .....	19
2.3.1. Tipe dan Karakteristik Penampang Rel .....	19
2.3.2. Jenis Rel Menurut Panjangnya .....	21
2.3.3. Sambungan Rel .....	21
2.3.3.1 Kedudukan Sambungan Rel .....	22
2.3.3.2. Penempatan Sambungan di Rel .....	23

2.3.3.3. Perencanaan Sambungan Rel dengan Plat Penyambung ....	23
2.4. Penambat Rel .....	28
2.4.1. Jenis Penambat Rel .....	29
2.4.2. Penggunaan Penambat Rel .....	29
2.5. Wesel .....	32
2.5.1. Jenis Wesel .....	32
2.5.2. Komponen Wesel .....	35
2.5.3. Nomor dan Kecepatan Ijin pada Wesel .....	38
2.5.4. Perhitungan Wesel .....	39
2.6. Bantalan Rel Kereta Api .....	41
2.6.1. Bantalan Beton Prategang .....	42
2.7. Geometri Jalan Kereta Api .....	44
2.7.1. Perencanaan Trase Jalan Kereta Api .....	45
2.7.2. Lebar Rel .....	46
2.7.3. Lengkung Horisontal .....	46
2.7.4. Lengkung Vertikal .....	50
2.7.5. Pelebaran Rel .....	53
2.7.6. Peninggian Rel .....	53
2.7.7. Kelandaian .....	54
2.7.8. Penampang Melintang Jalan Kereta Api .....	55
2.8. Lapisan <i>Ballast</i> dan <i>Sub-Ballast</i> .....	56
2.8.1. Lapisan <i>Ballast</i> Atas ( <i>Ballast</i> ) .....	56
2.8.2. Lapisan <i>Ballast</i> Bawah ( <i>Sub-ballast</i> ) .....	57
2.9. Tubuh Jalan Kereta Api ( <i>Subgrade</i> ) .....	59

2.10. Drainase Jalan Kereta Api .....	59
<b>BAB III Metodologi Perencanaan .....</b>	<b>62</b>
3.1. Identifikasi Masalah .....	62
3.2. Studi Literatur .....	62
3.3. Pengumpulan Data .....	62
3.4. Analisa Data .....	63
3.5. Tahapan Perencanaan Jalan Kereta Api .....	64
3.6. Gambar Perencanaan Jalan Kereta Api Jalur Ganda .....	66
3.7. Kesimpulan dan Saran .....	66
3.8. Bagan Alir Perencanaan .....	67
<b>BAB IV Analisa Data dan Pembahasan .....</b>	<b>69</b>
4.1. Perhitungan Dimensi Rel Kereta Api .....	69
4.1.1. Perhitungan Kecepatan Rencana .....	69
4.1.2. Perhitungan Pembebanan Rel Kereta Api .....	72
4.1.3. Analisa Tegangan Rel .....	81
4.2. Perhitungan Struktur Atas Jalan Rel .....	85
4.2.1. Perhitungan Plat Penyambung Rel .....	86
4.2.2. Perhitungan Penambat Rel .....	95
4.2.3. Perhitungan Bantalan Rel .....	99
4.3. Perencanaan Trase dan Geometri Jalan Kereta Api .....	109
4.3.1. Perencanaan Trase Jalur Relokasi .....	110
4.3.2. Perencanaan Geometri Jalan Kereta Api .....	119
4.3.2.1. Perencanaan Alinyemen Horisontal .....	119
4.3.2.2. Perencanaan Alinyemen Vertikal .....	128

4.3.3. Perhitungan Wesel .....	137
4.3.4. Pelebaran Rel Kereta Api .....	143
4.4. Perencanaan Lapisan <i>Ballast</i> dan <i>Sub-Ballast</i> .....	144
4.4.1. Perhitungan Tebal Lapisan <i>Ballast</i> ( <i>Ballast Atas</i> ) .....	144
4.4.2. Perhitungan Tebal Lapisan <i>Sub-Ballast</i> ( <i>Ballast Bawah</i> ) .....	145
4.4.3. Identifikasi <i>Subgrade</i> (Tanah Dasar) di Lokasi Perencanaan .....	147
4.4.4. Perencanaan Tubuh Jalan Kereta Api .....	152
4.5. Perencanaan Drainase Jalan Kereta Api .....	153
<b>BAB V Kesimpulan dan Saran .....</b>	<b>165</b>
5.1. Kesimpulan .....	165
5.2. Saran .....	167
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>xiv</b>
<b>Lampiran</b>	

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Klasifikasi Standar Jalan Rel .....	13
Tabel 2.2. Tegangan Ijin Profil Rel Berdasarkan Kelas Jalan di Indonesia .....	19
Tabel 2.3. Tipe Rel Berdasarkan Kelas Jalan .....	20
Tabel 2.4. Karakteristik Penampang Rel .....	20
Tabel 2.5. Panjang Minimum Rel .....	21
Tabel 2.6. Dimensi Plat Penyambung Rel Tipe R42, R50, dan R54 .....	24
Tabel 2.7. Dimensi Plat Penyambung Rel Tipe R60 .....	24
Tabel 2.8. Besar Sudut Tangen pada Penyambung Rel .....	26
Tabel 2.9. Kecepatan Ijin pada Wesel .....	38
Tabel 2.10. Spesifikasi Bantalan Beton Prategang .....	42
Tabel 2.11. Dimensi Bantalan Beton Prategang .....	43
Tabel 2.12. Persyaratan Perencanaan Lengkungan .....	47
Tabel 2.13. Jari-Jari Minimum Lengkungan Vertikal .....	51
Tabel 2.14. Besar Pelebaran Rel pada Tikungan .....	53
Tabel 2.15. Pengelompokan Lintas Berdasar pada Kelandaian .....	54
Tabel 2.16. Landai Penentu Maksimum .....	55
Tabel 2.17. Dimensi Penampang Melintang Jalan Rel .....	56

Tabel 4.1. Klasifikasi Standar Jalan Rel .....	69
Tabel 4.2. Kecepatan Maksimal Kereta Api di Daerah Operasi 8 .....	70
Tabel 4.3. Frekuensi Lalu Lintas Perjalanan Kereta Api Jarak Sedang dan Jarak Jauh Jalur Stasiun Tanggulangin-Stasiun Porong .....	72
Tabel 4.4. Frekuensi Lalu Lintas Kereta Api Perjalanan Lokal pada Jalur Stasiun Tanggulangin-Stasiun Porong .....	73
Tabel 4.5 Frekuensi Lalu Lintas Kereta Api Barang Jalur Stasiun Tanggulangin-Stasiun Porong .....	74
Tabel 4.6. Rangkaian Kereta Api Rencana Mutiara Timur .....	75
Tabel 4.7. Perhitungan Beban Gandar Kereta Api Rencana Mutiara Timur .....	79
Tabel 4.8. Tipe Rel Berdasarkan Kelas Jalan .....	80
Tabel 4.9. Karakteristik Penampang Rel .....	80
Tabel 4.10. Tegangan Ijin Profil Rel Berdasarkan Kelas Jalan di Indonesia .....	84
Tabel 4.11. Dimensi Plat Penyambung Rel .....	86
Tabel 4.12. Batas Temperatur Udara Pemasangan Rel .....	86
Tabel 4.13. Rata-rata Temperatur Udara di Lokasi Perencanaan Jalur Relokasi Tahun 2018 .....	87
Tabel 4.14. Besar Sudut Tangen pada Penyambung Rel .....	90
Tabel 4.15. Perhitungan Momen Inersia di Bawah Rel/Tepi Bantalan Beton ...	101
Tabel 4.16. Perhitungan Momen Inersia di Tengah Bantalan Beton .....	102
Tabel 4.17. Fungsi Hiperbolik Momen di Bawah Rel/Tepi Bantalan Rel .....	105
Tabel 4.18. Fungsi Hiperbolik Momen di Tengah Bantalan Rel .....	107
Tabel 4.19. Titik Koordinat Trase Jalur Relokasi .....	114
Tabel 4.20. Persyaratan Jari-Jari Lengkungan .....	120

Tabel 4.21. Titik-titik Koordinat dalam Perencanaan Alinyemen Horisontal ...	121
Tabel 4.22. Perhitungan Alinyemen Horisontal Trase Jalur Relokasi .....	127
Tabel 4.23. Jari-Jari Minimum Lengkungan Vertikal .....	128
Tabel 4.24. Pengelompokan Lintas Kereta Api Berdasar pada Kelandaian .....	128
Tabel 4.25. Landai Penentu Maksimum .....	129
Tabel 4.26. Elevasi Tanah pada Titik-Titik Alinyemen Vertikal .....	130
Tabel 4.27. Perhitungan Alinyemen Vertikal pada Trase Jalur Relokasi .....	134
Tabel 4.28. Sudut Wesel dan Kecepatan Ijin .....	137
Tabel 4.29. Besar Pelebaran Rel pada Tikungan .....	143
Tabel 4.30. Pelebaran Rel pada Tikungan Jalur Relokasi .....	144
Tabel 4.31. Ukuran Penampang Melintang Jalur Ganda .....	146
Tabel 4.32. Data Uji DCP pada Titik KM. 01+000 .....	149
Tabel 4.33. Hasil CBR Tanah pada Trase Perencanaan Relokasi .....	151
Tabel 4.34. Curah Hujan Maksimum di Daerah Perencanaan .....	152
Tabel 4.35. Perhitungan Curah Hujan Daerah dengan Rata-Rata Aritmatik ....	153
Tabel 4.36. <i>Reduced Variable</i> (Y <sub>t</sub> ) .....	153
Tabel 4.37. <i>Reduced Mean</i> (Y <sub>n</sub> ) .....	154
Tabel 4.38. <i>Reduced Standar Deviasi</i> (S <sub>n</sub> ) .....	154
Tabel 4.39. Koefisien Pengaliran (C) .....	155
Tabel 4.40. Harga Koefisien Hambatan (nd) .....	158
Tabel 4.41. Koefisien Pengaliran (C) .....	160
Tabel 4.42. Kecepatan Aliran Air yang Diijinkan Berdasarkan Jenis Material .	161
Tabel 4.43. Harga n untuk Rumus <i>Manning</i> .....	163

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1.1. Lokasi Perencanaan Relokasi Jalur Kereta Api Ganda .....	6
Gambar 2.1. Karakteristik Penampang Rel .....	21
Gambar 2.2. Sambungan Rel Melayang .....	22
Gambar 2.3. Sambungan Rel Menumpu .....	22
Gambar 2.4. Sambungan Rel Siku .....	23
Gambar 2.5. Sambungan Rel Berselang-Seling .....	23
Gambar 2.6. Plat penyambung Rel Tipe R42, R50, dan R54 .....	24
Gambar 2.7. Plat Penyambung Rel Tipe R60 .....	25
Gambar 2.8. Penyebaran Tekanan Rel Pada Plat Penyambung Rel .....	26
Gambar 2.9. Penambat Pandrol <i>E-Clip</i> .....	31
Gambar 2.10. Wesel Biasa Kiri .....	33
Gambar 2.11. Wesel Biasa Kanan .....	33
Gambar 2.12. Wesel Biasa Searah pada Tikungan .....	34
Gambar 2.13. Wesel Berlawanan Arah pada Tikungan .....	34
Gambar 2.14. Wesel Simetris .....	34
Gambar 2.15. Wesel Tiga Jalan Biasa .....	35
Gambar 2.16. Wesel Tiga Jalan Biasa Berlawanan Arah .....	35
Gambar 2.17. Wesel Tiga Jalan Searah dalam Tikungan .....	35
Gambar 2.18. Wesel Tiga Jalan Berlawanan Arah dalam Tikungan .....	36
Gambar 2.19. Wesel Inggris Lengkap .....	36
Gambar 2.20. Wesel Inggris Tidak Lengkap .....	36
Gambar 2.21. Panjang Jarum Wesel .....	39

Gambar 2.22. Panjang Lidah Wesel .....	39
Gambar 2.23. Jari-Jari Lengkung Lidah Wesel .....	40
Gambar 2.24. Bantalan Beton Prategang Tipe N-67 PT WIKA Beton .....	43
Gambar 2.25. Alinyemen Horisontal dengan Lengkung Peralihan .....	48
Gambar 2.26. Bentuk Lengkung S .....	50
Gambar 2.27. Lengkung Vertikal Berbentuk Lingkaran .....	52
Gambar 2.28. Penampang Melintang Jalur Ganda pada Kondisi Lurus .....	55
Gambar 2.29. Penampang Melintang Jalur Ganda pada Kondisi di Tikungan ..	55
Gambar 2.30. Penampang Melintang pada Identifikasi Tebal <i>Sub-ballast</i> .....	58
Gambar 3.1. Bagan Alir Perencanaan .....	67
Gambar 4.1. Lokomotif CC 206 .....	76
Gambar 4.2. Dimensi Rel Tipe R54 .....	81
Gambar 4.3. Jarak Baut pada Plat Penyambung Rel Tipe R54 Ø24 .....	88
Gambar 4.4. Sebaran Tegangan Rel Pada Plat Penyambung Rel .....	90
Gambar 4.5. Penambat Pandrol <i>E-Clip</i> .....	95
Gambar 4.6. Bantalan Rel Beton Prategang Tipe N-67 PT WIKA Beton .....	99
Gambar 4.7. Analisa Tegangan yang Terjadi pada Bantalan Beton Prategang ..	100
Gambar 4.8. Penampang Tepi Bantalan Beton Prategang Tipe N-67 .....	100
Gambar 4.9. Penampang Tengah Bantalan Beton Prategang Tipe N-67 .....	101
Gambar 4.10. Stasiun Gununggangsir yang Sudah Tidak Beroperasi .....	110
Gambar 4.11. Identifikasi Titik Koordinat Trase Jalur Relokasi .....	111
Gambar 4.12. Identifikasi Titik Koordinat X pada Trase Relokasi .....	112
Gambar 4.13. Identifikasi Titik Koordinat Y pada Trase Relokasi .....	112

Gambar 4.14. <i>Lay out</i> Trase Rencana Jalan Kereta Api KM.00+000 sampai dengan KM. 03+310 .....	115
Gambar 4.15. <i>Lay out</i> Trase Rencana Jalan Kereta Api KM. 03+810 sampai dengan KM. 07+010 .....	116
Gambar 4.16. <i>Lay out</i> Trase Rencana Jalan Kereta Api KM. 07+510 sampai dengan KM. 11+220 .....	117
Gambar 4.17. <i>Lay out</i> Trase Rencana Jalan Kereta Api KM. 11+720 sampai dengan KM. 16+300 .....	118
Gambar 4.18. <i>Lay out</i> Trase Rencana Jalan Kereta Api KM. 16+800 sampai dengan KM. 20+150 .....	119
Gambar 4.19. Alinyemen Horisontal dengan Lengkung Peralihan .....	120
Gambar 4.20. Alinyemen Horisontal yang Terbentuk pada Titik A1 .....	122
Gambar 4.21. Alinyemen Horisontal pada Titik A1 (KM. 00+000) .....	126
Gambar 4.22. Lengkung Vertikal Berbentuk Lingkaran .....	129
Gambar 4.23. Perencanaan Lengkung Vertikal Berbentuk Lingkaran .....	131
Gambar 4.24. Alinyemen Vertikal dengan Lengkung Lingkaran .....	133
Gambar 4.25. Panjang Jarum Wesel .....	137
Gambar 4.26. Lidah Wesel Pegas .....	139
Gambar 4.27. Jari-Jari Lengkung Luar pada Tikungan .....	141
Gambar 4.28. Penampang Melintang Jalan Kereta Api Jalur Ganda .....	145
Gambar 4.29. Identifikasi Ketebalan Lapisan <i>Sub-ballast</i> .....	146
Gambar 4.30. Peralatan Tes CBR Tanah dengan Alat DCP .....	148
Gambar 4.31. Uji CBR Tanah dengan Alat DCP .....	149
Gambar 4.32. Potongan Melintang Jalur Relokasi pada Perhitungan Drainase .	156
Gambar 4.33. Bentuk Saluran Drainase Jalur Relokasi .....	162

# **Perencanaan Relokasi Jalur Kereta Api Stasiun Tanggulangin-Stasiun Porong dengan Menggunakan Jalur Ganda**

Ihya Aziizi Sutrisno

1453010063

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

## **ABSTRAK**

Banjir yang menggenangi rel kereta api jalur Stasiun Tanggulangin-Stasiun Porong, Kabupaten Sidoarjo mengganggu aktivitas dan dapat menurunkan kualitas pelayanan kepada masyarakat pengguna moda transportasi kereta api. Salah satu solusi dari masalah tersebut adalah dengan merencanakan relokasi jalur Stasiun Tanggulangin–Stasiun Porong yang berpatokan dengan Rencana Induk Perkeretaapian Indonesia (RIPNAS) 2030 dan pada tugas akhir ini direncanakan berjalur ganda untuk mengantisipasi pertumbuhan perjalanan yang tinggi.

Hasil dari analisa data dan perhitungan, didapatkan jalur relokasi melintasi daerah Tulangan-Krembung-Ngoro-Watukosek-Gempol-Gununggangsir, dengan panjang trase 20,15 Km. Jalur tersebut menggunakan rel tipe R54, dengan lebar jalur 1067 mm, dan tergolong kelas jalan III. Jalur rel tersebut menggunakan sambungan rel dari plat penyambung setebal 20 mm dengan 4 buah baut berdiameter 24 mm. Penambat rel bertipe pandrol *E-Clip* yang terpasang pada bantalan beton prategang tipe N-67 produksi PT WIKA Beton, dengan jarak antar bantalan rel sebesar 60 cm. Wesel menggunakan jenis W10 dengan kecepatan ijin sebesar 35 km/jam dengan sudut wesel 1:10.

Trase jalur relokasi membentuk 6 buah lengkung horisontal dengan jari-jari lengkung sebesar 550 m. Selain itu juga membentuk lengkung vertikal tertinggi sebesar 7,372 % yang didapat dari analisa disetiap titik kilometer trase relokasi. Lapisan *ballast* dan *sub-ballast* jalur rel kereta memiliki ketebalan 30 cm dan 50 cm serta tebal tubuh jalan kereta api sebesar 1 m. Hasil identifikasi uji lapisan tanah dasar (*subgrade*), jalur relokasi memiliki nilai CBR dibawah 8 %, sehingga membutuhkan perbaikan tanah (*treatment*) untuk penggeraan konstruksi jalan kereta api. Jalur tersebut direncanakan pula memiliki saluran drainase bermaterial beton bertulang dengan dimensi penampang basah 173 cm x 346 cm.

**Kata Kunci : Kereta api, Banjir, Perencanaan, Relokasi, rel, dan Jalur ganda**

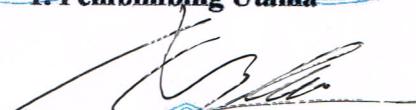
# LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

## PERANCANAAN RELOKASI JALUR KERETA API STASIUN TANGGULANGIN-STASIUN PORONG DENGAN MENGGUNAKAN JALUR GANDA

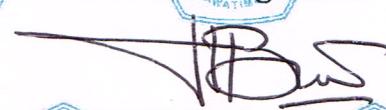
Disusun oleh:  
**IHYA AZHIZI SUTRISNO**  
**1 4 5 3 0 1 0 0 6 3**

Telah dipertahankan di depan Tim Pengaji Tugas Akhir  
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur  
Pada Tanggal : 29 November 2018

Pembimbing :  
1. Pembimbing Utama

  
**Nugroho Utomo, S.T., M.T.**  
NPT. 3 7501 04 0195 1

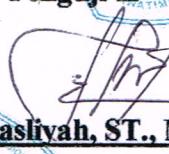
2. Pembimbing Utama

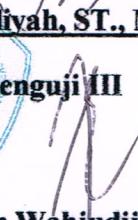
  
**Ibnu Sholichin, S.T., M.T.**  
NPT. 3 7109 99 0167 1

Tim Pengaji :  
1. Pengaji I

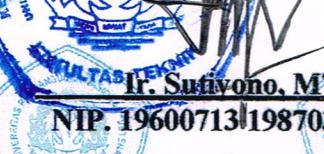
  
**Ir. Djoko Sulistiono, M.T.**  
NIP. 19541002 198512 1 001

2. Pengaji II

  
**Masliyah, ST., MT.**  
3. Pengaji III

  
**Iwan Wahjudijanto, S.T., M.T.**  
NPT. 3 7102 99 0168 1

  
**Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik**

  
**Ir. Sutiyono, MT.**  
NIP. 19600713 198703 1 001