

**KAJIAN GEOMETRIK REAKTIVASI JALUR KERETA API
CIANJUR – BANDUNG BERBASIS *GLOBAL POSITIONING
SYSTEM (GPS)*, CITRA SATELIT, DAN *DIGITAL TERRAIN
MODEL (DTM)***

TUGAS AKHIR

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Progam Studi Teknik Sipil



oleh
Nurul Hikmatul Fatimah
1507127

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2019**

Kajian Geometrik Reaktivasi Jalur Kereta Api Cianjur – Bandung Berbasis *Global Positioning System (GPS)*, Citra Satelit, dan *Digital Terrain Model (DTM)*

Oleh
Nurul Hikmatul Fatimah

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Teknik pada Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan

© Nurul Hikmatul Fatimah 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2019

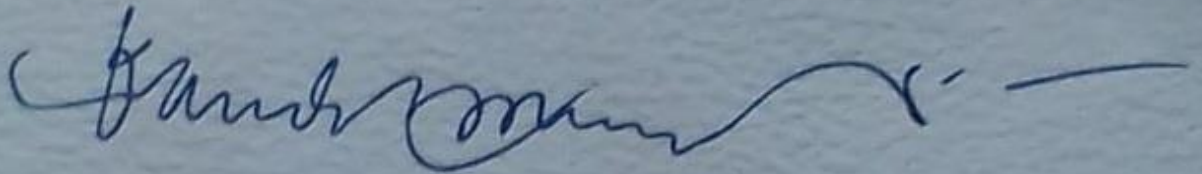
Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

NURUL HIKMATUL FATIMAH

**KAJIAN GEOMETRIK REAKTIVASI JALUR KERETA API CIANJUR –
BANDUNG BERBASIS *GLOBAL POSITIONING SYSTEM* (GPS), CITRA
SATELIT, DAN *DIGITAL TERRAIN MODEL* (DTM)**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

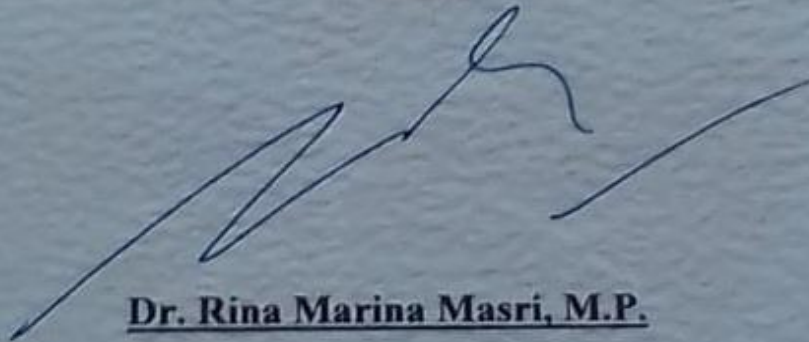
Pembimbing I,



Dr. Ir. Drs. Iskandar Muda Purwaamijaya, M.T.

NIP. 19641018 199101 1 001

Pembimbing II,



Dr. Rina Marina Masri, M.P.

NIP. 19650530 199101 1 001

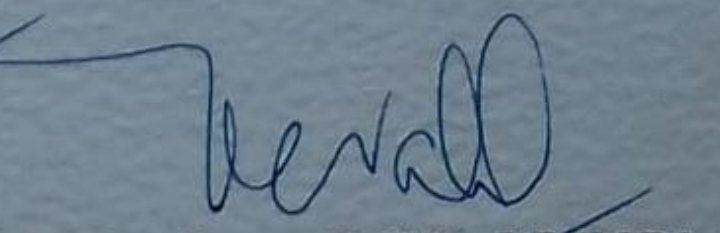
diketahui oleh:

Ketua Departemen
Pendidikan Teknik Sipil

Ketua Program Studi
Teknik Sipil



Dr. Rina Marina Masri, M.P.
NIP. 19650530 199101 1 001



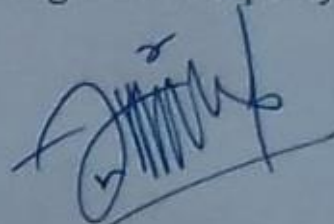
Dr. Drs. Nanang Dalil H., S.T., M.Pd.
NIP. 19620202 198803 1 002

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul "KAJIAN GEOMETRIK REAKTIVASI JALUR KERETA API CIANJUR – BANDUNG BERBASIS *GLOBAL POSITIONING SYSTEM* (GPS), CITRA SATELIT, DAN *DIGITAL TERRAIN MODEL* (DTM)" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/ sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,



Nurul Hikmatul Fatimah

NIM. 1507127

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. Karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir berjudul *Kajian Geometrik Reaktivasi Jalur Kereta Api Cianjur-Bandung Berbasis Global Positioning System (GPS), Citra Satelit, dan Digital Terrain Model (DTM)*.

Penulis menyadari bahwa selama penulisan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Drs. H. Iskandar Muda P., M.T., selaku dosen pembimbing I tugas akhir penulis,
2. Dr. Rina Marina Masri, M.P., selaku dosen pembimbing II tugas akhir penulis,
3. Dr. Rina Marina Masri, M.P., selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Sipil FPTK UPI,
4. Dr. Drs. H. Nanang Dalil Herman, S.T., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil FPTK UPI,
5. Drs. Odih Supratman, M.T., selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Sipil FPTK UPI periode 2015-2019,
6. Drs. H. Rakhmat Yusuf, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil FPTK UPI periode 2015-2019,
7. Dewi Yustiarini, M.T., selaku dosen wali penulis,
8. Seluruh civitas akademik Departemen Pendidikan Teknik Sipil FPTK UPI,
9. Kedua orang tua penulis, Bapak Rahmat Bayu dan Ibu Rina Marlina yang selalu memberi doa dan dukungan kepada penulis dalam segala hal,
10. Kedua adik penulis, Aida Praditha Azzahra dan Ari Rahman Anugrah yang selalu menyemangati penulis setiap saat,
11. Rekan-rekan kelas Hits Teknik Sipil B yang selalu saling membantu dan mendukung sejak pertama kali memulai perkuliahan di Teknik Sipil UPI,
12. Rekan-rekan Teknik Sipil dan Departemen Pendidikan Teknik Sipil 2015 yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu namanya.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda.

Tugas akhir ini bukanlah karya yang sempurna karena masih memiliki banyak kekurangan, baik dalam hal isi maupun sistematika dan teknik penulisannya. Maka dari itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar dapat menjadi masukan bagi penulis untuk lebih baik lagi di kemudian hari. Sekian yang dapat penulis sampaikan, semoga tugas akhir ini sedikit banyaknya mampu bermanfaat baik bagi diri penulis sendiri maupun para pembaca.

Bandung, Agustus 2019

Penulis

KAJIAN GEOMETRIK REAKTIVASI JALUR KERETA API CIANJUR-BANDUNG BERBASIS *GLOBAL POSITIONING SYSTEM* (GPS), CITRA SATELIT DAN *DIGITAL TERRAIN MODEL* (DTM)

Nurul Hikmatul Fatimah, Iskandar Muda Purwaamijaya¹⁾, Rina Marina Masri²⁾

Program Studi Teknik Sipil, FPTK, Universitas Pendidikan Indonesia

Email: nhikmatulfatimah@gmail.com

ABSTRAK

Jalan rel Cianjur-Padalarang merupakan bagian dari lintas Bogor-Sukabumi-Bandung yang nonaktif sejak awal tahun 2013. Tujuan dari kajian ini ialah untuk mengetahui kondisi geometrik jalan rel tersebut dengan menggunakan teknologi GPS, citra satelit, dan DTM yang meliputi *alignment* horizontal, *alignment* vertikal profil memanjang, *alignment* vertikal profil melintang, dan kondisi jika geometrik tersebut disajikan ke dalam *standard sheet* I dan *standard sheet* II. Kajian ini dilakukan pada bulan Februari hingga Agustus 2019 dengan menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif, teknik pengambilan *sample* menggunakan metode *purposive sampling* dan metode pengumpulan data menggunakan metode observasi dan dokumentasi. Peta yang digunakan merupakan peta kontur dengan interval 1 m yang diperoleh menggunakan aplikasi Google Earth, Global Mapper, dan AutoCAD. Dari hasil kajian diperoleh bahwa jalan rel Cianjur – Padalarang memiliki 72 tikungan dengan komposisi 32 tikungan tipe Spiral-Spiral, 25 tipe Spiral-Circle-Spiral, dan 15 tipe *Full Circle* yang menunjukkan bahwa sebagian besar dari jalan rel ini memiliki sudut belok yang kecil hingga sedang. Jalan rel Cianjur – Padalarang memiliki panjang 44,754 km yang terdiri dari kontur berbukit dengan elevasi tertinggi yaitu 744 mdpl dan elevasi terendah yaitu 218 mdpl. Nilai daya angkut lintas jalan rel Cianjur – Padalarang dengan perubahan ketika reaktivasi cukup kecil, sehingga memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai moda alternatif angkutan dan distribusi dengan dilakukan kajian pendahuluan mengenai kondisi tanah, pembangunan jembatan dan terowongan. Implikasi dari kajian geometrik dengan berbasis GPS, citra satelit, dan DTM ini adalah akan memudahkan pekerjaan kajian geometrik di masa depan tetapi harus disertai dengan observasi lapangan dengan teliti. Penggunaan *standard sheet* I dan *standard sheet* II pada kajian ini efektif untuk memberikan informasi geometrik secara jelas dan tepat.

Kata kunci : Kajian Geometrik, Reaktivasi, Global Positioning System, Citra Satelit, Digital Terrain Model.

¹⁾ Penulis Penanggung Jawab

²⁾ Penulis Penanggung Jawab

GEOMETRIC STUDY OF THE REACTIVATION CIANJUR-BANDUNG RAILWAY BASED ON GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS), SATELLITE IMAGERY, AND DIGITAL TERRAIN MODEL (DTM)

Nurul Hikmatul Fatimah, Iskandar Muda Purwaamijaya¹⁾, Rina Marina Masri²⁾

Department of Civil Engineering, FPTK, Indonesia University of Education

Email: nhikmatulfatimah@gmail.com

ABSTRACT

The Cianjur – Padalarang railway is a part of the Bogor-Sukabumi-Bandung railway which has been deactivated since 2013. The purpose of this study is to find out the geometric condition of the railway by using GPS technology, satellite imagery, and DTM, includes horizontal alignment, vertical alignment, and geometric condition if presented in standard sheet I and standard sheet II . This study was conducted in February to August 2019 using quantitative descriptive research methods, sampling techniques using purposive sampling methods and data collection methods using observation and documentation. The map used is a contour map with 1 m intervals obtained using the Google Earth, Global Mapper, and AutoCAD applications. From this study, it was found that Cianjur – Padalarang railway has 72 point of intersections with 32 Spiral-Spiral types, 25 Spiral-Circle-Spiral types, and 15 Full Circle types, which indicate that most of point of intersections in this railway has small angles. Cianjur – Padalarang railway has a length of 44,754 km, consisting of hilly contours with highest elevation is 744 masl and lowest elevation is 218 masl. The value of the railway capacity when reactivation is small enough, so this railway has a potential to developed as an alternative mode of transportation and distribution, but with preliminary study of soil condition and construction of bridges and tunnels. The implication of geometric studies based on GPS, satellite imagery, and DTM are to facilitate the work of geometric study in the future, but must be accompanied by carefull observations. The use of standard sheet I and standard sheet II in this study is effective to providing clear and precise geometric information.

Keywords : *Geometric Study, Reactivation, Global Positioning System, Satellite Imagery, Digital Terrain Model*

¹⁾ Penulis Penanggung Jawab

²⁾ Penulis Penanggung Jawab

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1. Emplasemen dan Geometrik Jalan Rel	6
2.1.1. Emplasemen.....	6
2.1.2. Wesel	7
2.1.3. Geometrik Jalan Rel	13
2.2. Tipe Jalan Rel	32
2.3. Beban-Beban yang Bekerja pada Struktur Jalan Rel.....	33
2.3.1. Gaya Vertikal.....	33
2.3.2. Gaya Transversal (Lateral)	35
2.3.3. Gaya Longitudinal	35
2.4. Gambaran Umum Wilayah Studi	35
2.4.1. Kabupaten Cianjur	35
2.4.1. Kabupaten Bandung Barat.....	37
2.4.1. Jalan Rel Cianjur - Padalarang	38
2.5. Teknologi <i>Global Positioning System</i> (GPS).....	40
2.6. Citra Satelit.....	42

2.7. <i>Digital Terrain Model (DTM)</i>	44
2.8. Aplikasi Google Earth Pro	45
2.9. Aplikasi Global Mapper	47
2.10. Standard Operasional Prosedur (SOP) Mendapatkan Peta Kontur Berbasis GPS, Citra Satelit, dan <i>Digital Terrain Model</i>	48
2.11. <i>Standard Sheet I dan Standard Sheet II</i>	58
2.12. Standard Operasional Prosedur (SOP) GPS Garmin Etrex Legend	60
2.13. Analisis Hidrologi	61
2.13.1. Analisis Hujan Kawasan dengan Poligon Thiessen.....	61
2.13.2. Analisis Frekuensi dan Probabilitas.....	62
2.13.3. Uji Kesesuaian DAS	63
2.13.4. Analisis Intensitas Hujan	64
BAB III METODOLOGI	65
3.1. Lokasi	65
3.2. Waktu	65
3.3. Metode	65
3.4. Populasi dan Sampel.....	65
3.5. Data dan Sumber Data.....	66
3.6. Instrumen	66
3.6.1. Dokumentasi	66
3.6.1. Observasi	67
3.6. Teknik Analisis Data	67
3.6. Kerangka Berpikir	68
3.6. Prosedur Penelitian.....	69
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	70
4.1. Kondisi Geometrik Jalan Rel Cianjur-Bandung Berbasis GPS, Citra Satelit, dan DTM	70
4.1.1. Evaluasi Kondisi Eksisting Jalan Rel Cianjur-Bandung	70
4.1.2. Perubahan pada Reaktivasi Jalan Rel Cianjur-Padalarang	73
4.1.3. Kondisi Emplasemen Jalan Rel Cianjur-Bandung	75
4.1.4. Kajian Geometrik Jalan Rel Cianjur-Padalarang Berbasis GPS, Citra Satelit, dan DTM	78

4.2. <i>Alignment</i> Horizontal Jalan Rel Cianjur-Padalarang.....	79
4.3. <i>Alignment</i> Vertikal Profil Memanjang Jalan Rel Cianjur-Padalarang	88
4.4. <i>Alignment</i> Vertikal Profil Melintang Jalan Rel Cianjur-Padalarang	92
4.5. Kajian Geometrik Jalan Rel Cianjur-Bandung dalam <i>Standard Sheet</i> I dan II	101
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	142
5.1. Simpulan.....	142
5.2. Implikasi dan Rekomendasi	143
DAFTAR PUSTAKA	144
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Ketentuan Tipe Tikungan Berdasarkan Sudut	15
Tabel 2.	Persyaratan Perencanaan Lengkungan	17
Tabel 3.	Pelebaran Sepur	22
Tabel 4.	Peninggian Rel di Lengkung Horizontal Berdasarkan Peninggian Normal	27
Tabel 5.	Pengelompokan Lalu Lintas Berdasarkan Kelandaian	28
Tabel 6.	Landai Penentu Maksimum	28
Tabel 7.	Jari-Jari Minimum Lengkung Vertikal	29
Tabel 8.	Karakteristik Penampang Rel	32
Tabel 9.	Klasifikasi Jalan Rel	33
Tabel 10.	Penampang Melintang Jalan Rel	33
Tabel 11.	Volume Angkutan Penumpang Kereta Api Kabupaten Cianjur Tahun 2017	37
Tabel 14.	Perubahan Karakteristik Penampang Rel	73
Tabel 15.	Perubahan Spesifikasi Lokomotif	74
Tabel 16.	Stationing Jalan Rel Cianjur - Padalarang	78
Tabel 17.	Persyaratan Lengkung Horizontal	78
Tabel 18.	Jari-Jari Minimum Lengkung Vertikal	79
Tabel 19.	Rekapitulasi Alignment Horizontal Jalan Rel Cianjur - Padalarang	79
Tabel 20.	Rekapitulasi Alignment Horizontal yang Tidak Memenuhi Syarat	84
Tabel 21.	Rekapitulasi Perhitungan Peninggian Rel Cianjur - Padalarang	86
Tabel 22.	Perhitungan Panjang Landai Curam Maksimum untuk Berbagai Kemungkinan Kelandaian	89
Tabel 23.	Data Vertikal Jalan Rel Cianjur - Padalarang	90
Tabel 24.	Rekapitulasi Alignment Vertikal Jalan Rel Cianjur - Padalarang	92
Tabel 25.	Hujan Maksimum Bulanan dan Tahunan Tahun 2007-	94

2017 Stasiun Hujan Cisampih

Tabel 26.	Perhitungan Hujan Ekstrim Metode Log Person III	95
Tabel 27.	Perhitungan Hujan Ekstrim Metode Gumbel	95
Tabel 28.	Perhitungan Hujan Ekstrim Metode Normal	96
Tabel 29.	Perhitungan Hujan Ekstrim Metode Log Normal	96
Tabel 30.	Resume Hujan Ekstrim	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Sketsa Wesel Biasa	8
Gambar 2.	Sketsa Wesel Lengkung	10
Gambar 3.	Sketsa Wesel Tiga Jalan Biasa	11
Gambar 4.	Sketsa Wesel Tiga Jalan Tergeser	11
Gambar 5.	Sketsa Wesel Inggris	12
Gambar 6.	Sketsa Tikungan Tipe Sp-C-Sp	15
Gambar 7.	Sketsa Tikungan Tipe Full Circle	15
Gambar 8.	Sketsa Tikungan Tipe Spiral - Spiral	15
Gambar 9.	Kedudukan Kereta Pada Saat Lengkung Horizontal	16
Gambar 10.	Posisi Roda dan Gardar Teguh Saat Kereta Melalui Lengkung	19
Gambar 11.	Ukuran Gardar Teguh yang Digunakan di Indonesia	20
Gambar 12.	Gardar Teguh dan Rel Pada Posisi 2	20
Gambar 13.	Penyederhanaan Posisi Roda pada Waktu Melintasi Lengkung	21
Gambar 14.	Diagram Superelevasi	26
Gambar 17.	Bagian-Bagian Penampang Rel	32
Gambar 18.	Cara Kerja Pelacakan Menggunakan GPS	41
Gambar 19.	Contoh Citra Satelit Dari Google Earth untuk Skala Besar Provinsi Jawa Barat	43
Gambar 20.	Contoh Citra Satelit Dari Google Earth untuk Skala Kecil Regional Kabupaten Cianjur	43
Gambar 21.	Contoh Peta Digital Terrain Model Ciranjang – Rajamandala	44
Gambar 22.	Contoh Peta Kontur Hasil Generate Data DTM	45
Gambar 23.	Logo Aplikasi Google Earth Pro	45
Gambar 24.	Logo Aplikasi Global Mapper	47
Gambar 25.	Tampilan Awal launching Google Earth Pro	48
Gambar 26.	Mencari Lokasi Penelitian	49
Gambar 27.	Tampilan Peta Ketika Diperbesar	49

Gambar 28.	Mengatur Posisi Utara dan Tegak Lurus	50
Gambar 29.	Membuat Benchmark untuk Setiap Stasiun	50
Gambar 30.	Mendigitasi Jalur Kereta Api Dengan Perintah Path	51
Gambar 31.	Menyimpan Citra Satelit	51
Gambar 32.	Menyimpan Data Dengan Format .Kmz	52
Gambar 33.	Tampilan Awal launching Global Mapper	52
Gambar 34.	Pilih File .kmz Hasil Output Google Earth Pro	53
Gambar 35.	Tampilan Ketika Data .Kmz Berhasil Diinput	53
Gambar 36.	Tampilan Digital Terrain Model	54
Gambar 37.	Tampilan Kotak Dialog Generate Kontur	54
Gambar 38.	Tampilan Kontur Berhasil Dibuat	55
Gambar 39.	Menyimpan Data Kontur ke Dalam Format .dxf	55
Gambar 40.	Kotak Dialog DXF Export Options	56
Gambar 41.	Tampilan Awal Launching AutoCAD	56
Gambar 42.	Membuka File .dxf Hasil Output Global Mapper	57
Gambar 43.	Tampilan Peta Kontur dengan Interval 1 m	57
Gambar 44.	Contoh Standard Sheet I	58
Gambar 45.	Contoh Standard Sheet II	59
Gambar 46.	GPS Garmin Seri Etrex Legend	60
Gambar 47.	Tampilan Menu GPS Garmin Seri Etrex Legend	60
Gambar 47.	Tampilan Menu Mark GPS Garmin Seri Etrex Legend	61
Gambar 48.	Lokasi Penelitian	65
Gambar 49.	Kerangka Berpikir	68
Gambar 50.	Skema Alur Penelitian	69
Gambar 51.	Rumah Warga di dalam Ruang Milik Jalan	71
Gambar 52.	Kondisi Jalan Rel di antara Stasiun Padalarang - Tagog Apu	71
Gambar 53.	Kondisi Jalan Rel di Sekitar Stasiun Cipatat	72
Gambar 54.	Kondisi Jalan Rel di Sekitar Halte Maleber	72
Gambar 55.	Emplasemen Stasiun Cianjur	75
Gambar 56.	Emplasemen Halte Maleber	76

Gambar 57.	Emplasemen Halte Selajambe	76
Gambar 58.	Emplasemen Stasiun Ciranjang	76
Gambar 59.	Emplasemen Stasiun Cipeuyeum	76
Gambar 60.	Emplasemen Halte Rajamandala	77
Gambar 61.	Emplasemen Stasiun Cipatat	77
Gambar 62.	Emplasemen Stasiun Tagog Apu	77
Gambar 63.	Emplasemen Stasiun Padalarang	77
Gambar 64.	Penampang Melintang Jalan Rel Cianjur - Padalarang	93
Gambar 65.	Analisis Poligon Thiessen	94
Gambar 66.	Penampang Melintang Drainase	99
Gambar 67.	Penampang Melintang Gorong - Gorong	101

DAFTAR LAMPIRAN

1. Peta Lokasi Penelitian
2. Dokumentasi Observasi Lapangan
3. Data Curah Hujan
4. Detail Wesel Biasa dan Wesel Simetris
5. Detail Wesel Inggris dan Wesel Tergeser
6. SK Pembimbing
7. Lembar Bimbingan Tugas Akhir
8. Notulensi Seminar I
9. Notulensi Seminar II
10. Biodata Penulis
11. Sertifikat-Sertifikat

DAFTAR PUSTAKA

- Aedi, N. (2010). *Instrumen Penelitian dan Pengumpulan Data*. Bandung: Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Indonesia.
- Arora, R., Gautam, A & Sahni S. (2017). *Global Positioning System. International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT)*, 16 (2), halaman 80-83.
- Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika. (2018). *Data Harian*. [Online]. Diakses dari https://dataonline.bmkg.go.id/data_iklim.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bandung Barat. (2018). *Kabupaten Bandung Barat Dalam Angka 2018*. Bandung Barat: BPS Kabupaten Bandung Barat.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Cianjur. (2018). *Kabupaten Cianjur Dalam Angka 2018*. Cianjur: BPS Kabupaten Cianjur.
- Bakar, A. (2012). *Tutorial Global Mapper*. [Online]. Tersedia: <http://www.citrasatelit.com/tutorial-global-mapper/>.
- Damani, et al. (2015). *Global Positioning System for Object Tracking. International Journal of Computer Applications*, 109 (8), halaman 40-45.
- De Luca, et al. (2012). *High-Speed Rail Track Design Using GIS and Multi-Criteria Analysis. Procedia Engineering*, 54, halaman 608-617.
- Garmin. (Tanpa Tahun). *eTrex Legend*. [Online]. Tersedia <https://buy.garmin.com/en-US/US/p/173>.
- Heldy, E. (2010). *Cara Mencari Koordinat Menggunakan GPS GARMIN etrex LEGEND*. [Online]. Tersedia <http://erwin-heldy.blogspot.com/2010/10/cara-mencari-kordinat-menggunakan-gps.html>.
- Hidayat, H. & Rachmadi. (2001). *Catatan Kuliah: SI-475 Rekayasa Jalan Rel*. Bandung: Penerbit ITB.
- Hoque, M. Z. (2016). *Basic Concept of GPS and Its Applications. IOSR Journal of Humanities and Social Science (IOSR-JHSS)*, 21 (3), halaman 31-37.
- Maestro. (2010). *Apa Itu Google Earth?*. [Online]. Tersedia: <http://maestro.unud.ac.id/?p=39>.

- Mughni, M. H. A. (2018). Perencanaan Reaktivasi Jalan Rel Kereta Api Rute Yogyakarta – Parangtritis. *Prosiding Kolokium Program Studi Teknik Sipil (KPSTS) FTSP UII*.
- Nedevska, et al. (2015). *Feasibility Study on Railway From Urban Zone Bitola to Urban Zone Mesheishta. Procedia Engineering, 117*, halaman 534-543.
- Penjelasan Peraturan Dinas Nomor 10 Tahun 1986 Tentang Perencanaan Konstruksi Jalan Rel.
- Peraturan Dinas Nomor 10 Tahun 1986 Tentang Perencanaan Konstruksi Jalan Rel.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 33 Tahun 2011 Tentang Jenis, Kelas, dan Kegiatan di Stasiun Kereta Api.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.
- Purwaamijaya, I.M. (2017). *Rekayasa Teknik Jalan Rel*. Bandung: Laboratorium Survey dan Pemetaan DPTS UPI.
- Richardson, S. (1995, September). *GPS/ GIS Mapping Zooms in on Satellite Imagery*. Earth Observation Magazine.
- Smith, et al. (1996). *Integrating Remote Sensing, Global Positioning System and Geographic Information Systems For Geomorphological Mapping in Mountain Environments. Proceedings of The 4th International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography, Karlstad – Kiruna - Troms* (halaman 221-236).
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Thin, et al. (2016). *GPS System Literature: Innacuracy Factors and Effective Solutions. International Journal of Computer Networks & Communications (IJCNC)*, 8 (2), halaman 123-131.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian.