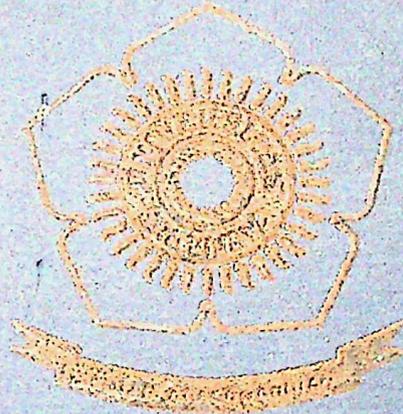


ANALISIS KUALITAS PERENCANAAN  
TINGGI TITIK AN JALUR REL KERETA API DARI  
STASIUN SIMPANG - KAMPUS USM INDEBALAYA



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

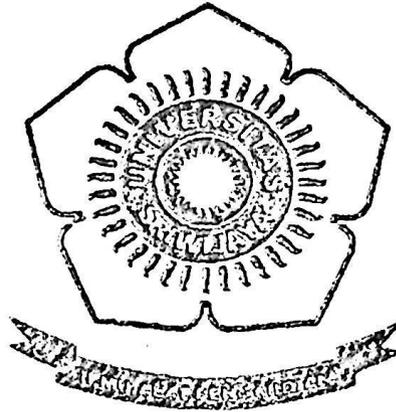
Oleh :

HIDRO NUGRAHA  
NIM. 0003110013

UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2007

625.2807  
Nugraha  
a  
2007

**ANALISIS KETELITIAN PENENTUAN  
TINGGI TITIK AS JALUR REL KERETA API DARI  
STASIUN SIMPANG - KAMPUS UNSRI INDERALAYA**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

**RIDHO NUGRAHA**  
NIM. 03023110063

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
2007**

17377

17759

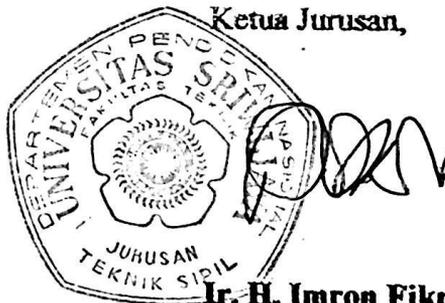
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : RIDHO NUGRAHA**  
**NIM : 03023110063**  
**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL : ANALISIS KETELITIAN PENENTUAN  
TINGGI TTIK AS JALUR REL KERETA API DARI  
STASIUN SIMPANG - KAMPUS UNSRI INDERALAYA.**

**Inderalaya, Juni 2007**

**Ketua Jurusan,**



**Ir. H. Imron Fikri Astira, MS  
NIP. 131 472 645**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : RIDHO NUGRAHA**  
**NIM : 03023110063**  
**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL : ANALISIS PENELITIAN PENENTUAN  
TINGGI TITIK AS JALUR REL KERETA API DARI  
STASIUN SIMPANG – KAMPUS UNSRI INDERALAYA.**

Inderalaya, Juni 2007

Dosen Pembimbing,

  
**Dr. Ir. Dinar Dwi Anugrah P, MSPj**  
**NIP. 131 602 983**

" Hiduplah engkau seberapapun lamanya, namun engkau pasti akan mati. Cintailah siapa saja yang kau sukai, namun engkau pasti akan berpisah dengan Mereka. Beramallah sebanyak-banyaknya engkau pasti mendapat balasannya " (Nabi Muhammad SAW)

*Kepuasan Kita Kepada :*

- Papa & Mama tercinta yang tanpa henti-hentinya mendo'akan, berkorban, memberi semangat dan dorongan untuk keberhasilan anak-anaknya
- Upi' Ni, Di' Yank & Di' Yonk yang selalu kuayangi, yang selalu ada, atas do'a, kebersamaan, dorongan dan motivasi setiap saat
- Rindha Meliza, My Sweetly ;) yang selalu mensupport, memberi semangat, do'a & cinta setiap saat Thank's for everything.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil A'lamini, segala puji dan syukur bagi Allah SWT atas rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, serta shalawat dan salam semoga tetap dilimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Tugas akhir ini dibuat guna memenuhi persyaratan untuk mengikuti ujian sarjana pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Judul penelitian tugas akhir tersebut adalah ANALISIS KETELITIAN PENENTUAN TINGGI TITIK AS JALUR REL KERETA API DARI STASIUN SIMPANG – KAMPUS UNSRI INDERALAYA.

Di dalam penulisan tugas akhir ini penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran-saran dan kritik serta bimbingan dari semua pihak yang sifatnya membangun.

Atas segala bantuan dan bimbingan serta saran-saran yang telah diberikan kepada penulis, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Dinar Dwi Anugerah Putranto, MSPj, selaku Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan saran dan meluangkan waktu selama penelitian untuk membimbing penulis.
2. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Bapak Taufik Ari Gunawan, ST, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil.
3. Bapak dan Ibu Dosen Penguji yang telah bersedia meluangkan waktu untuk menguji dan mengoreksi tugas akhir ini.
4. Seluruh Staf dan Administrasi PT Kereta Api Indonesia
5. Kedua orang tua ku, Papa dan Mama yang selalu menjadi kebanggaan dan bagian terpenting, atas do'a, cinta, bimbingan, kasih sayang dan pengorbanan untuk anak-anaknya.
6. Saudara-saudara ku, Yu' Ni, De' Yank, De' Yonk yang selalu ada, atas do,a, dorongan dan cinta yang diberikan.

7. My Lovely Rindha Meliza yang selama ini telah banyak membantu dan berkorban untuk ku. “Thanks for your love, supports and for everything”
8. Om Very, Mang Idir, Wak Lan yang membantu dalam pengambilan data-data untuk skripsi ini.
9. Seluruh Dosen, Staf dan Administrasi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
10. Anam, Mifta, Gumay, Tri, Tonit, Are’, Adi, Asrul, Supri, KMP Crew dan rekan-rekan seperjuangan Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya .
11. Ade Ersy yang telah banyak membantu dari awal hingga selesainya skripsi ini.
12. Seluruh pihak-pihak lain yang telah banyak membantu, memotivasi serta memberikan semangat kepada penulis untuk dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.

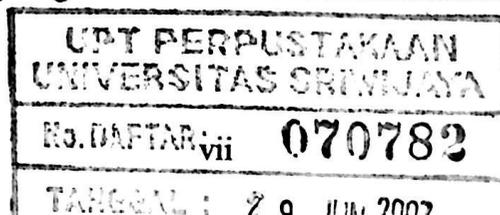
Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan informasi pada dunia pengetahuan umum dan ketekniksipilan dan semua pihak yang memerlukannya. Amin.

Indralaya, Juni 2007

Penulis

# DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Metodologi Penelitian .....	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Sejarah Jalan Rel.....	6
2.2. Perencanaan Geometrik Jalan Rel .....	7
2.2.1. Lengkung Horizontal .....	7
2.2.2. Lengkung Vertikal .....	9



2.2.3. Lebar Sepur .....	9
2.2.4. Perlebaran Sepur .....	10
2.2.5. Kelandaian .....	10
2.2.6. Peninggian Rel .....	10
2.3. Pengukuran & Pemetaan Dalam Daur Kerja Teknik Sipil .....	11
2.4. Kerangka Dasar Pemetaan .....	11
2.4.1. Titik Pengikat dan Pemeriksa .....	12
2.4.2. Kerangka Dasar Horizontal .....	13
2.4.3. Kerangka Dasar Vertikal .....	13
2.5. Pengukuran Beda Tinggi Dalam Perencanaan Jalan Rel .....	14
2.6. Sipat Datar Kerangka Dasar.....	15
2.6.1. Ketentuan Sipat Datar Kerangka Dasar .....	16
2.6.1. Tata Cara Sipat Datar Kerangka Dasar .....	16
2.7. Kesalahan-kesalahan dalam Pengolahan Harga Ukur .....	16
2.7.1. Kesalahan Petugas .....	17
2.7.2. Kesalahan Instrumen.....	18
2.7.3. Kesalahan Alami .....	18
2.7.4. Kesalahan Sistematis .....	19
2.7.5. Kesalahan Tak Terduga .....	19
2.8. Kesalahan Dalam Pengukuran.....	20
2.9. Perataan Kuadrat Terkecil.....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1. Perencanaan Jalur yang Akan Digunakan Sebagai Ikatan.....	26

3.2. Pengukuran .....	27
3.3. Perhitungan .....	27
3.4. Membangun Persamaan Kondisi.....	27
3.4.1. Penurunan Persamaan Normal.....	27
3.4.2. Matrik Kovarian untuk Perataan Matrik Korelat.....	29
3.5. Analisis Hasil .....	30
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1. Rekonstruksi Jalur Pengukuran.....	31
4.2. Data-Data Hasil Pengukuran.....	32
4.3. Ketelitian Pengukuran Beda Tinggi.....	33
4.4. Membangun Persamaan Kondisi Model Korelat.....	34
4.5. Perhitungan Perataan Metode Korelat.....	35
4.6. Kovarian Perataan Metode Korelat.....	36
4.6.1. Matrik Kovarian Hasil Pengamatan ( $\Sigma_L$ ).....	36
4.6.2. Matrik Kovarian Koreksi ( $\Sigma_{\nu}$ ).....	37
4.6.3. Matrik Kovarian Kesalahan Penutup ( $\Sigma_w$ ).....	38
4.7. Analisa Hasil Pembahasan .....	39
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>41</b>
5.1. Kesimpulan .....	41

**DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Rancangan Tahapan Penelitian.....	4
2.1 Kedudukan kereta/gerbong/lokomotif pada saat melalui lengkung horizontal	7
2.2 Lengkung transisi bentuk <i>Cubic Parabola</i> .....	8
4.1 Denah Kring Pengukuran .....	31

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Ketentuan Standar Kesalahan Sipat Datar .....	14
2.2 Perbedaan Metode Kombinasi, Parameter dan Korelat .....	25
4.1 Data Hasil Pengukuran .....	32
4.2 Perhitungan Tinggi BM Didasarkan Pada Hasil Pengukuran.....	33
4.3 Hitungan Perataan Beda Tinggi Dengan Metode Korelat .....	36

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 : Denah Pengukuran

Lampiran 2 : Data Hasil Pengukuran Beda Tinggi

Lmpiran 3 : Perhitungan Data Metode Korelat

## ABSTRAK

Transportasi merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Jalan kereta api merupakan salah satu jenis prasarana transportasi darat yang penting. Dalam teknis perancangan seperti penentuan ketinggian / kelandaian jalan kereta api diperlukan penentuan tinggi jalur rel yang teliti, agar penempatan posisi kelandaian sesuai dengan persyaratan yang ditentukan. Dan hal tersebut tergantung pada hasil pengukurannya dilapangan dan teknik perataan yang digunakan.

Sistem perataan dalam pengukuran beda tinggi biasanya dilakukan dengan menggunakan Metode Bowdich, yaitu dengan membagi rata kesalahan beda tinggi yang didapat untuk seluruh jumlah kesalahan yang diperoleh pada setiap slag. Teknik tersebut tidak dapat diketahui dimana letak kesalahan beda tinggi yang terbesar pada setiap slag. Sementara pada kenyataannya tidak semua slag mempunyai kesalahan yang sama. Oleh sebab itu diperlukan teknik lain, agar dapat lebih teliti dalam mendistribusikan hasil perataan tersebut. Dalam penelitian ini akan dicoba melakukan perataan dengan menggunakan model kuadrat terkecil.

Metode ini memiliki persamaan dasar  $BV + W = 0$ . B disebut matrik koefisien dengan dimensi  $(r \times n)$ , sedangkan V adalah matriks koreksi dengan dimensi  $(n \times 1)$ . Matrik W merupakan matrik kesalahan dan disebut kesalahan penutup, yang berdimensi  $(r \times 1)$ , matrik ini merupakan matrik yang diketahui, begitu juga matrik koefisien B. Maka, matrik koreksi V merupakan matrik yang tidak diketahui. Matrik V ini ditentukan dengan menggunakan prinsip minimum, yaitu  $V^T P V$  minimum dengan P matrik berat pengukuran yang berdimensi  $(n \times n)$ .

Model ini merupakan model matematik yang dibangun dengan menyertakan seluruh hasil pengukuran beda tinggi.

Hasil ini diharapkan akan diperoleh sebagai kontrol ketelitian dari titik-titik yang diukur, sehingga penempatan posisi jalur rel kereta api sesuai dengan persyaratan yang ditentukan.

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pergerakan manusia dan barang-barang sudah lama ada bahkan sudah seusia dengan sejarah manusia itu sendiri. Transportasi merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Transportasi mempunyai peranan yang sangat signifikan dalam aspek-aspek sosial, ekonomi, lingkungan, politik dan pertahanan-keamanan.

Pengembangan kabupaten Ogan Ilir dengan ibukota kabupaten di Inderalaya dan pertumbuhan kawasan industri dan pendidikan ( perpindahan kampus UNSRI ke Indralaya ) menjadi salah satu penyebab meningkatnya volume lalu lintas pada ruas jalan Palembang-Inderalaya. Maka untuk memberikan solusi alternatif untuk permasalahan itu PT. Kereta Api Indonesia melakukan pengembangan jaringan rel kereta api Palembang-Inderalaya dengan pembangunan jaringan rel dari stasiun simpang – ke kampus UNSRI di Inderalaya.

Jalan rel merupakan salah satu jenis prasarana transportasi darat yang penting. Sehingga dalam perencanaan geometrik, jalan rel haruslah memenuhi berbagai persyaratan tertentu agar dapat terselenggara lalu lintas yang cepat, aman, nyaman, efektif, efisien serta ekonomis. Geometri jalan rel yang dimaksud ialah bentuk dan ukuran jalan rel, baik pada arah memanjang maupun arah melebar yang meliputi lebar sepur, kelandaian, lengkung horizontal dan lengkung vertikal, peninggian rel, pelebaran sepur. Untuk itu diperlukan suatu perencanaan secara lengkap untuk mengetahui bentuk geometrik jalan rel berdasarkan pada kecepatan rencana serta ukuran-ukuran kereta yang melewatinya dengan memperhatikan faktor keamanan, kenyamanan, ekonomi dan keserasian dengan lingkungan sekitarnya. Dengan perencanaan geometri jalan rel yang benar-benar baik, akan dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi penumpang kereta api.



Dalam penentuan ketinggian / kelandaian jalan kereta api diperlukan penentuan tinggi jalur rel yang teliti, agar penempatan posisi kelandaian sesuai dengan persyaratan yang ditentukan. Ketelitian jaringan kontrol vertikal akan dipengaruhi oleh, hasil pengukuran yang benar dan ketelitian hasil perataan yang dihasilkan dari pengolahan data. Dengan perkembangan teknologi yang meningkat pesat hingga saat ini, baik teknik-teknik baru di dalam pengukuran beda tinggi seperti adanya alat-alat baru, semacam GPS, Total Station, Digital Theodolite dan sebagainya, penggunaan Teknik Water Passing masih tetap dianggap yang terbaik dalam pengukuran beda tinggi.

Sistem perataan dalam pengukuran beda tinggi biasanya dilakukan dengan menggunakan Metode Bowdich, yaitu dengan membagi rata kesalahan tinggi yang didapat untuk seluruh jumlah kesalahan yang diperoleh pada setiap slag. Dalam setiap jaringan, masing-masing jalur pengukuran terdiri atas beberapa slag, sementara untuk setiap slag, jarak tidak selalu sama. Dalam ilmu statistik, pembagian secara merata tidak dapat dibenarkan, karena pengamatan menggunakan Watterpas akan dipengaruhi oleh jarak jauh dan dekatnya antara alat dengan rambu yang dibaca. Dengan demikian ketelitian akan dipengaruhi pembacaan benang tersebut, sehingga perataan untuk mendapatkan ketelitian beda tinggi seharusnya diperoleh dari kesalahan sistematik secara random dari hasil pengukuran.

## **1.2 Perumusan Masalah.**

Pengukuran beda tinggi merupakan hal yang sangat penting dalam perencanaan dan penentuan kelandaian jalur rel kereta api. Ketelitian yang mempunyai simpangan terlalu besar dari ketelitian yang disyaratkan akan berpengaruh terhadap penentuan kelandaian jalur rel kereta api. Simpangan dalam ilmu statistik dapat digunakan untuk menilai ketelitian hasil pengukuran, apakah hasil pengukuran tersebut dalam batas toleransi yang dapat diterima atau tidak, sesuai dengan ketentuan yang ada.

Masalahnya bagaimana bentuk persamaan yang digunakan dalam melakukan perataan hasil perhitungan beda tinggi menggunakan Metode Kuadrat Terkecil dengan cara perataan model korelat untuk menyelesaikan analisis ketelitian hasil beda

tinggi dan berapa besar nilai koreksi dan simpangan yang dicapai oleh pengukuran beda tinggi tersebut.

### **1.3 Tujuan Penelitian.**

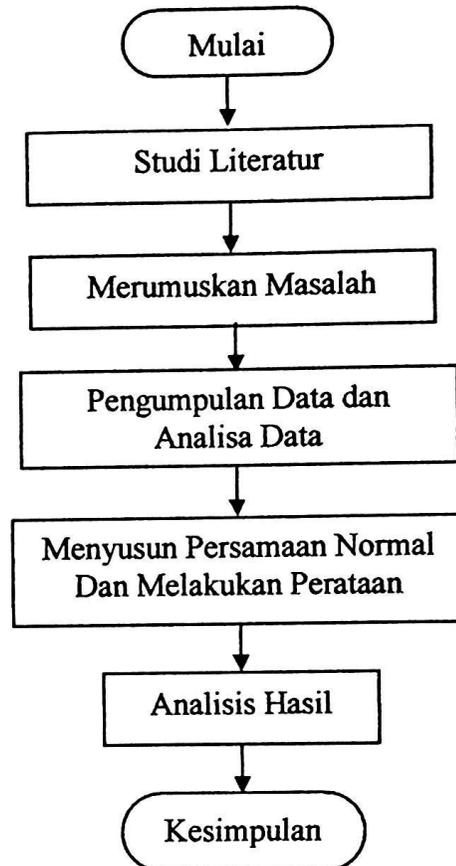
Tujuan Penelitian ini adalah:

- (1) Menganalisis hasil pengukuran beda tinggi pada Proyek Pembangunan Jaringan Jalan Rel Kereta Api di Inderalaya.
- (2) Menganalisis ketelitian pada hasil pengukuran beda tinggi pada Proyek Pembangunan Jaringan Jalan Rel Kereta Api di Inderalaya.
- (3) Menganalisis besarnya varian dan kovarian ketelitian hasil perataan pengukuran beda tinggi dengan menggunakan perhitungan perataan bersyarat (Metode Korelat).

### **1.4 Metodologi Penelitian.**

Penelitian ini dilaksanakan dilapangan (untuk mendapatkan data primer dan sedapat mungkin secara real time dan terpadu) dan di laboratorium (untuk persiapan pengumpulan data, pemrosesan/pengolahan data, analisis dan penyusunan laporan).

Untuk menyelesaikan penelitian tersebut maka rancangan penelitian akan dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:



**Gambar 1.1** Rancangan Tahapan Penelitian

### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian.**

Kegiatan lapangan dilaksanakan di Proyek Pembangunan Jaringan Jalan Kereta Api di Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir ruas stasiun simpang – kampus UNSRI sesuai dengan jadwal yang ditentukan. Sedangkan dilaboratorim dilaksanakan dibawah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya (Laboratorium Survei Pemetaan, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya).

### **1.6 Sistematika Penulisan.**

Laporan Tugas Akhir ini dibagi menjadi 5 bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

**BAB I PENDAHULUAN.**

Pada bab ini diuraikan mengenai Latar Belakang, Perumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Pendekatan Penelitian, Ruang Lingkup Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA.**

Pada bab ini ditulis mengenai informasi yang bersifat umum yang berkaitan dengan penelitian dan Catatan Penting tentang informasi (data) yang digunakan termasuk sumber informasi.

**BAB III METODOLOGI.**

Pada bab ini dibahas mengenai Metode Pelaksanaan Penelitian, jenis data, serta teknik analitis data yang didapatkan.

**BAB IV ANALITIS DAN PEMBAHASAN.**

Pada bab ini dibahas mengenai hasil penelitian / pengamatan, dan pembahasan serta perbandingan dengan hasil yang telah ada.

**BAB V KESIMPULAN.**

Kesimpulan berisikan temuan dari objek penelitian dan hasil analitis yang sesuai dengan permasalahan dan tujuan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brinker, Russell C., Paul R. Wolf, Djoko Walijatun, 1997, *Dasar-Dasar Pengukuran Tanah*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Darmawan., 2001, *Teknologi Jalan Rel*, Edisi Pertama, Bandung.
- Diraatmadja, E., 1983, *Mengukur dan Menentukan Titik-Titik di Lapangan*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Irvine, W., 1995, *Penyigian Untuk Konstruksi*, Penerbit ITB, Bandung.
- Kahar, J., 2002, *Hitung Perataan*, Teknik Goedesi ITB, Bandung.
- Mikhail, E. M., 1981, *Observation and Last Squares*, Harper and Row, New York.
- Nugroho, Widyo dan Koesdiono, 1977, *Hitung Perataan*, Teknik Geodesi ITB, Bandung
- Tri Utomo, Suryo P., *Jalan Rel*, Edisi Revisi, Beta Offset, Yogyakarta.
- Wongsotjiro S., 1980, *Ilmu Ukur Tanah*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- ....., 1986, Peraturan Dinas No.10 Perencanaan Konstruksi Jalan Kereta Api, Perusahaan Jawatan Kereta Api.
- ....., 1986, Penjelasan Perencanaan Konstruksi Jalan Kereta Api, Perusahaan Jawatan Kereta Api.