TUGAS AKHIR – RM184831

STUDI TOPOGRAFI UNTUK ANALISIS DESAIN SUTT 150 KV DI BANGKALAN

PRADHITYA DIMAS APRIANTO
NRP. 03311340000003

Dosen Pembimbing
Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

TUGAS AKHIR – RM184831

STUDI TOPOGRAFI UNTUK ANALISIS DESAIN SUTT 150 KV DI BANGKALAN

PRADHITYA DIMAS APRIANTO
NRP. 03311340000003

Dosen Pembimbing
Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

FINAL ASSIGNMENT - RM184831

TOPOGRAPHIC STUDY FOR ANALYSIS DESIGN OF SUTT 150 KV IN BANGKALAN

PRADHITYA DIMAS APRIANTO
NRP. 03311340000003

Supervisor
Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D.

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

STUDI TOPOGRAFI UNTUK ANALISIS DESAIN SUTT 150 KV DI BANGKALAN

Nama Mahasiswa : Pradhitya Dimas Aprianto
NRP : 03313340000003
Departemen : Teknik Geomatika
Dosen Pembimbing: Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRAK

SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi) adalah sarana PLN untuk dapat menyalurkan listrik dari Pembangkit Listrik ke Gardu Induk (GI) atau dari GI ke GI lain. SUTT memiliki tegangan di atas 20 kV hingga 150 kV. Dalam rangka upaya peningkatan kapasitas distribusi dan penyediaan tenaga listrik di Bangkalan dan sekitarnya, PT. PLN (Persero) akan membangun jaringan saluran transmisi 150 kV di wilayah tersebut

Studi ini mencoba untuk menganalisis kondisi topografi di sekitar jalur transmisi yang direncanakan di SUTT Bangkalan. Berdasarkan hasil analisis topografi maka akan dilakukan perancangan jaringan kabel (*sagging*). Setelah melakukan pengukuran, pengolahan, penggambaran dan analisis data dari penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut. Secara umum lokasi survei berupa lahan terbuka, persawahan, kebun, hutan, jalan dan bangunan tempat tinggal, survei memiliki elevasi antara +3 m sampai dengan +57 m di atas MSL (geoid), daerah survei memiliki kemiringan yang lebih sedikit.

Kata Kunci: *suing* , *Sagging* , Transmisi

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

TOPOGRAPHIC STUDY FOR ANALYSIS DESIGN OF SUTT 150 KV IN BANGKALAN

Name : Pradhitya Dimas Aprianto
NRP : 03313340000003
Department : Teknik Geomatika FTSPK- ITS
Supervisor : Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D.

ABSTRACT

SUTT (High Voltage Air Line) is a means of PLN to be able to channel electricity from the power station to the substation (GI) or from GI to other GIs. SUTT has voltages above 20 kV to 150 kV. In the context of efforts to increase distribution capacity and supply of electricity in Bangkalan and surrounding areas, PT. PLN (Persero) will build a 150 kV transmission line network in the region.

This study attempted to analyze topographic conditions around the planned transmission line at Bangkalan SUTT. Based on the results of the topographic analysis, a cable network design will be conducted (sagging). After carrying out the measurement, processing, drawing and analysis of data from this research, the following conclusions can be drawn In general, survei sites are in the form of open land, rice fields, gardens, forests, roads and residential buildings, the survei area has an elevation between + 3 m to with +57 m above MSL (geoid), the survei area has less slope.

Keywords: *Surveying*, *Sagging*, *Transmission*

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI TOPOGRAFI UNTUK ANALISIS DESAIN SUTT 150 KV DI BANGKALAN

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Departemen Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
PRADHITYA DIMAS APRIANTO
NRP. 03311340000003

Disetujui oleh Pembimbing tugas akhir:

1. Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D. .....
   NIP. 19800507 200312 1 001 (Pembimbing 1)

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN, DAN KEBUMIAN DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA

SURABAYA, JULI 2020

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Studi Topografi Untuk Analisis Desain SUTT 150 KV Di Bangkalan". Harapan dari penulis, semoga apa yang tertulis di dalam buku tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan saat ini dan ke depannya, serta dapat memberikan kontribusi yang nyata.

Dalam pelaksanaan dan pembuatan tugas akhir ini tentunya sangat banyak bantuan yang penulis terima dari berbagai pihak, tanpa mengurangi rasa hormat penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT. dan Nabi Muhammad SAW. yang telah membimbing penulis selama hidup.
2. Keluarga penulis (Ayah, Ibu, Mas Rosi dan istrinya) yang selalu memberikan dukungan baik berupa doa, moral, dan material yang tak terhingga kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Danar Guruh Pratomo, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing penulis yang telah membimbing, memberikan nasihat, dan memotivasi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmunya selama penulis berkuliah di Informatika ITS.
5. Teman-teman di lingkungan Teknik Geomatika yang secara tidak langsung kepada penulis, selalu memberikan hiburan, selalu menemani hari-hari penulis saat senang maupun susah, dan juga menjadi keluarga baru penulis saat berkuliah di Departemen Teknik Geomatika ITS.
6. Teman-teman angkatan 2013 yang sudah menjadi saksi hidup perjalanan karir penulis selama berkuliah di Teknik Geomatika ITS.

7. Untuk orang-orang yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis dan pembaca buku tugas akhir ini.

Penulis telah berusaha sebaik-baiknya dalam menyusun tugas akhir ini. Namun, penulis memohon maaf apabila terdapat kekurangan, kesalahan maupun kelalaian yang telah penulis lakukan. Kritik dan saran yang membangun dapat disampaikan sebagai bahan perbaikan selanjutnya. Tetap semangat dalam menjalani kehidupan, jangan menyerah, karena Allah masih ingin melihat kita berjuang. Semoga kita semua selalu diberi kebahagiaan lahir dan batin dan kesuksesan dunia akhirat. Aamiin.

Surabaya , Juli 2020

DAFTAR ISI

ABSTRAK v
KATA PENGANTAR xi
DAFTAR ISI xiii
DAFTAR GAMBAR xv
DAFTAR TABEL xvii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Jalur Transmisi Listrik 5
2.2 Desain *Sagging* 6
2.3 Survei Topografi 8
2.3.1 Kerangka Kontrol Horizontal 9
2.3.2 Kerangka Kontrol Vertikal 13
2.4. Pemilihan Jalur Terbaik 14
2.4.1. Faktor Pertimbangan Umum Dalam Pemilihan Jalur 14
2.4.2. *Desktop Study* 15
2.4.3. *Reconnaisance* 16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 17
3.1 Lokasi Penelitian 17
3.2 Data dan Peralatan 18
3.2.1 Data 18
3.2.2 Peralatan 18
3.3. Metodologi Penelitian 18
3.3.1 Tahap Persiapan 19
3.3.2 Tahap Pengumpulan Data 20
3.3.3 Tahap Pengolahan Data 20
3.3.4 Tahap Akhir 23

BAB IV HASIL DAN ANALISA.....25
4.1 Rencana Tata Ruang Wilayah Desain SUTT 25
4.2 Hasil Survei Topografi 26
4.2.1 BM Referensi 27
4.2.2 Pengukuran BM di Lokasi.....27
4.2.3 Pengukuran Detil Situasi 29
4.2.4 Peta Topografi dan Detil Situasi.....30
4.2.5 *Long Section* 31
4.2.6 *Cross Section* 33
4.3 Hasil Desain *Sagging* 34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 35
5.1 Kesimpulan.....35
5.2 Saran.....35
DAFTAR PUSTAKA.....37
LAMPIRAN 39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Detail Situai 9
Gambar 2.2 Cara Kerja GPS 10
Gambar 2.3 GNSS RTK.....12
Gambar 2.4 Hubungan geometri tinggi 13
Gambar 3.1 Peta Jalur Penelitian.....17
Gambar 3.2 Diagram alir Penelitian.....20
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data.....21
Gambar 3.4 Stasiun CORS CSBY 22
Gambar 3.5 GNSS dengan metode radial.....23
Gambar 4.1 Peta Administrasi Kab Bangkalan.....26
Gambar 4.2 Pengukuran BM 28
Gambar 4.3 Titik Base dan Rover Detil Pagar 30
Gambar 4.4 Pengukuran Detil Topografi 30
Gambar 4.5 Peta topografi.....31
Gambar 4.6 Peta Detil Situasi 32
Gambar 4.7 *Long Section* dari T1 – T3 33
Gambar 4.8 *Cross Section* di Tapak Tower.....34
Gambar 4.9 *Sagging* dari T22N – T22J 35

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tipe Tower 7
Tabel 4.1 Koordinat STA CORS CSBY 27
Tabel 4.2 Koordinat Titik-Titik BM..... 29
Tabel 4.3 Kemiringan tanah antar tapak tower 34

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik telah menjadi suatu kebutuhan penting dalam kehidupan sehari-hari. Keberlangsungan aktivitas tersebut dapat menentukan jumlah konsumsi listrik pada daerah tertentu. Dalam skala besar, konsumsi energi listrik dapat menggambarkan tingkat kemajuan suatu negara. Sebagai contoh Amerika Serikat, yang merupakan negara maju, pada tahun 2000 telah memiliki pembangkit listrik total sekitar 1200 GW atau 1,2 x 1012 Watt. Sedangkan Indonesia, yang merupakan negara berkembang, memiliki sistem transmisi listrik terbesar sepanjang Jawa-Bali yang dengan kapasitas pembangkit listrik sekitar 20 GW. Sedangkan diketahui bahwa Pulau Jawa dan Bali merupakan pulau dengan kepadatan penduduk dan aktivitas masyarakat yang tinggi.

Secara umum, sistem penyediaan tenaga listrik yang terdiri dari beberapa pembangkit listrik terhubung satu dengan lainnya oleh jaringan transmisi dengan pusat beban atau jaringan distribusi. Belakangan ini biaya distribusi listrik dalam skala nasional, diperkirakan sama dengan biaya investasi fasilitas pembangkitannya. Sistem distribusi bersama dengan sistem pembangkitan, berdasarkan pengalaman, pada umumnya menelan biaya investasi hingga 80% dari total investasi yang dikeluarkan untuk keseluruhan sistem tenaga listrik.

Siklus aliran energi listrik dibagi menjadi pembangkit generator, dan *transformator step-up*. Pada pusat pembangkit, sumber daya energi primer seperti bahan bakar fosil (minyak, gas alam, dan batubara), hidro, panas bumi, dan nuklir diubah menjadi energi listrik. Generator mengubah energi mekanis yang dihasilkan pada poros turbin menjadi energi listrik tiga fasa. Melalui *transformator step-up*, energi listrik yang dihasilkan kemudian dikirimkan melalui saluran transmisi bertegangan tinggi menuju pusat-pusat beban.

Saluran Udara Tegangan Tinggi yang selanjutnya disingkat SUTT adalah saluran tenaga listrik yang menggunakan kawat telanjang (konduktor) di udara bertegangan nominal di atas 35 kV sampai dengan 230 kV sesuai dengan standar di bidang ketenagalistrikan (PERMEN ESDM 2015). Dalam rangka upaya peningkatan kapasitas penyaluran sekaligus pasokan energi listrik wilayah Bangkalan dan sekitarnya, maka PT. PLN (Persero) akan membangun jaringan jalur transmisi 150 kV di wilayah tersebut. Untuk mendukung pembangunan jaringan transmisi tersebut diperlukan suatu desain untuk jalur transmisi yang sesuai dengan kapasitas tegangan yang direncanakan.

Pada perencanaan jalur transmisi listrik, diperlukan informasi secara menyeluruh mengenai kondisi fisik permukaan tanah di sepanjang jalur rencana. Untuk mendapatkan informasi kondisi fisik permukaan tanah dapat dilakukan dengan survei topografi. Pada perencanaan jalur transmisi listrik, aspek sistem jaringan SUTT menjadi salah satu aspek yang harus dipertimbangkan agar dalam pengoperasiannya bisa optimal.

Untuk perencanaan jalur SUTT terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan sehingga dalam pelaksanaan tidak banyak mengalami gangguan maupun kesulitan dalam pemeliharaan, antara lain berdasarkan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral nomor 18 tahun 2015; (1) Pemilihan rute yang telah mempertimbangkan berbagai aspek, yaitu: teknis, ekonomis, lingkungan, dan estetika, (2) Berdasarkan referensi titik lokasi Gardu Induk yang telah ditentukan / titik lokasi *connection* pada jaringan *existing*, (3) Rencana kapasitas maksimum penyaluran daya, (4) Mengutamakan penempatan tower sudut yang memiliki akses jalan, tidak mempunyai beda elevasi yang ekstrim antara titik-titik kaki tower (di lereng), tidak di lokasi rawa, (5) Kemudahan jalur untuk dapat di jangkau oleh petugas operasional.

Penelitian ini berusaha untuk menganalisis kondisi topografi di sekitar rencana jalur transmisi di SUTT Bangkalan. Berdasarkan hasil analisis topografi tersebut akan dilakukan desain jaringan kabel antar tower (*sagging).*

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi topografi di sepanjang jalur transmisi SUTT 150 kV di Bangkalan?
2. Bagaimana pembuatan desain jaringan listrik SUTT 150 kV Bangkalan?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat dilakukan lebih fokus, sempurna, dan mendalam, maka diperlukan suatu batasan masalah pada penelitian ini. Adapun batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data topografi merupakan data sekunder yang diperoleh dari survei topografi pada bulan Mei 2019.
2. Lokasi jalur rencana SUTT 150kV berada di Bangkalan dengan panjang 37 km.
3. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak AutoCad 2009 dan ArcMap 10.3.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah

1. Mengetahui kondisi topografi di sepanjang jalur transmisi SUTT 150 kV di Bangkalan.
2. Mengetahui analisis kondisi topografi untuk desain jaringan listrik SUTT 150 kV di Bangkalan.
3. Membuat desain *sagging* atau desain jaring kabel antar tower SUTT 150 kV di Bangkalan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah

1. Sebagai informasi untuk kegiatan pembangunan jalur transmisi SUTT terutama pada aspek survei dan pemetaan
2. Sebagai masukan untuk tata kelola jalur transmisi SUTT.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Pada proses perencanaan pembangunan jaringan listrik, diperlukan informasi terkait dengan topografi daerah yang akan dibangun jaringan tersebut. Informasi bentuk permukaan tanah di sepanjang jalur transmisi akan mempengaruhi desain jalur dan pekerjaan tanah yang harus dilakukan, yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan jalur transmisi. Pada sub bab berikut akan dijelaskan mengenai teori-teori yang terkait dengan pengukuran topografi untuk pembangunan jaringan listrik dan desain jaringan listrik antar tower.

2.1 Jalur Transmisi Listrik

Saluran transmisi merupakan media yang digunakan untuk mentransmisikan atau menyalurkan tenaga listrik dari *generator station* atau pembangkit listrik sampai *distribution station* hingga sampai pada konsumen pengguna listrik melalui suatu bahan konduktor. Berdasarkan sistem transmisi dan kapasitas tegangan yang disalurkan terdiri dari Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) 200 kV-500 kV dan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 20 kV-150 kV. Sistem transmisi SUTT memiliki tegangan operasi antara 20 kV sampai 150 kV.

Saluran transmisi sangat berkaitan dengan Gardu Induk (GI), dimana GI merupakan pusat sistem tenaga yang berisi saluran transmisi dan distribusi, perlengkapan hubung, *transfomator*, dan peralatan pengaman serta peralatan kontrol. Fungsi utama dari GI adalah untuk mengatur aliran daya listrik dari saluran transmisi ke saluran transmisi lainnya yang kemudian didistribusikan ke konsumen, sebagai tempat kontrol, sebagai pengaman sistem operasi dan sebagai tempat untuk menurunkan tegangan transmisi menjadi tegangan distribusi.

Desain transmisi dihasilkan melalui serangkaian kegiatan yang memiliki tujuan tertentu. Desain awal yang dibuat pada perangkat lunak terkait harus dicek kehandalannya melalui kegiatan *reconnaissance*, sehingga melalui proses *reconaissance* ini dihasilkan revisi atau perbaikan desain yang lebih efisien. desain jalur hasil proses *reconnaissance* tersebut nantinya diimplementasikan melalui kegiatan survei topografi untuk mendapatkan data topografi dan situasi lokasi pekerjaan. Hasil dari proses implementasi menunjukkan perubahan-perubahan terkait dengan lokasi tiap-tiap tower. Perubahan lokasi tapak tower didasarkan pada nilai rasio dari desain lendutan kabel konduktor (*desain sagging*), ruang bebas jalur atau *ground clearance* dan kondisi lokasi rencana tapak tower.

2.2 Desain *Sagging*

Sagging atau kelendutan bentuk lengkung konduktor yang dikarenakan beratnya konduktor yang membentang di antara tower transmisi dan faktor-faktor lainnya (Irawan 2016). Nilai *sag* harus diperhitungkan dengan cermat guna melakukan ground clearance yang merupakan area bebas obyek di sekitar transmisi untuk alasan keselamatan masyarakat sekitar dan keamanan tower itu sendiri.

Nilai *sagging* ditentukan oleh berat konduktor, jarak rentang (*span*), dan kuat tarik konduktor. Pada posisi tower dengan elevasi yang berbeda, *sagging* dihitung dengan menggunakan rumus 2.1 berikut (BSN 2002).

$$D = \frac{WS^2}{8T} \tag{2.1}$$

Keterangan rumus :

D : *sagging* (m)

W : berat penghantar per satuan panjang (kg/m)

S : jarak rentang (m)

T : kuat tarik penghantar (kg)

Parameter lain yang diperhitungkan adalah suhu dan tekanan angin. Pada kondisi dengan suhu dan tekanan angin yang berbeda, nilai *sag* dihitung dengan rumus tersendiri yang lebih teliti . Parameter suhu menjadi faktor penting untuk mempertimbangkan pemuaian pada konduktor. Pada suhu tinggi, pemuaian terjadi sehingga panjang konduktor akan bertambah dan tidak sesuai dengan nilai panjang awal sebenarnya, sebaliknya pada suhu rendah/minimum, konduktor mengalami penyusutan panjang.

Pembangunan transmisi harus dijauhkan dari pemukiman warga, namun juga meminimalkan adanya titik belok. Besarnya sudut titik belok mempengaruhi memilihan tipe tower itu sendiri. Tower-tower yang ditempatkan pada titik belok memiliki ukuran yang berbeda dari tower-tower yang terdapat pada jalur yang lurus, sehingga menambah besarnya biaya dari pembangunan kontruksi tower itu sendiri. Tower sudut atau *tension tower* dan *section tower* memiliki luas daerah pembebasan 400 m^2, sedangkan tower lurus atau *suspension* tower memiliki luas lahan pembebasan 225 m^2. Apabila terdapat *suspension tower* yang sudah berada dalam kondisi dan posisi yang terbaik, namun masih memiliki nilai rasio di luar nilai rentang yang disyaratkan maka tower tersebut harus dijadikan sebagai tension tower agar tetap dapat berdiri dengan kokoh dan tahan lama. Berdasarkan sudut beloknya, tipe tower dapat dibagi menjadi lima tipe tower transmisi seperti yang terlihat pada Tabel 2.1 sesuai dengan PERMEN ESDM No. 18 Tahun 2015.

Tabel 2.1 Tipe *Tower* Berdasarkan Besarnya Sudut Belok (ESDM 2015)

Tipe *tower*	Sudut belok	Fungsi *tower*
AA	0° s.d. 3°	*Suspension tower*
BB	3° s.d. 20°	*Tension tower/Section tower*
CC	20° s.d. 40°	*Tension tower*
DD	40° s.d. 60°	*Tension tower*
EE	60° s.d. 90°	*Tension tower*

Pekerjaan berikutnya setelah desain *sagging* yaitu melakukan review lapangan untuk memastikan kondisi dan kelayakan dari rencana titik tower tersebut dengan mempertimbangkan kondisi topografi di area rencana tapak tower. Berdasarkan hal tersebut perubahan posisi rencana titik tower pada penggambaran desain *sagging* mungkin untuk dilakukan bila titik tower di lapangan tidak memungkinkan atau tidak layak.

2.3 Survei Topografi

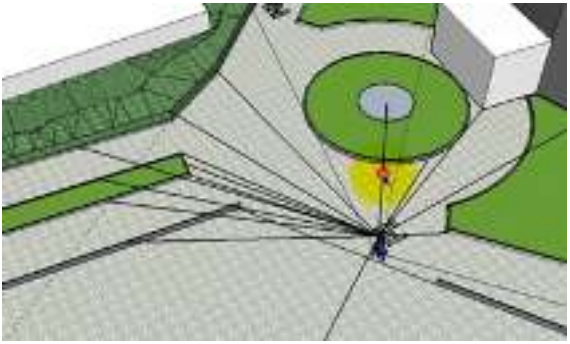
Survei topografi adalah kegiatan untuk mendapatkan data yang berhubungan dengan permukaan bumi pada suatu wilayah yang terdiri dari berbagai variabel topografi (Ismail 2015). Pengukuran topografi dilakukan dengan metode *tachymetry* mencakup objek yang dibentuk oleh alam dan buatan manusia. Pengukuran ini dilakukan dengan mengukur titik-titik yang terdapat pada area pengukuran, sehingga gambaran umum dari keadaan topografi pada suatu area dapat dipresentasikan dengan baik. Pengukuran dilakukan dengan mengukur sudut dan jarak yang direkam dalam format digital untuk selanjutnya ditampilkan dalam bentuk koordinat pada alat survei.

Proses pemetaan topografi sendiri adalah proses pemetaan yang pengukurannya langsung dilakukan di permukaan bumi dengan peralatan survei terestris (Sosrodarsono dan Takasaki 1983). Teknik pemetaan mengalami perkembangan sesuai dengan perkembangan ilmu dan teknologi. Dengan perkembangan peralaatan ukur tanah secara *elektronis*, maka proses pengukuran menjadi semakin cepat dengan tingkat ketelitian yang tinggi, dan dengan dukungan teknologi GIS maka langkah dan proses perhitungan menjadi semakin mudah dan cepat serta penggambarannya dapat dilakukan secara otomatis.

Demikian pula wahana pemetaan tidak hanya dapat dilakukan secara teristris, namun dapat pula secara *fotogrametris radargrametris, videografis,* bahkan sudah merambah pada wahana ruang angkasa dengan teknologi satelit dengan berbagai kelebihannya. Setiap wahana mempunyai kelebihan dan

kekurangannya masing masing, sehingga pemilihannya sangat tergantung dari tujuan pemetaan, tingkat kerinciaan obyek yang harus disajikan, serta cakupan wilayah yang akan dipetakan.

Pada pemetaan topografi diperlukan titik referensi pengukuran. Titik-titik referensi pengukuran ini digunakan sebagai acuan posisi horisontal dan vertikal untuk detail situasi di area pengukuran.



Gambar 2.1. Peta Detail Situasi (Basuki 2006)

2.3.1 Kerangka Kontrol Horizontal

Kerangka Kontrol Horisontal (KKH) merupakan kerangka dasar pemetaan yang memperlihatkan posisi horisontal (X,Y) antara satu titik relatif terhadap titik yang lain di permukaan bumi pada bidang datar. Untuk mendapatkan posisi horisontal dari KKH dapat digunakan banyak metode, salah satu metode penentuan posisi horisontal yang sering digunakan adalah metode poligon. Metode poligon digunakan untuk penentuan posisi horisontal banyak titik dimana titik yang satu dan lainnya dihubungkan dengan jarak dan sudut sehingga membentuk suatu rangkaian sudut titik-titik (*polygon*). Pada penentuan posisi horizontal dengan metode ini, posisi titik yang belum diketahui koordinatnya ditentukan dari titik yang sudah diketahui koordinatnya dengan mengukur semua jarak dan sudut dalam poligon.

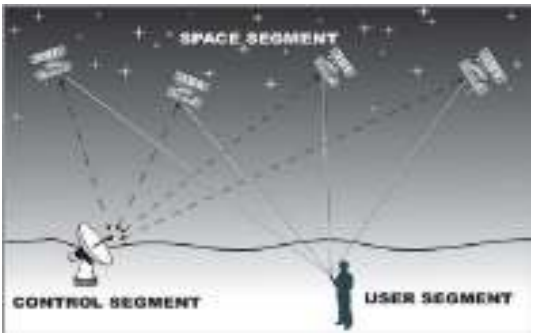
a. GNSS (*Global Navigation Satellite System*)

GNSS (*Global Navigation Satellite System*) merupakan teknologi yang digunakan untuk menentukan posisi atau lokasi serta waktu dalam satuan ilmiah di bumi (Ulinnuha 2014). Satelit akan mentransmisikan sinyal radio dengan frekuensi tinggi yang berisi data waktu dan posisi yang dapat diambil oleh penerima yang memungkinkan pengguna untuk mengetahui lokasi tepat mereka dimanapun di permukaan bumi.

Sampai saat ini, terdapat 4 macam GNSS yang telah dan akan beroperasi secara penuh pada beberapa tahun kedepan, yaitu:

1) GPS - *Global Positioning System* (Amerika)
2) GLONASS - *Global Navigation Satellite System* (Russia)
3) Beidou (Kompas - China)
4) Galileo (Uni Eropa)

GPS terdiri dari tiga segmen utama, segmen angkasa (*space segmen*) yang terdiri dari satelit-satelit GPS, segmen sistem kontrol (*control segment*) yang terdiri dari stasion-stasion pemonitor dan pengontrol satelit, dan segmen pemakai (*user segment*) yang terdiri dari pemakai GPS termasuk alat-alat penerima dan pengolah sinyal data GPS (Abidin 2007).



Gambar 2.2 Cara Kerja GPS (Moreno 2015)

Sistem GPS terdiri dari 24 satelit. Konstelasi 24 satelit GPS tersebut menempati 6 orbit yang mengelilingi bumi dengan sebaran yang telah diatur sedemikian rupa sehingga mempunyai probalitas kenampakan setidaknya 4 satelit yang bergeometri baik dari setiap tempat di permukaan bumi di setiap saat (Prahasta 2002). Satelit GPS mempunyai ketinggian rata-rata di atas permukaan bumi sekitar 20.200 km. Satelit GPS memiliki berat lebih dari 800 kg, bergerak dengan kecepatan sekitar 4 km/detik dan mempunyai periode 11 jam 58 menit.

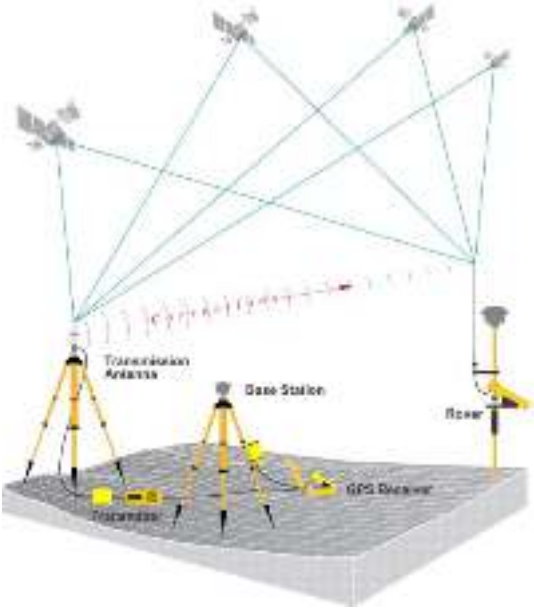
Konsep dasar pada penentuan posisi dengan GPS adalah *resection* (pengikatan kebelakang) dengan jarak, yaitu dengan pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui. Pada pelaksanaan pengukuran penentuan posisi dengan GPS, pada dasarnya ada dua jenis/tipe alat penerima sinyal satelit (*receiver*) GPS yang dapat digunakan, yaitu Tipe Navigasi digunakan untuk penentuan posisi yang tidak menuntut ketelitian tinggi dan Tipe Geodetik digunakan untuk penentuan posisi yang menuntut ketelitian tinggi.

Kelebihan penentuan posisi dengan menggunakan GPS antara lain GPS dapat digunakan setiap saat tanpa bergantung waktu dan cuaca (Abidin 2001). GPS dapat digunakan oleh banyak orang pada waktu yang sama dan pemakaiannya tidak bergantung pada batas politik dan alam. Penggunaan GPS dalam penentuan posisi secara lokal tidak bergantung dengan kondisi topografis daerah survei. Posisi yang ditentukan dengan GPS mengacu ke datum global yang dinamakan *World Geodetic System* 1984 (WGS 84). Dengan kata lain posisi yang diberikan oleh GPS akan selalu mengacu ke datum yang sama. Pemakaian lokal GPS tidak dikenakan biaya, setidaknya sampai saat ini. *Receiver* GPS cenderung lebih kecil ukurannya, lebih murah harganya dan kualitas data yang diberikan lebih baik.

Pengoperasian alat GPS untuk penentuan posisi suatu titik lokal lebih mudah dan tidak mengeluarkan biaya banyak. Data pengamatan GPS sukar untuk dimanipulasi. Semakin banyak

bidang aplikasi yang dapat ditangani dengan menggunakan GPS dan di Indonesia semakin banyak instansi yang menggunakan GPS.

Pengukuran dan pemetaan topografi dilakukan untuk mendapatkan gambaran topografi dan situasi di sepanjang area rencana pemasangan SUTT 150 kV Bangkalan. Metode yang digunakan untuk pemetaan topografi ini adalah metode RTK GNSS. Prinsip dari pemetaan dengan metode GNSS RTK adalah menempatkan satu alat GNSS RTK di salah satu titik sebagai base dan salah satu titik berjalan mengukur detil topografi dengan menggunakan satu unit GNSS RTK sebagai *rover*.



Gambar 2.3 GNSS RTK (Casciati dkk 2016)

Pengukuran topografi dengan menggunakan GNSS RTK akan menghasilkan koordinat detil situasi (topografi) secara *real time* dalam bentuk L,B,h. Selanjutnya sistem koordinat ini ditranfromasi ke sistem *Universal Tranverse Mercator* (UTM) yaitu *Easting* (X) dan *Northing* (Y) dengan satuan meter. Sedangkan tinggi yang digunakan adalah tinggi orthometrik yang diperoleh dengan

persamaan 2.1. Pengukuran topografi, *cross section*, dan *long section* di sepanjang area rencana SUTT 150 kV Bangkalan dengan metode sebagai berikut:

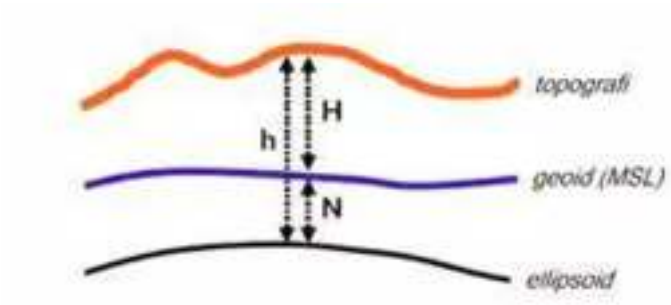
a. Metode : GNSS RTK dengan Hi-Target V60
b. Kerapatan pengukuran : Mengikuti kondisi topografi
c. Titik ikat : BM 01, BM 02, BM 03, dan BM 04

2.3.2 Kerangka Kontrol Vertikal

Kerangka dasar vertikal merupakan teknik dan cara pengukuran kumpulan titik - titik yang telah diketahui atau ditentukan posisi vertikalnya berupa ketinggiannya terhadap bidang rujukan ketinggian tertentu. Bidang ketinggian rujukan ini biasanya berupa ketinggian muka air laut rata - rata (*mean sea level*) atau ditentukan vertikal (Safrel 2010).

1. Metode sipat datar prinsipnya adalah mengukur tinggi bidik alat sipat datar optis di lapangan menggunakan rambu ukur.
2. Pengukuran trigonometris prinsipnya adalah mengukur jarak langsung (jarak miring), tinggi alat, tinggi, benang tengah rambu, dan sudut vertikal (*zenith* atau *inklinasi*).
3. Pengukuran barometris pada prinsipnya adalah mengukur beda tekanan atmosfer.

Metode sipat datar merupakan metode yang paling teliti dibandingkan dengan metode *trigonometris* dan *barometris*. Hal ini dapat dijelaskan dengan menggunakan teori perambatan kesalahan yang dapat diturunkan melalui persamaan matematis diferensial parsial. Hubungan antara tinggi *ellipsoid*, tinggi *othometrik* dan *undulasi geoid* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.4 Hubungan Geometri Tinggi Ellipsoid, Tinggi *Orthometric*, dan Undulasi Geoid (Arif dkk 2011)

Pada Gambar 2.3 hubungan antara tinggi ellipsoid, tinggi orthometrik, dan undulasi geoid dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$H = h - N \qquad (2.2)$$

Keterangan

h : tinggi ellipsoid

H : tinggi orthometrik

N : nilai undulasi

Dalam kasus ini, tinggi *orthometric* H diperoleh dengan persamaan 2.2 dimana tinggi ellipsoid diperoleh dari pengukuran GNSS dan undulasi geoid (N) diperoleh dari model geoid EGM2008.

2.4. Pemilihan Jalur Terbaik

2.4.1. Faktor Pertimbangan Umum Dalam Pemilihan Jalur

a) Faktor Teknis:

Faktor yang memepertimbangkan hal-hal yang spesifik salam penelitian ini.

- Upayakan memilih jarak terpendek.
- Pertimbangan efisiensi: pemilihan daya dukung tanah yang relatif baik

- Pemilihan topografi yang *relative* datar
- Lokasi GI mendekati pusat beban (radius jarak terjauh beban 20 km).
- Menghindar dari kawasan penyebab korosi (tepi pantai, daerah banyak debu)

b) Faktor Non Teknis:

Faktor yang mempertimangkan hal diluar teknis.

- Memilih jalur yang kendala sosialnya terendah (semaksimal mungkin menghindar dari pemukiman, cagar budaya, cagar alam, dll).
- Kesesuaian tata ruang: memilih jalur yang sesuai dengan tata ruang wilayah setempat.
- Meminimalisir melewati kawasan lindung (hutan lindung, kawasan resapan air, cagar alam, taman nasional, suaka margasatwa, dll).
- Menghindari daerah sensitif, seperti: radar pertahanan, bandara udara, tempat kegiatan militer

2.4.2. ***Desktop Study***

Setelah memiliki informasi/data yang cukup (Peta topografi, pengetahuan kondisi sosial, tata ruang, kebutuhan lokasi beban, dsb), maka dilakukan *desktop study* dengan menentukan titik gardu induk awal dan akhir kemudian menentukan perkiraan rencana lokasi titik-titik tower sudut dan membuat perkiraan jalur di atas peta topografi.

Dalam merencanakan jalur transmisi pertimbangan dari aspek Sistem Jaringan SUTT/SUTET di wilayah tertentu menjadi salah satu aspek yang harus diperhatikan sehingga dalam pengoperasiannya bisa optimal.

Perkiraan jalur sebaiknya dibuat dalam beberapa alternatif agar didapatkan jalur yang terbaik. Pemilihan rute harus mempertimbangkan berbagai aspek, yaitu : teknis, ekonomis, lingkungan dan estetik, berdasarkan referensi titik lokasi gardu induk yang telah ditentukan / titik lokasi *connection* ada jaringan

eksisting, rencana kapasitas maksimum penyaluran daya, Mengutamakan penempatan tower sudut yang memiliki akses jalan, tidak mempunyai beda elevasi yang ekstrim antara titik-titik kaki tower (di lereng), tidak di lokasi rawa, serta kemudahan jalur untuk dapat di jangkau oleh petugas operasional.

2.4.3. ***Reconnaisance***

Reconnaissance merupakan kegiatan untuk mendapatkan gambaran nyata yang terdapat di lapangan (Ashar 2014). Pada kegiatan ini dilakukan pengecekan di lapangan menggunakan alat bantu GPS *tracking* dan penentuan koordinat rencana lokasi tower sudut untuk mematangkan pemilihan jalur susuai perkiraan dalam *desktop study*.

Apabila berdasarkan hasil *reconnaissance* terdapat informasi lapangan yang menunjukkan bahwa perlu dilakukan penyesuaian atas hasil desktop study maka tower sudut atau jalur yang perlu di sesuaikan atau direvisi . Hasil revisi rencana jalur akan di gunakan sebagai acuan dalam proses survei detil berikutnya

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di jalur eksisting SUTT 150 kV Bangkalan sepanjang 14 km. Kabupaten Bangkalan adalah sebuah kabupaten di Pulau Madura, Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Ibu kotanya adalah Bangkalan. Kabupaten ini terletak di ujung paling barat Pulau Madura; berbatasan dengan Laut Jawa di utara, Kabupaten Sampang di timur serta Selat Madura di selatan dan barat.

Penelitian ini berada di jalur eksisting SUTT 150 kV Bangkalan-Tx Bangkalan sepanjang kurang lebih 14 km seperti pada Gambar 3.1. Lokasi pekerjaan ini terletak di Bangkalan bagian selatan (setelah Jembatan Suramadu) yang diawali dari tower yang ada di sebelah kanan jalan dan menuju ke arah utara sampai ke Gardu Induk (Tx Bangkalan). Jumlah tower eksisting yang diukur sebanyak 43 tower.

Gambar 3.1 Peta Jalur Penelitian

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Bahan yang digunakan dalam kegiatan ini adalah merupakan data sekunder yang diperoleh dari beberapa instansi yang terkait, yaitu

1. Peta Rupa Bumi Indonesia Bangkalan
2. Peta Administrasi Kabupaten Bangkalan
3. Peta Geologi Lembar Surabaya dan Sapulu
4. Peta Infrastruktur Kabupaten Bangkalan
5. Perda RTRW

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan baik perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang digunakan pada pekerjaan ini adalah sebagai berikut:

1.Peralatan Survei (*hardware*)

a. Peralatan Studi Geodetik (GNSS Hi Target V60)

b. Peralatan Survei Topografi (Total Station Topcon GTS 235) dan Survei GPS (GNSS Hi Target V60)

2.Perangkat lunak (software)

a. Autodesk Civil 3D (Penggambaran Peta Topografi, *Long* dan *Cross Section*)

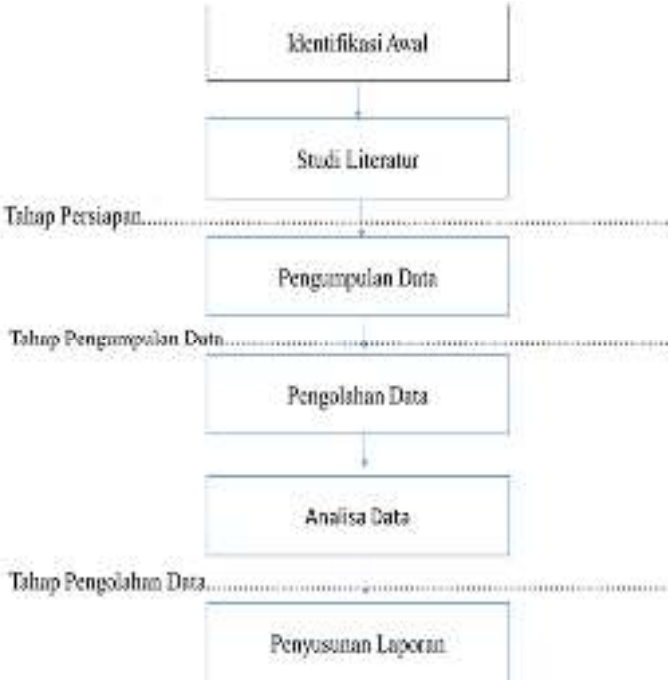
b. Magnet Tools (Pengolahan Data GNSS)

c. MicroCad Survei (Pengolahan Data TS)

d. Microsoft Office (Pembuatan Laporan)

3.3. Metodologi Penelitian

Tahapan yang akan dilaksanakan dalam penelitian adalah seperti pada diagram alir dibawah ini.



Gambar 3.2 Diagram alir Penelitian

Berikut adalah penjelasan diagram alir penelitian:

3.3.1 Tahap Persiapan

Kegiatan pada tahap persiapan meliputi:

a. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan dalam suatu penelitian. Adapun permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana cara membuat desain jaringan SUTT 150 kV

b. Studi Literatur

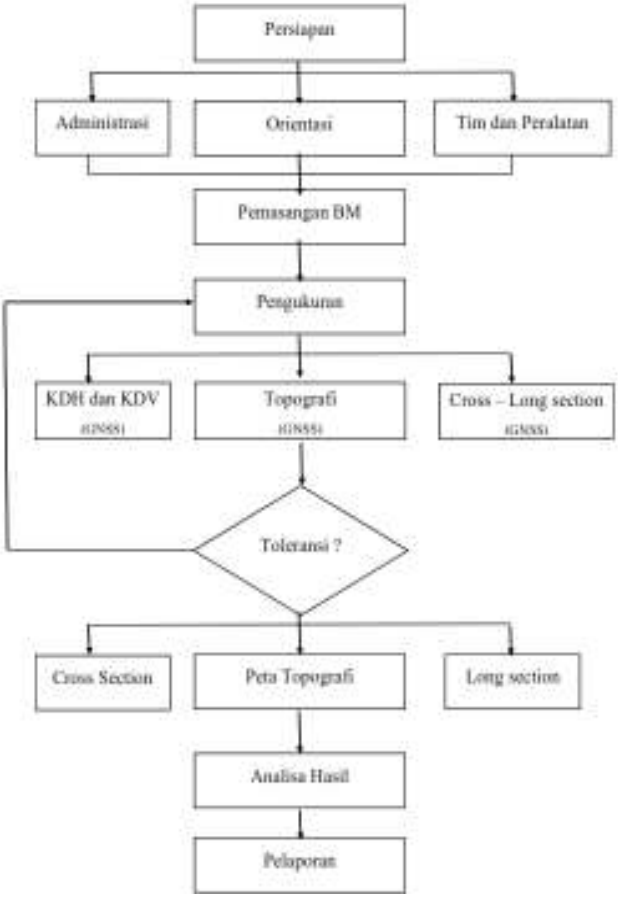
Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan survei topografi untuk menentukan jaringan SUTT 150 kV serta literatur lain yang mendukung dari buku, jurnal, majalah, internet, dan lain sebagainya.

3.3.2 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data yang dibutuhkan untuk penelitian tentang studi topografi untuk analisis desain jaringan SUTT 150 kV di Bangkalan

3.3.3 Tahap Pengolahan Data

Adapun diagram alir pengolahan data penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Data

Adapun Penjelasan Diagram Alir Tahap Pengolahan data

1. Persiapan

Pada Tahap Persiapan dalah pengumpulan data dan peralatan yang akan dipakai pada saai survei jaringan SUTT yang meliputi:

a) Data Administrasi

b) Orientasi

c) Tim dan Peralatan

2. Pemasangan BM

Pemasangan 4 (empat) titik ikat yang permanen dimaksudkan untuk memperoleh *azimuth* yang akan digunakan sebagai titik ikat acuan posisi geografis dan sebagai titik ikat kontrol ukuran. Jumlah titik ikat harus sepasang di awal dan akhir area studi. Keempat BM yang dipasang tersebut diukur dengan melakukan pengukuran GPS Geodetik teliti dan terikat dengan pilar sistem koordinat nasional terdekat. Pada kasus ini titik ikat yang digunakan adalah titik BIG orde 1 yaitu CSBY yang merupakan stattion CORS BIG yang terletak di kantor Telkom Gayung Kebonsari Surabaya.

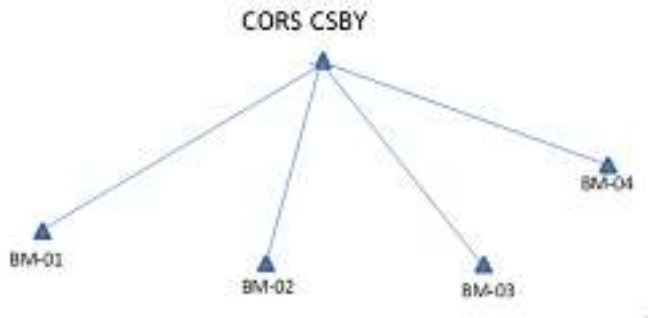
Gambar 3.4 Stasiun CORS CSBY

Pengukuran BM ikat/kontrol adalah dengan menggunakan GNSS Geodetik. Pengukuran dilakukan menggunakan sistem GNSS Geodetik *Differensial* yang terikat dengan sistem koordinat

nasional dan mengacu dengan sistem koordinat yang lama. Alat GNSS yang digunakan minimal tipe pengukur fase dual frekuensi (L1 & L2) dan ketelitian posisi GNSS orde 2 (dua) dan pengolahan data harus dilakukan seteliti mungkin dengan tingkat kesalahan seminimal mungkin

3. Pengukuran

BM-BM yang telah dipasang, diamati dengan GNSS selama 1 jam dengan metode radial. Adapun titik ikat yang digunakan pada pengamatan ini adalah CORS CSBY.



Gambar 3.5 Pengamatan GNSS dengan metode radial

Adapun spesifikasi pengamatan jarring segitiga tersebut adalah sebagai berikut:

a. Lama pengamatan : 1 Jam
b. *Sampling Rate* : 15 detik
c. *Mask Angle* : 150
d. Metode Pengamatan: Statik differensial
e. Titik Ikat : STA CORS CSBY
f. Pengukuran jarring dilakukan menggunakan 2 unit GPS tipe Geodetik Hi-Target V60

Setelah pengamatan selesai, memeriksa kembali sentering dan tinggi antena, selanjutnya melakukan download dan backup

data. Pengolahan data dilakukan secara *post processing* menggunakan *software* Magnet Tools segera setelah pengukuran. Secara garis besar, pengolahan terdiri dari 2 tahap, yaitu pengolahan data secara *absolute* dan pengolahan *baseline* yang diikatkan ke titik STA CORS CSBY. Pada pengolahan baseline prosedur pengolahan *baseline* dilakukan sebagai berikut:

a. Seluruh data pengamatan GPS di konversi ke RINEX (*Receiver Independent Exchange*) format.
b. Sebelum pengolahan dilakukan penyaringan dan pengeditan data yang dilakukan pada data pengamatan format RINEX. Penyaringan dan pengeditan data tersebut antara lain:
   - Tinggi alat harus diedit sesuai dengan hasil pengukuran tinggi alat rerata.
   - Nama dan nomor pilar harus sesuai dengan nama dan nomor pilar yang diukur.
c. Proses pengolahan *baseline* dilakukan per *baseline* dimulai dari titik ikat STA CORS CSBY.

4. Peta Topografi

   Setelah masuk toleransi akan lanjut pada pembuatan Peta yang diperoleh dari data pengukuran lalu di-*plot* menggunakan aplikasi ArcGIS untuk dijadikan peta
5. Pelaporan

   Pada tahap akhir kan dibuat laporan berdasarkan penelitian ini

3.3.4 Tahap Akhir

Tahap akhir pada penelitian ini adalah pembuatan laporan tentang studi topografi untuk analisis desain jaringan SUTT 150 kV di Bangkalan.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB IV
HASIL DAN ANALISA

4.1 Rencana Tata Ruang Wilayah Desain SUTT

Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Bangkalan Tahun 2009-2029 telah ditetapkan oleh Bupati Bangkalan dengan Peraturan Daerah Kabupaten Bangkalan No. 10 Tahun 2009. Sebagaimana pada pasal (4) huruf a yaitu: peningkatan daya energi listrik pada daerah-daerah pusat pertumbuhan dan daerah pengembangan berupa pembangunan dan penambahan gardu-gardu listrik. *Paragraph* 6 Rencana Pengembangan Prasarana Pasal 31 ayat (3) huruf b menyatakan bahwa jaringan distribusi tenaga listrik, terdiri atas:

1. Kecamatan Burneh
2. Kecamatan Geger
3. Kecamatan Arosbaya
4. Kecamatan Klampis
5. Kecamatan Sapulu
6. Kecamatan Tanjung Bumi
7. Kecamatan Kokop
8. Kecamatan Konang
9. Kecamatan Kwanyar

Oleh karena itu PT. PLN (Persero) yang akan membangun transmisi SUTT 150kV Bangkalan-TX Bangkalan di UIP Jawa bagian Timur dan Bali II telah sesuai dengan Perda tentang RTRW Kabupaten Bangkalan Tahun 2009-2029. Terkait dengan rencana pemasangan kabel SUTT 150 kV secara spesifik tidak diatur pada perda RTRW tersebut. Pemasangan kabel listrik dapat dilaksanakan pada semua zonasi kawasan yang ada.

Kabupaten Bangkalan wilayahnya membentang dari arah Barat Daya ke Tenggara dan melebar dari arah Barat ke Timur. Berdasarkan garis lintang dan garis bujur wilayah Kabupaten Bangkalan terletak pada koordinat koordinat 1120 40’ 06” - 1130

08’ 04” Bujur Timur serta 60 51’ 39” - 70 11’ 39” Lintang Selatan. Luas Wilayah Kabupaten Bangkalan 1.260,14 km2 terbagi dalam 18 Kecamatan, 8 Kelurahan dan 273 Desa. Batas wilayah administrasi Kabupaten Bangkalan sebagai berikut:

a. Sebelah Utara : Laut Jawa
b. Sebelah Timur : Kabupaten Sampang
c. Sebelah Selatan : Selat Madura
d. Sebelah Barat : Selat Madura

Gambar 4.1 Peta Administrasi Kabupaten Bangkalan

4.2 Hasil Survei Topografi

Wilayah Kabupaten Bangkalan dilihat dari topografi berada pada ketinggian 2-100 m di atas permukaan air laut. Wilayah yang terletak di pesisir pantai, seperti Kecamatan Sepulu, Bangkalan, Socah, Kamal, Modung, Kwanyar, Arosbaya, Klampis, Tanjung Bumi, Labang dan Kecamatan Burneh mempunyai ketinggian antara 2 - 10 m di atas permukaan air laut. Sedangkan wilayah yang terletak pada bagian tengah mempunyai ketinggian

antara 19-100 m di atas permukaan air laut. Lokasi tertinggi terletak di Kecamatan Geger dengan ketinggian 100 m diatas permukaan laut. Kemiringan tanah / di wilayah Kabupaten Bangkalan adalah sebegai berikut:

a. Datar ($0^0 – 2^0$) seluas 56,738 Ha (45,43%)
b. Bergelombang ($2^0 – 15^0$) seluas 63,002 Ha (50,45%)
c. Curam ($15^0 – 40^0$) seluas 4,427 Ha (3,54%)
d. Sangat curam ($> 40^0$) seluas 721 Ha (0,58%)

Lokasi kegiatan ini mempunyai kemiringan tanah $0^0 – 15^0$.

4.2.1 BM Referensi

BM yang digunakan sebagai referensi dalam survei topografi ini adalah BM orde 1 yang dibangun oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) dengan nama STA CORS CSBY. BM ini terletak di kantor Telkom di Gayug Kebonsari Surabaya dan koordinatnya ditunjukkan dalam Tabel 4.1

Tabel 4.1 Koordinat STA CORS CSBY

Nama BM	Koordinat Geodetik		Koordinat UTM (m)		Tinggi Elipsoid (m)
	Lintang (S)	Bujur (T)	Timur (X)	Utara (Y)	
STA CORS CSBY	$7^0$20’3,604”	$112^0$43’27,714”	690343,261	9187929,136	51,253

4.2.2 Pengukuran BM di Lokasi

` Di rencana lokasi SUTT 150 kV Bangkalan dibangun 4 BM utama yaitu BM 01, BM 02, BM 03 dan BM 04. Pengukuran BM-BM tersebut menggunakan alat GNSS RTK Hi-Target V60 dapat dilihat pada Gambar 4.2 . Pengukuran BM 01, BM 02, BM 03, dan BM 04 diikatkan ke titik CORS CBSY.

Gambar 4.2 Pengukuran BM utama di lokasi survei

Hasil akhir dari pengolahan data GNSS dengan software Magnet Tools di 4 BM utama yang terletak di lokasi survei dapat di lihat pada Tabel 4.2 di bawah. Deskripsi 4 BM utama dan pengolhaan datanya dengan software Magnet Tools.

Tabel 4.2 Koordinat Titik-Titik BM di Area Rencana SKTT 150 kV Bangkalan – Tx. Bangkalan

BM	Koordinat Geodetik		Koordinat UTM (m)		Tinggi Elipsoid (m)	Tinggi Ortho-metrik (m)
	Lintang (S)	Bujur (T)	Timur (X)	Utara (Y)		
BM-01	7°07'34,556"	112°46'24,186"	695849.603	9211916.777	76.178	46.335
BM-02	7°07'34,397"	112°46'23,021"	695813.861	9211921.8	76.747	46.905
BM-03	7°04'22,818"	112°47'40,890"	698226.227	9217798.292	42.696	12.514
BM-04	7°04'21,458"	112°47'40,893"	698226.474	9217840.076	42.637	12.453

4.2.3 Pengukuran Detil Situasi

Pengukuran detil situasi bertujuan untuk mengukuran detil situasi yang ada di lapangan seperti elevasi tanah (detil topografi), detil jalan (bentuk jalan), pagar, selokan dan detil lain yang akan disajikan dalam peta topografi nantinya. Metode yang digunakan pada survei detil situasi ini adalah GNSS RTK dengan koreksi via radio. Metode ini menggunakan alat GNSS RTK Hi-Target dimana 1 alat diletakkan di *base* dan 1 alat yang berfungsi sebagai *rover*. Alat di *base* dalam kondisi diam dan memancarkan koreksi RTK melalui radio ke alat yang berfungsi sebagai rover. *Rover* bergerak mengikuti detil situasi yang akan digambarkan pada peta nantinya.

Gambar 4.3 Titik *Base* (Kiri) dan *Rover* Detil Pagar (Kanan)

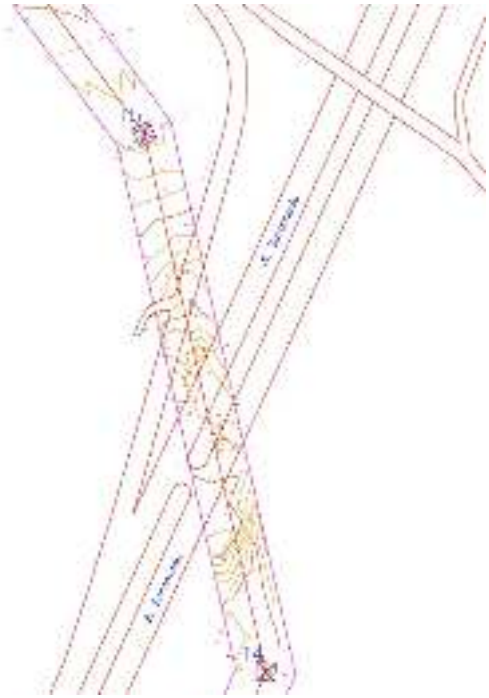
Gambar 4.4 Pengukuran Detil Topografi dengan GNSS RTK Hi Target V60

4.2.4 Peta Topografi dan Detil Situasi

Hasil akhir dari kegiatan survei topografi ini adalah peta topografi dan situasi dari area rencana lokasi SUTT 150 kV Bangkalan-Tx. Bangkalan. Sebagian dari area topografi dan detil situas rencana lokasi SUTT 150 kV Bangkalan dan Tx. Bangkalan dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.

Gambar 4.5 Peta topografi (kontur) area survei T25 – T26

Pada Gambar 4.6 detil situasi di area survei secara umum adalah permukiman (bangunan), jalan, saluran air, perkebunan dan ruang terbuka hijau. Secara umum, elevasi topografi di area survei adalah minimum 3.125 m dan maksimum 57.311 m. Kondisi topografi di area survei secara umum adalah datar (landai). Interval kontur yang digambarkan pada peta topografi ini adalah 1 m. Data lengkap peta detail situasi berada di lampiran B

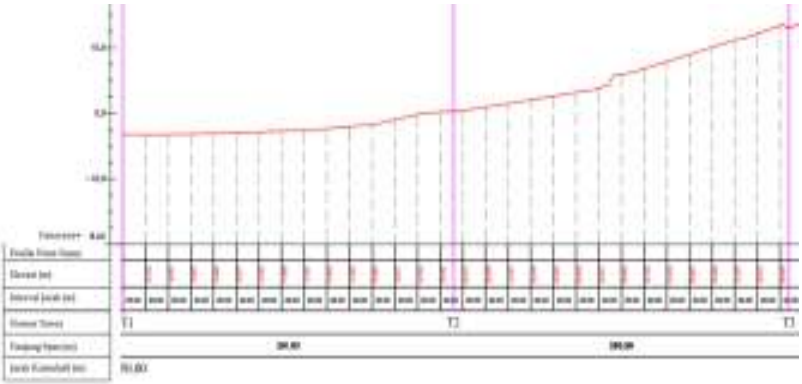


Gambar 4.6 Peta Detil Situasi Area Survei T4 – T6

4.2.5 ***Long Section***

Pengukuran *long section* ini bertujuan untuk memperoleh gambaran vertikal permukaan as jalur. Profil/peningkatan ketinggian tanah di lapangan yang harus diambil harus sesuai dengan kaidah umum yang berlaku bagi peta topografi dengan skala 1: 2000, atau dengan menggunakan rumus Interval Kontur = (1/2000) x bilangan skala atau dengan kata lain setiap perbedaan tinggi sebesar 1 m harus diambil. Pengukuran *long section* ini tidak dilakukan secara khusus tepat di as jalur survei akan tetapi pengukuran dilakukan bersamaan dengan pengukuran detil topografi yang lain.

Penggambaran *long section* ini didasarkan pada peta topografi (peta kontur) yang telah dibuat di seluruh area lokasi survei. Dengan demikian elevasi-elevasi tanah yang digunakan untuk penggambaran *long section* di sepanjang as jalur survei diambilkan/diturunkan dari peta topografi yang sudah dibuat sebelumnya. Gambar *long section* (profil memanjang) bertujuan untuk menunjukkan naik turunnya elevasi dari awal survei (awal lokasi) sampai ke akhir survei (akhir lokasi). Sebagian gambar dari *long section* ini dapat dilihat pada Gambar 4.7 di bawah ini.



Gambar 4.7 *Long Section* dari T1 – T3

Dari data *long section* yang ada, menunjukkan bahwa elevasi minimum adalah sebesar 3.125 m dan elevasi maksimum adalah 57.311 m dari muka air laut rata-rata atau mean sea level (msl). Berdasarkan data *long section* dari T1 sampai dengan T43, dapat dikelompokkan ke dalam 3 kelas kemiringan yaitu sebagai berikut:

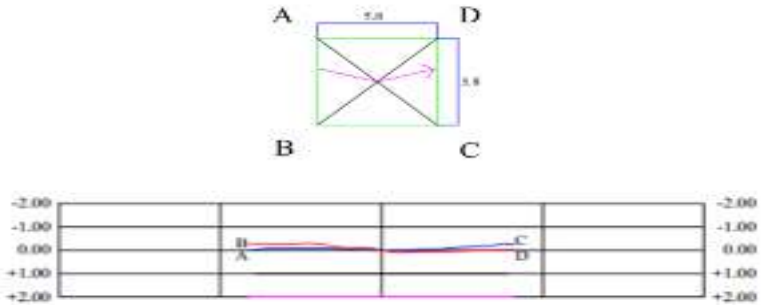
Tabel 4.3 Kemiringan tanah antar tapak tower

No	Tapak Tower	Kemiringan Tanah (^{0})
1	T1 – T6	9 (naik)
2	T6 – T26	0 (datar)
3	T26 – T31	-5 (turun)
4	T31 – G1	0 (datar)

Secara umum lokasi area survei adalah datar (landai) yaitu kemiringan 00 dari T6 ke T26 dan T31 ke G1, kemiringan +90 (naik) dari T1 ke T6 dan kemiringan turun (-50) dari T26 – T31. Data Lengkap Tentang Long section Berada di Lampiran C.

4.2.6 ***Cross Section***

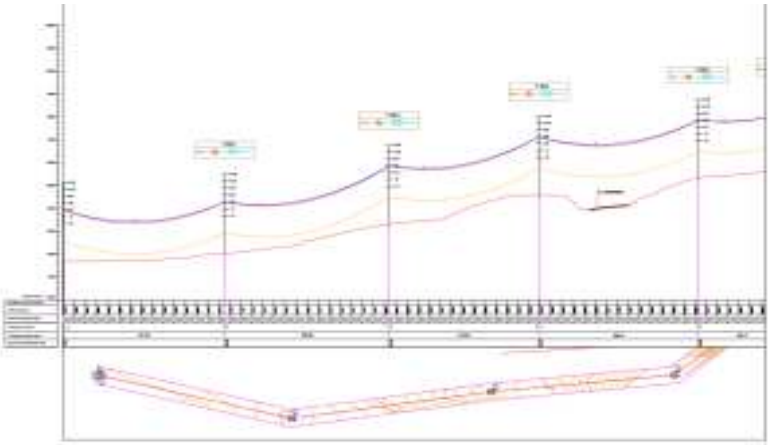
Pengukuran *cross section* hanya dilakukan di lokasi tapak tower dengan tujuan untuk memberikan gambaran beda tinggi permukaan tanah pada diagonal tapak tower untuk menentukan *leg extension* dan jika diperlukan untuk keperluan galian dan timbunan di lokasi tapak tower. Gambar 4.8 ini merupakan hasil cross section di Tower . Data Lengkap *Cross Section* Berada di Lampiran D.



Gambar 4.8 *Cross Section* di Tapak Tower

4.3 Hasil Desain *Sagging*

Pada Penelitian ini, berhubung tinggi objek (tumbuhan, bangunan, jembatan dan lainnya) tidak diukur tingginya, maka dalam penggambaran *sagging* mengikuti aturan lapangan umum yaitu jarak minimum vertikalnya adalah 13.5 m. Gambar 4.9 berikut ini merupakan contih hasil penggambaran *sagging* dari T22N – T22J. data lengkap desain *sagging* berada di Lampiran E.



Gambar 4.9 *Sagging* dari T22N – T22J

Lokasi definitif rencana tower ditandai dilapangan dengan pemasangan patok BM dilokasi hasil *stacking out*. Patok untuk BM utama berukuran minimal 5 inch, dicor, diwarnai, nampak minimal 30 cm di atas permaukaan tanah dan kokoh. Untuk memberikan pengamanan terhadap posisi BM maka diperlukan pemasangan patok bantu ke depan dan ke belakang (patok pelurus) pada arah rencana jalur transmisi. Patok bantu ini selain untuk kemudahan rekonstruksi posisi BM bila terjadi gangguan (misalnya : tercabut) juga menunjukan posisi as rencana jalur.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melaksanakan kegiatan pengukuran, pengolahan, penggambaran dan analisa data dari penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Secara umum lokasi survei survei berupa lahan terbuka, sawah, kebun, hutan, jalan dan bangunan rumah. Area survei mempunyai elevasi antara +3 m sampai dengan +57 m diatas MSL (geoid).
2. Area survei mempunyai kemiringan kurang dari 100 dan didominasi oleh daerah yang datar yaitu antara T22I – T33 dan T1 dan GI, daerah naik 90 yaitu T22N – T22I dan daerah yang turun 50.
3. Jarak bebas vertikal minimum yang digunakan untuk pembuatan *sagging* adalah 13.5 m sesuai dengan Permen ESDM No. 18 Tahun 2015 yaitu lapangan umum.
4. Berdasarkan gambar *sagging* yang telah dibuat, tinggi tower *extension*:
   a) T22N dan T22M adalah 3 m,
   b) T22L – T22I, T22F – T32, dan T34 – T41 adalah 6 m,
   c) T33 dan T42 – T50 adalah 9 meter
   d) T22H – T22G adalah 12 m,

5.2 Saran

1. Untuk mendapatkan hasil Penelitian yang lebih baik, dapat dilakukan Survei yang lebih detail.
2. Untuk mendapatkan hasil Penelitian yang lebih baik, dapat dilakukan dengan membuat usaha yang lebih banyak dan bervariasi.

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, H.Z., 2001, Geodesi Satelit. Jakarta : PT. Pradnya Paramitha.

Abidin, H.Z., 2007, Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya, Pradnya Pramita, Jakarta.

Arif, S., Harahap, T. N., Manurung, H., Rustadi, W. C., Nasution, S. R., Suryadiputra, I. N. N., & Sualia, I. 2011. Profil 15 Danau Prioritas Nasional. Kementrian Lingkungan Hidup.

Ashar, M. 2014. Survei Jalur Transmisi 70 KV Dari Kecamatan Giri Mulya Sampai Kecamatan Ketahun, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu (Studi Kasus: Kab. Bengkulu). Skripsi

Badan Standardisasi Nasional (BSN).SNI 04-6918-2002 Ruang bebas dan jarak bebas minimum pada Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) dan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET).

Basuki, S., 2006, Ilmu Ukur Tanah (Edisi Revisi), Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Casciati, F., Casciati, S., Fuggini, C., Faravelli, L., Tesfai, I., dan Vece M. 2016. Framing a Satellite Based Asset Tracking (SPARTACUS) Within Smart City Technology. Journal of Smart Cities, vol.2(2): 40–48

Irawan, R. 2016. Analisis Medan Magnetik di Saluran Transmisi Menggunakan *Finite Element Method.* Tugas Akhir Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Ismail, N., Maharoni, Lindra, I. 2015. Analisis Perencanaan Pembangunan BTS (*Base Transceiver Station*) Berdasarkan Faktor Kelengkuangn Bumi dan Daerah Fresnel di Regional

Project Sumatera Bagian Selatan. Jurnal ISTEK, Vol. IX No. 1, Hal 104 – 121.

Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. 2015. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 18 Tahun 2015 tentang Ruang Bebas dan Jarak Bebas Minimum Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi, Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi, dan Saluran Udara Tegangan Tinggi Arus Searah Untuk Penyaluran Tenaga Listrik.

Moreno, F. 2015. Detection and Characterization of Karstic Caves: Integration of Geological and Geophysical Techniques. Granada: Departamento de Geodinámica – Universidad de Granada.

Prahasta, E. 2002. Konsep – konsep Dasar Sistem Informasi Geografis. Bandung.

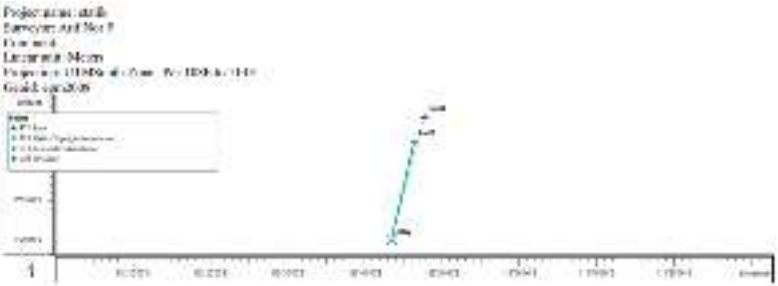
Safrel, I. 2010. Evaluasi Titik Kontrol Tinggi Universitas Negeri Semanrang denganMetode Pengukuran Kerangka Dasar Vertikal *Benchmark* (BM). Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan. Vol.12, No. 2, Hal. 141 - 150.

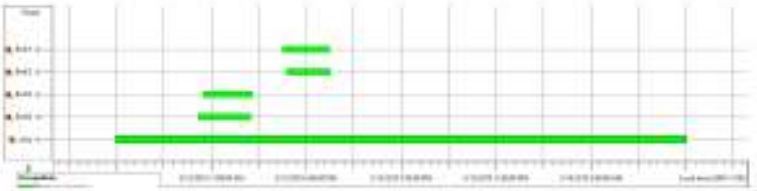
Sosrodarsono dan Takasaki, M., 1983, Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan, PT. Pradnya Parameterita, Jakarta.

Ulinnuha, H., 2014. Perbandingan 7 Parameter Transformasi Datum Dari ITRF 2008 Ke ITRF 2005 Metode Molodensky-Badekas dengan Parameter Global IERS, Skripsi Teknik Geodesi dan Geomatika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

LAMPIRAN

A.Pengukuran GPS





GPS Observations

Name	dN (m)	dE (m)	dH (m)	Solution Type	GPS Satellites	GLONASS Satellites	Epochs	Vert RMS (m)	Horz RMS (m)
Base01 - coby	-22591.171	-5542.502	-24.925	Code Diff	6	6	248	0.038	0.013
Base02 - coby	-22590.193	-5446.768	-25.494	Code Diff	6	6	225	0.036	0.012
Base03 - coby	-28652.404	-7879.127	0.357	Fixed, Iono Free	9	5	247	0.025	0.010
Base04 - coby	-28604.478	-7879.374	0.616	Fixed, Iono Free	9	6	300	0.022	0.009

Control Points

Name	Latitude	Longitude	Ellipsoid Height (m)	Code	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)
coby	7°20'03.66425"S	112°41'27.71424"E	51.253		9180925.607	690347.181	22.624

Adjustment Summary

Adjustment type: Plane + Height, Minimal constraint
Confidence level: 95 %
Number of adjusted points: 5

Number of plane control points: 1
Number of fixed GPS vertices: 0
A posteriori plane UWE: 1 , Bounds: (1 , 1)
Number of height control points: 1
A posteriori height UWE: 1 , Bounds: (1 , 1)

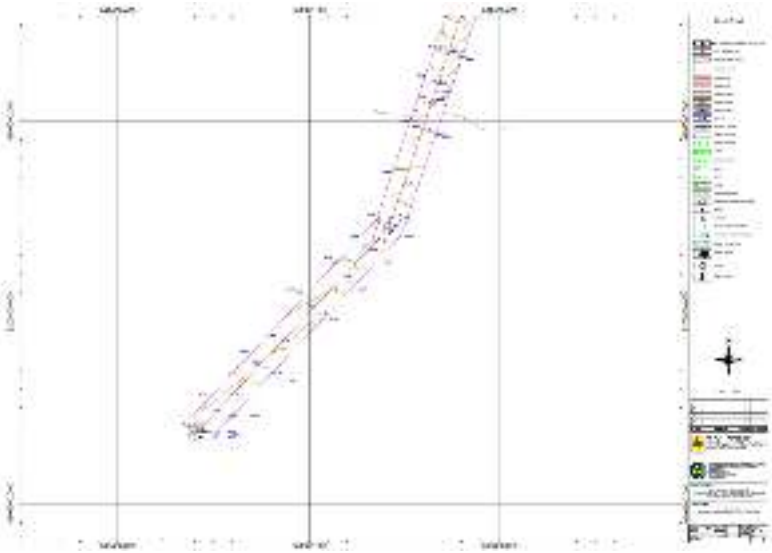
Adjusted Points

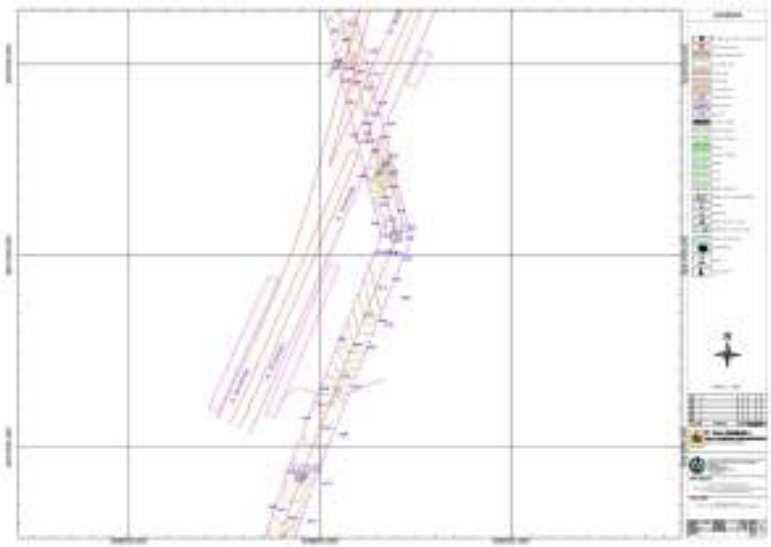
Name	Latitude	Longitude	Ellipsoid Height (m)	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (Datum) (m)
Base01	7°37'24.5561"S	112°40'24.1935"E	78.178	9211516.777	695849.960	46.335
Base02	7°37'24.2571"S	112°40'23.8212"E	78.747	9211521.800	695813.861	46.905
Base03	7°37'22.8183"S	112°40'40.2935"E	42.669	9217798.292	698226.227	12.514
Base04	7°37'22.4283"S	112°40'40.8331"E	42.637	9217840.076	698226.474	12.483

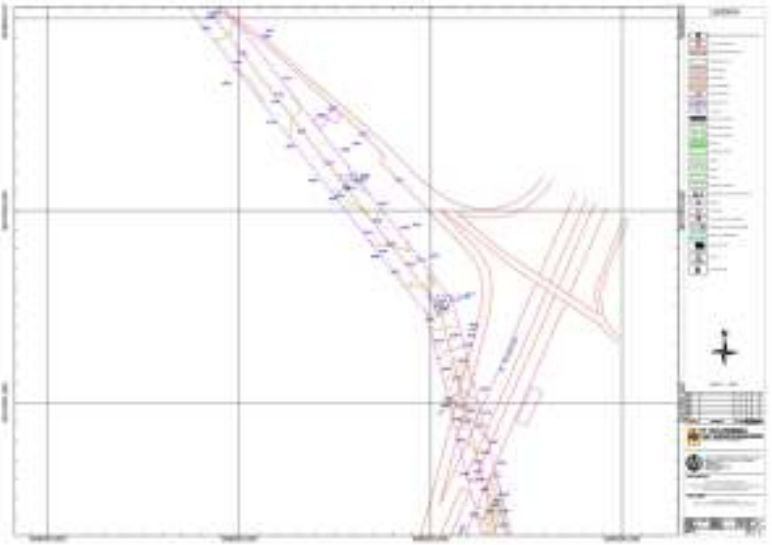
Point Summary

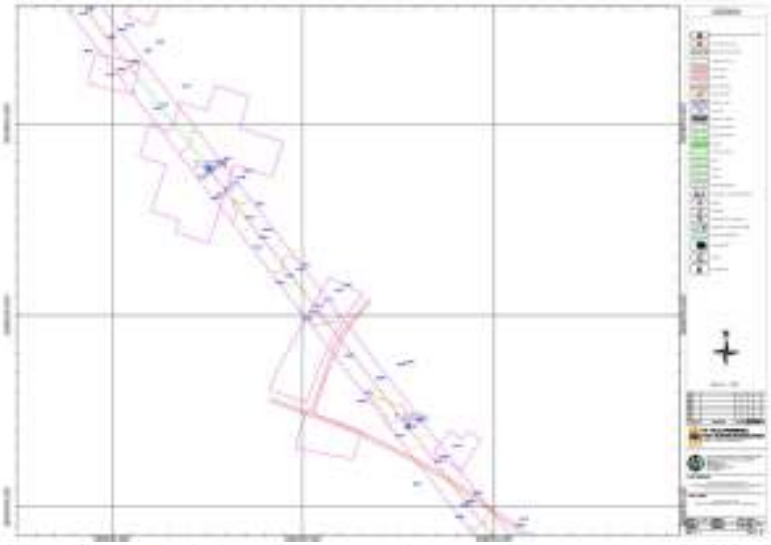
Name	Latitude	Longitude	Ellipsoid Height (m)	Grid Northing (m)	Grid Easting (m)	Elevation (m)
Base01	7°37'24.5561"S	112°40'24.1935"E	78.178	9211516.777	695849.960	46.335
Base02	7°37'24.2571"S	112°40'23.8212"E	78.747	9211521.800	695813.861	46.905
Base03	7°37'22.8183"S	112°40'40.2935"E	42.669	9217798.292	698226.227	12.514
Base04	7°37'22.4283"S	112°40'40.8331"E	42.637	9217840.076	698226.474	12.483

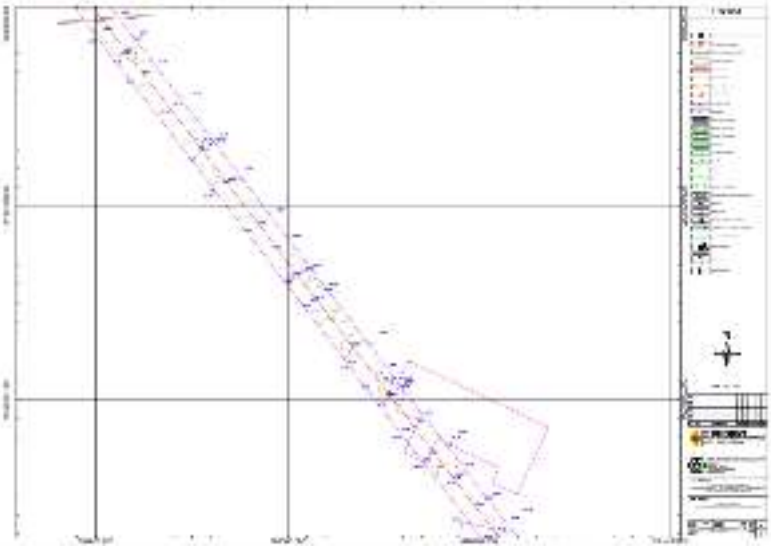
B.Peta Detail Situasi

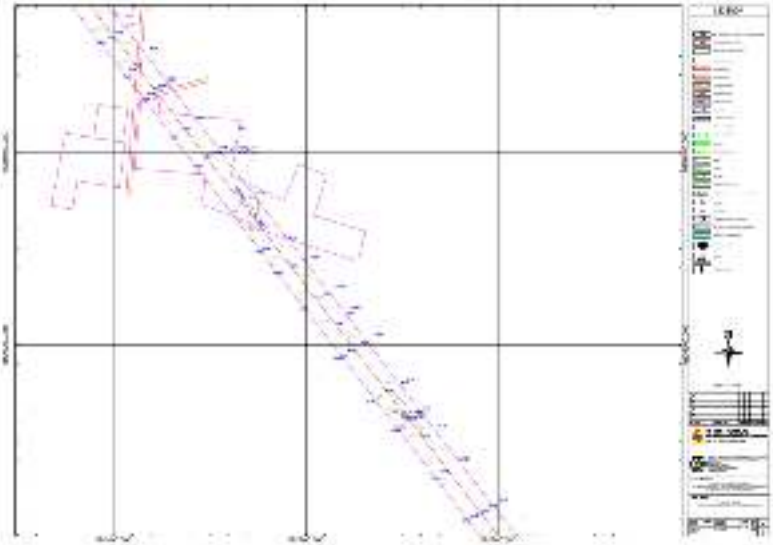


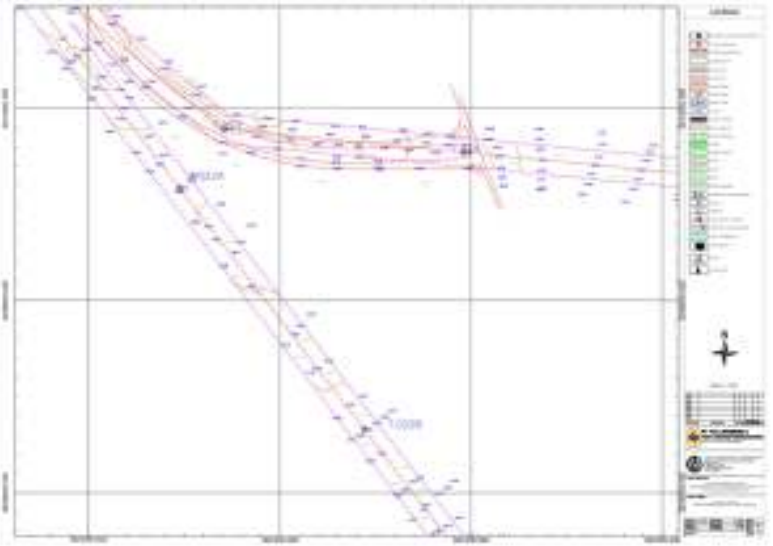


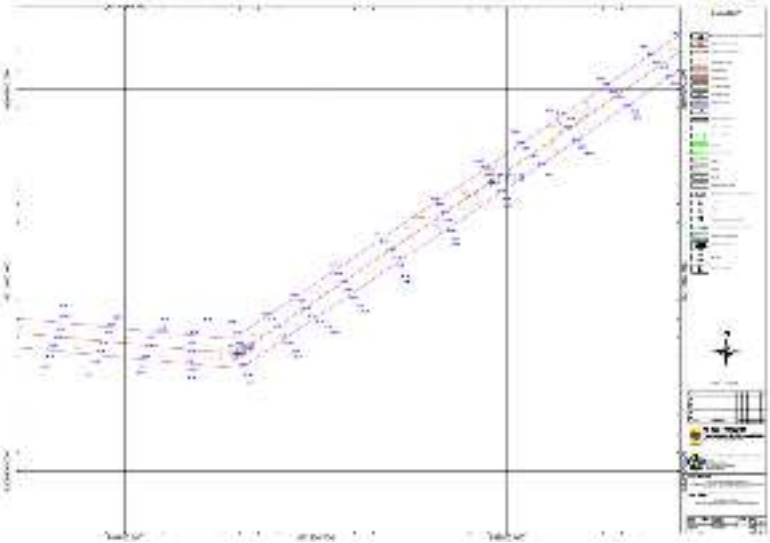


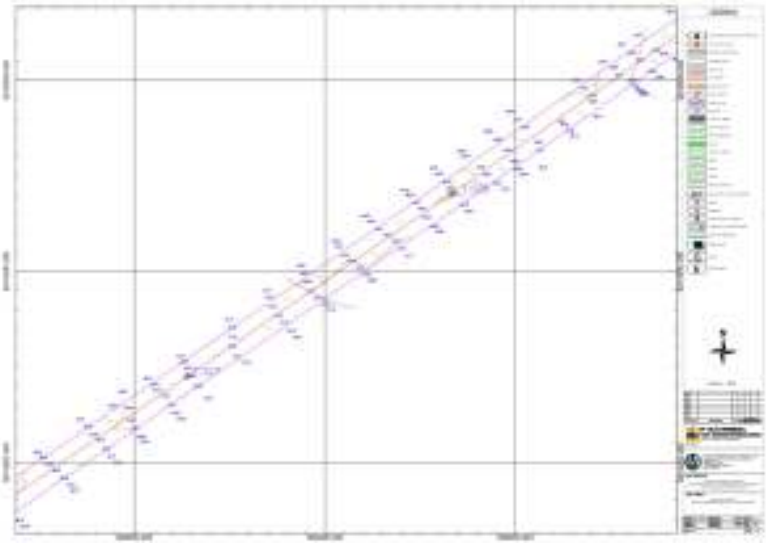


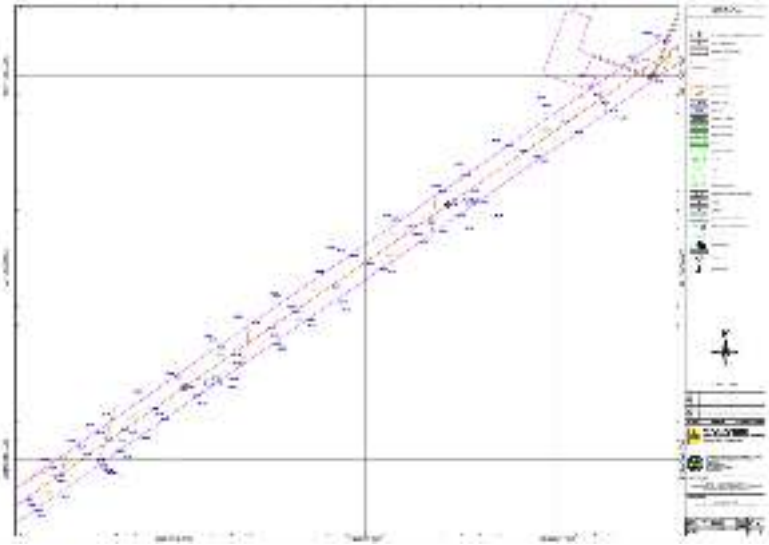


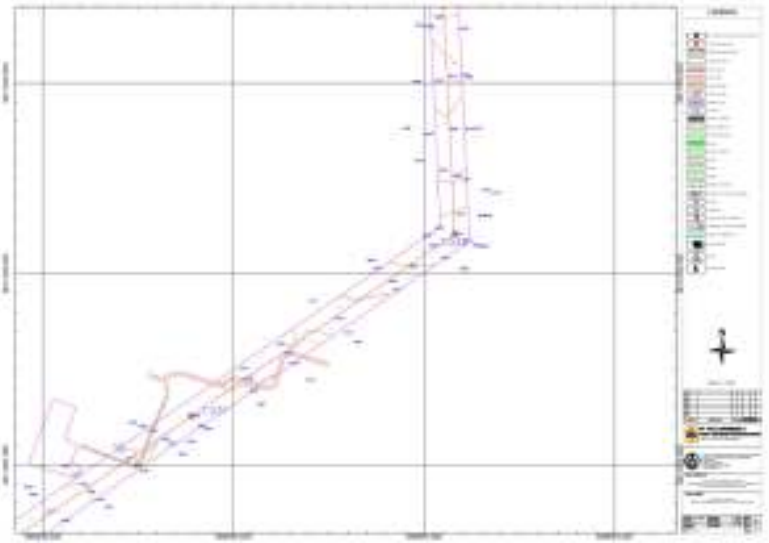


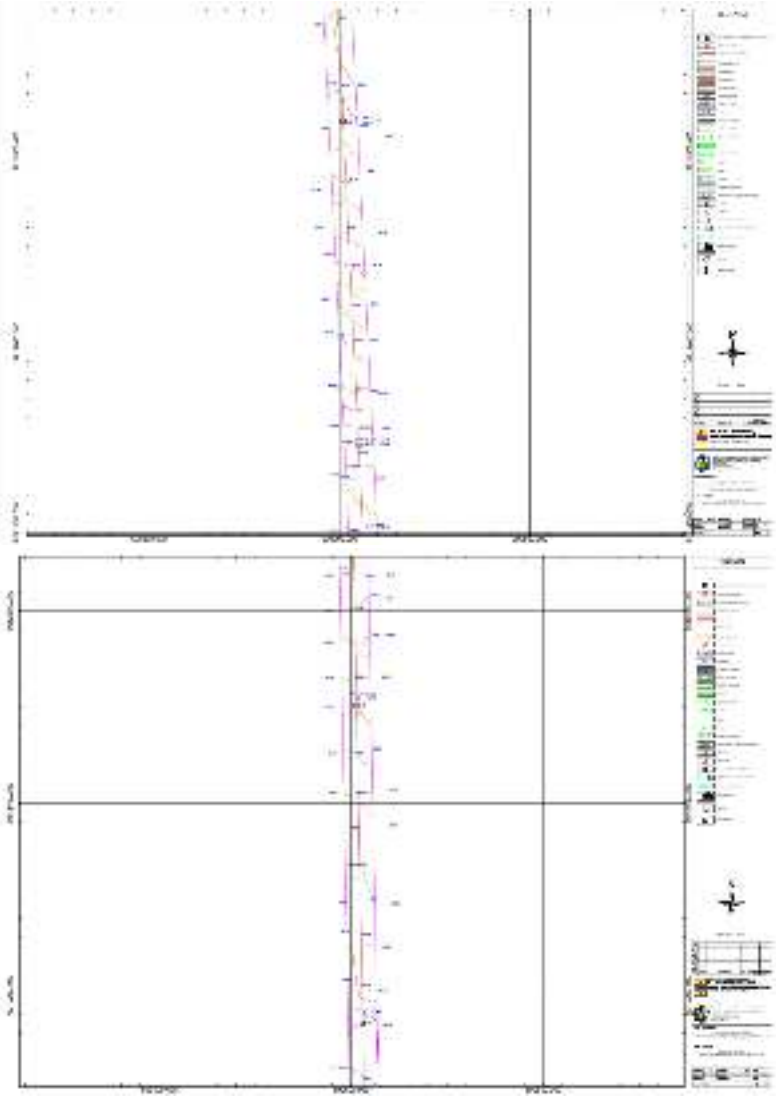


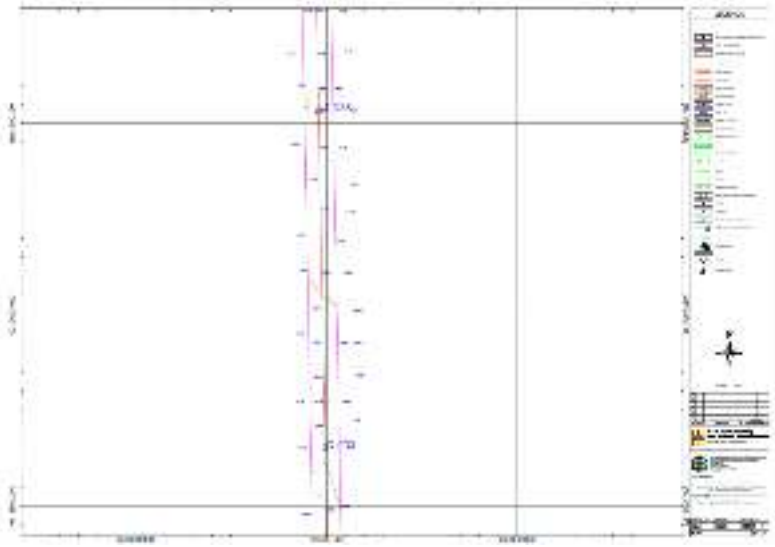


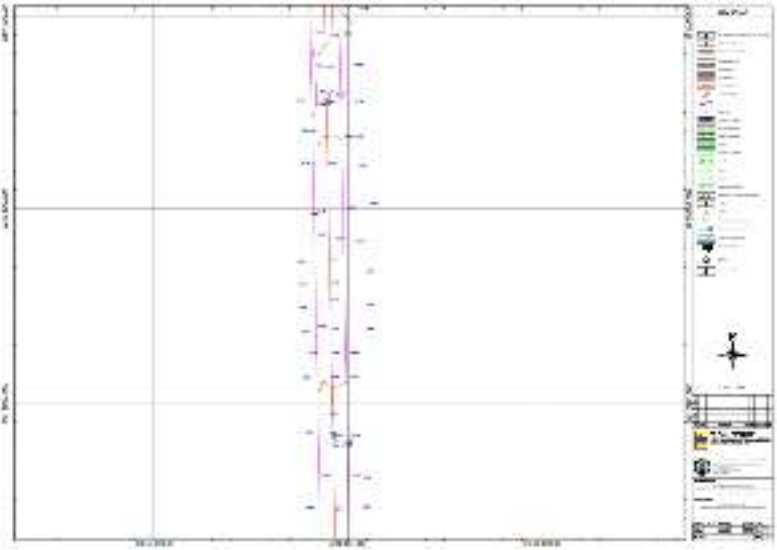


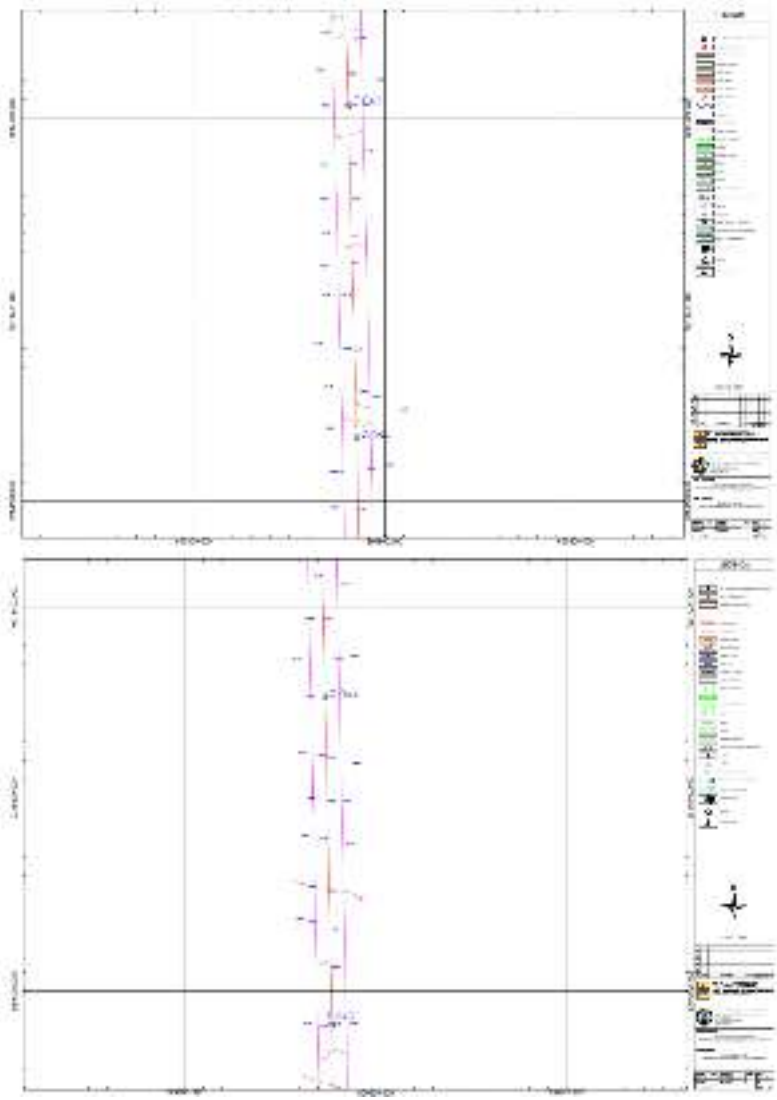


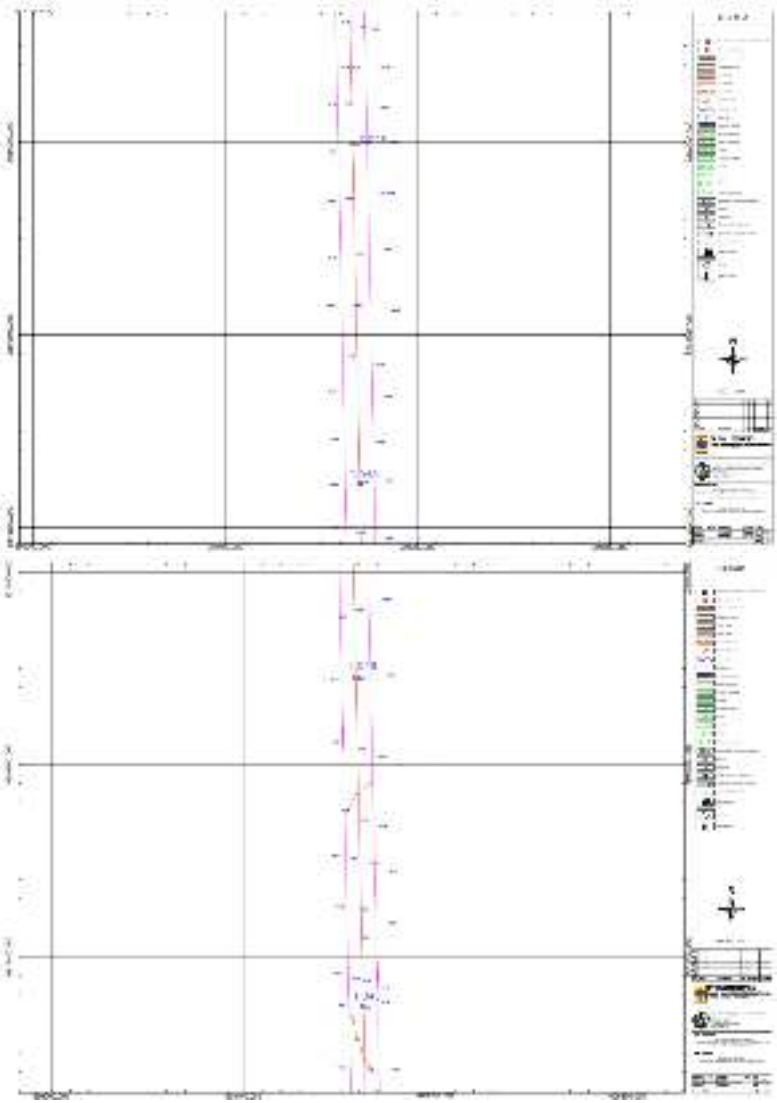


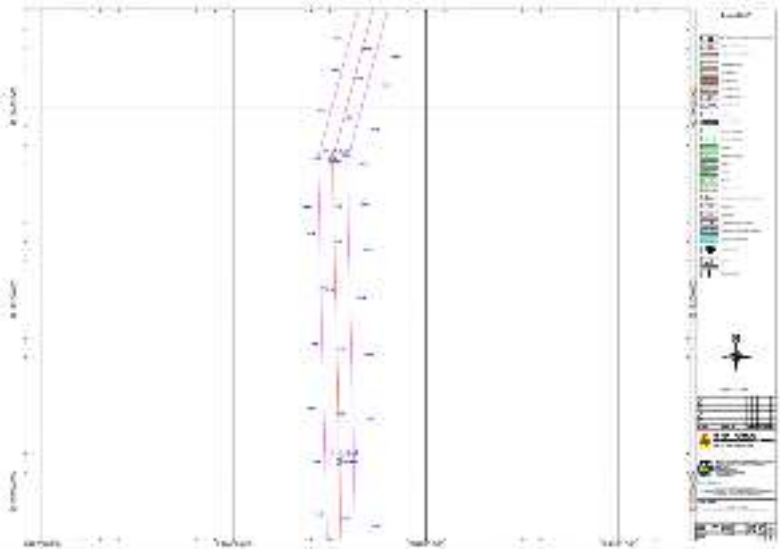


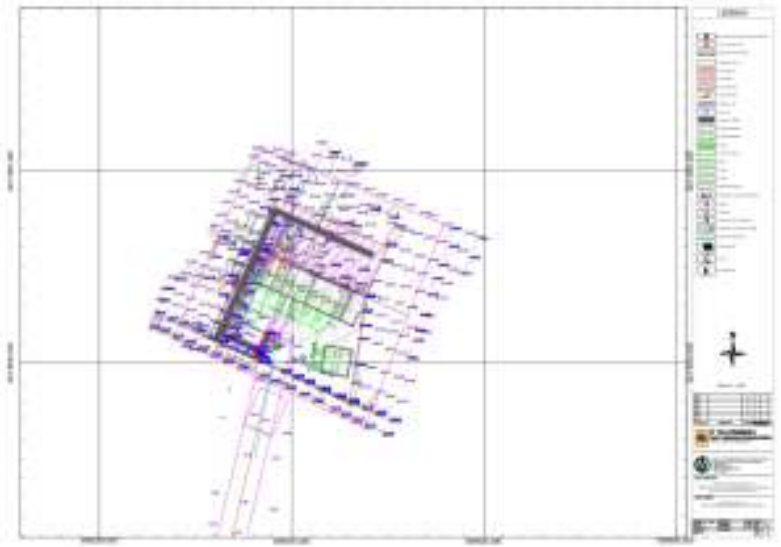




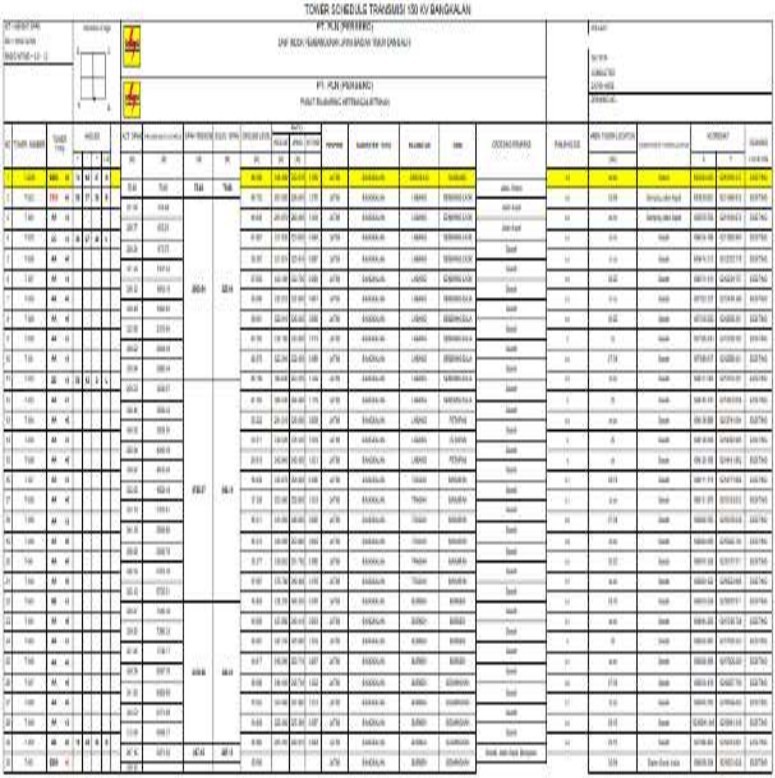




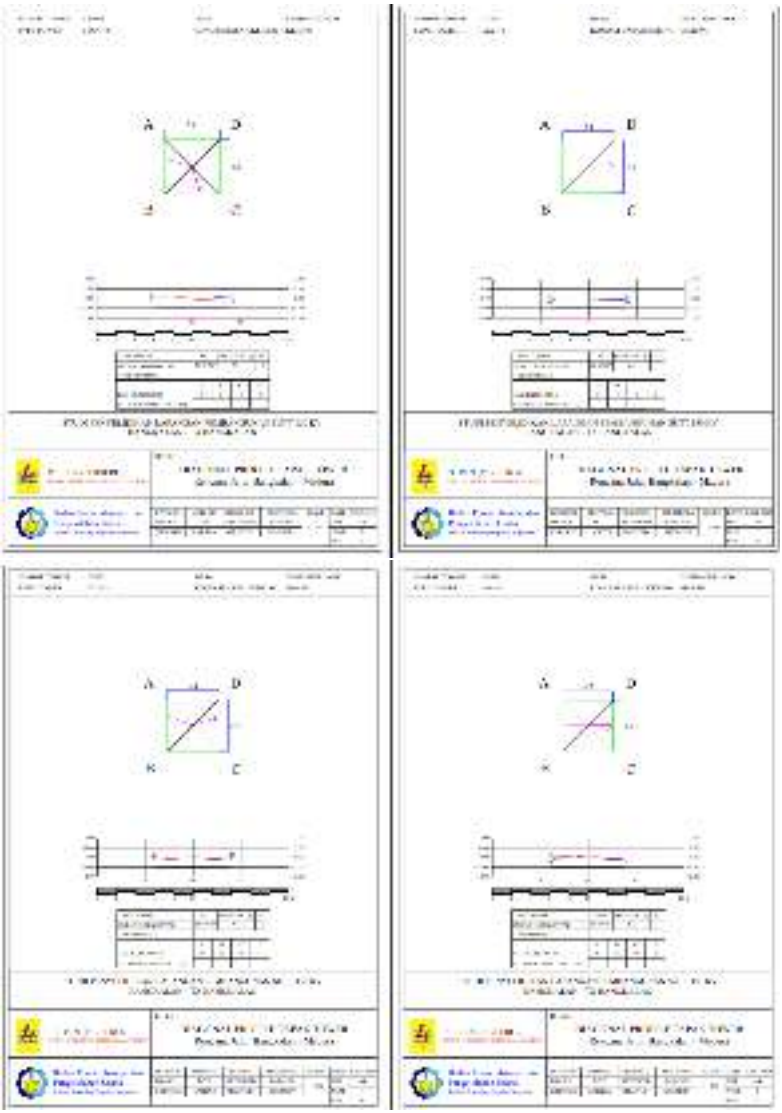


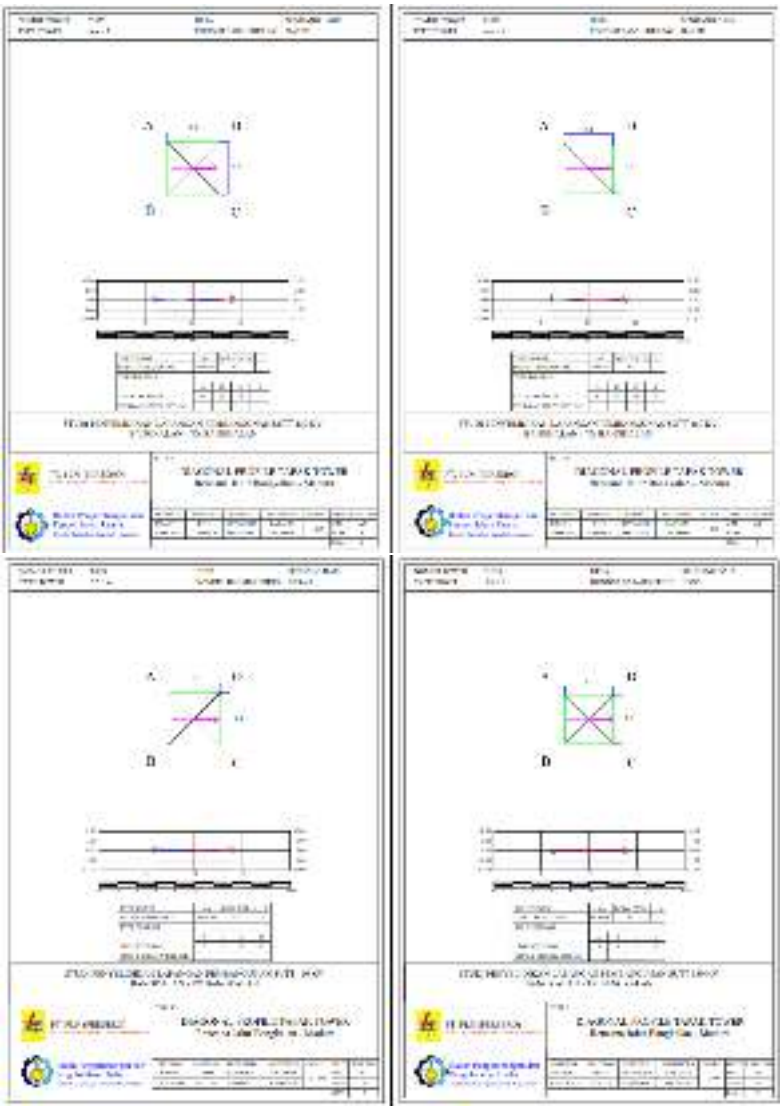


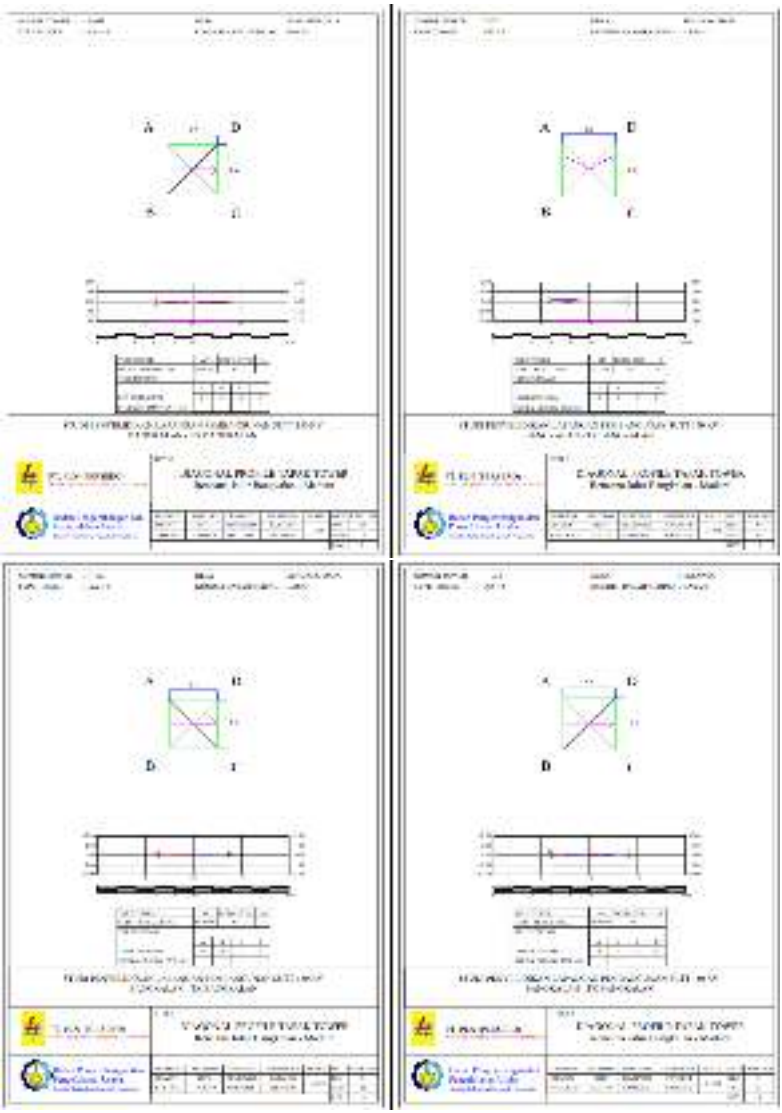
C. Long Section

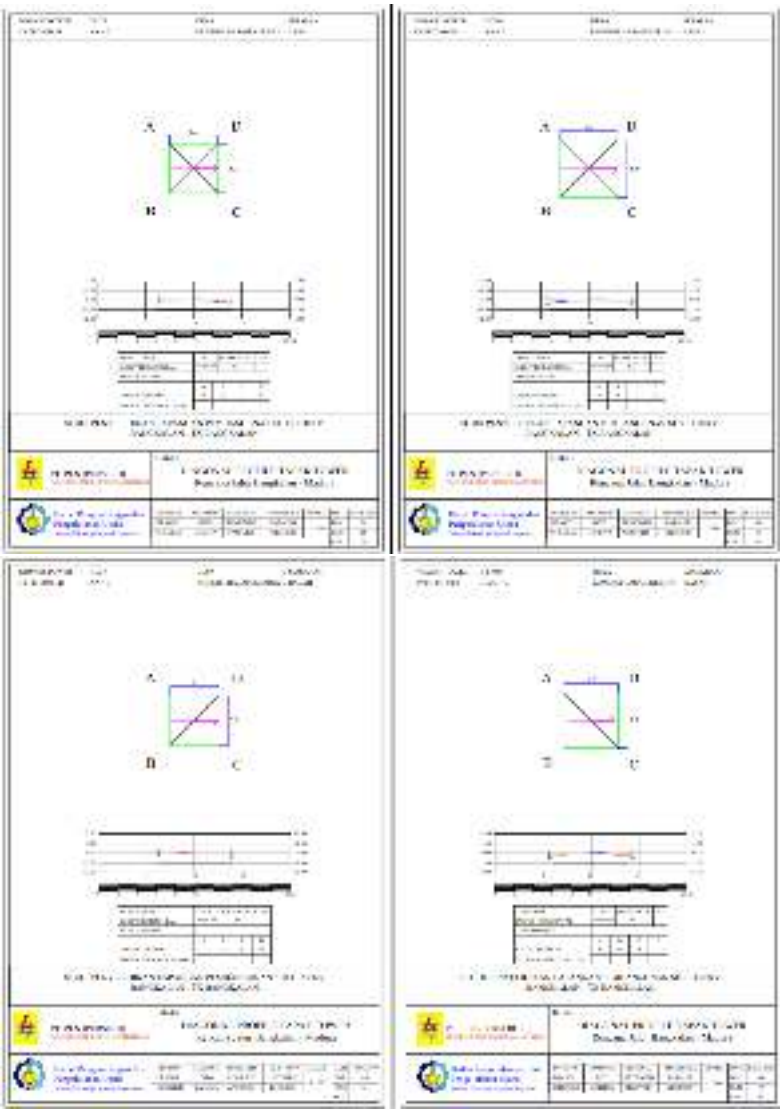


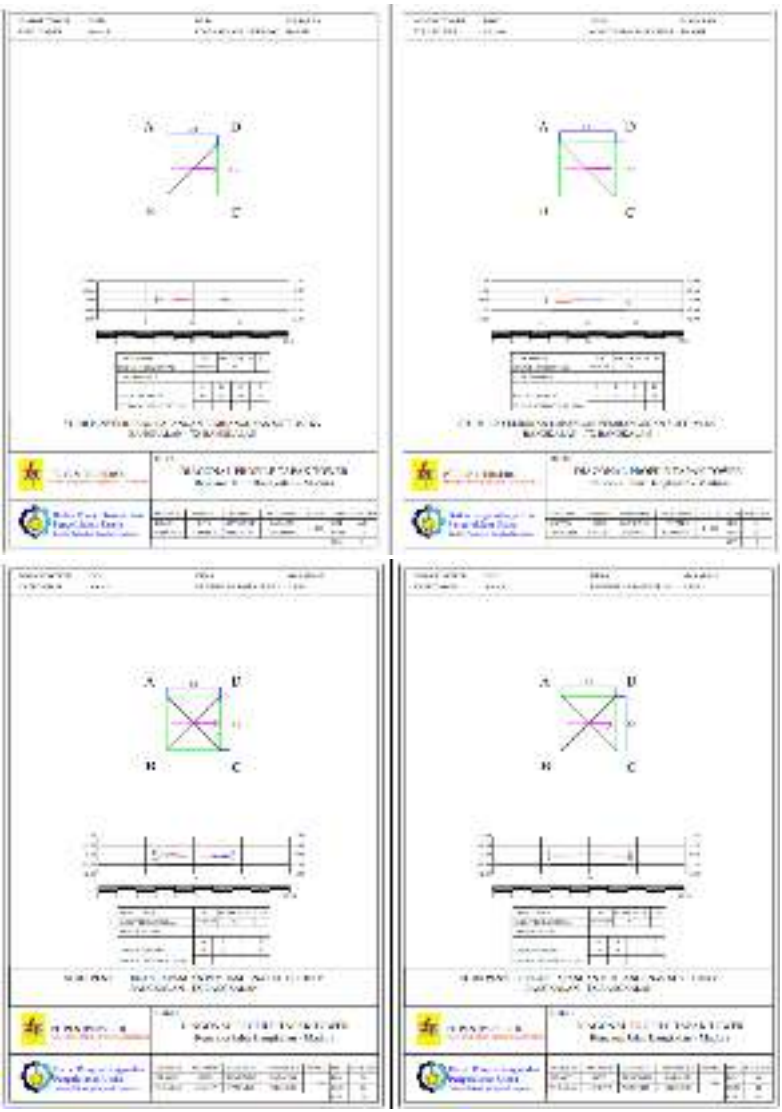
D. Cross Section

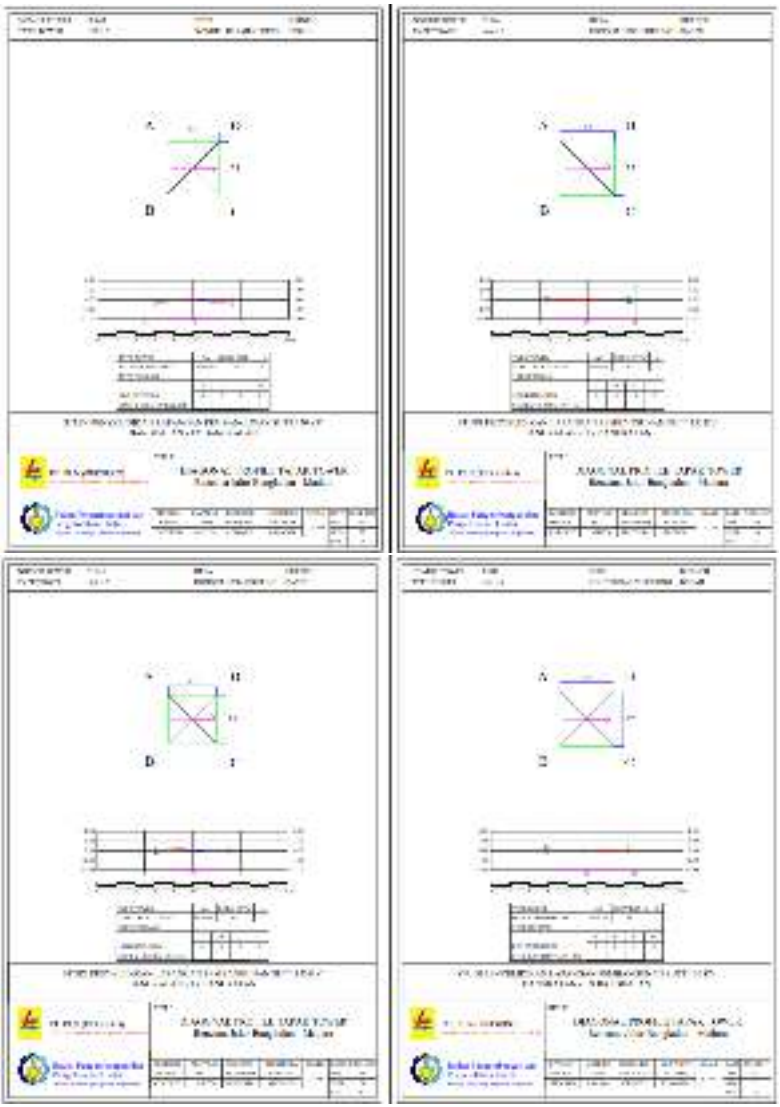


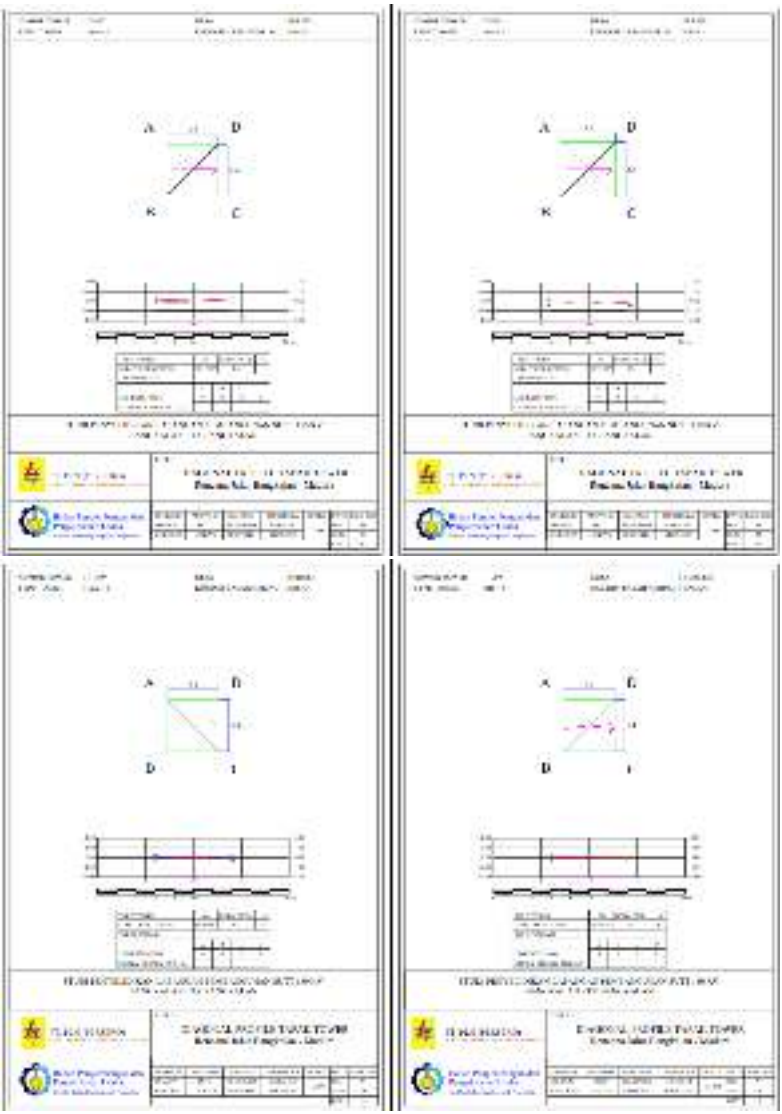


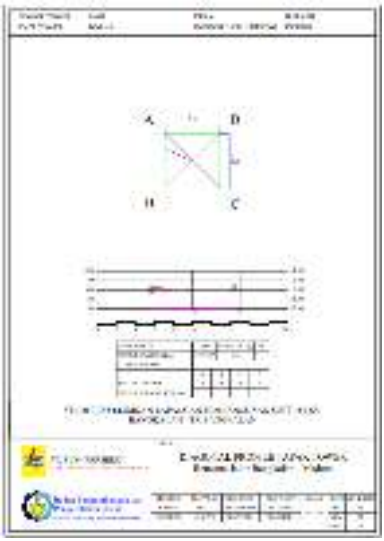



A
D
B
C

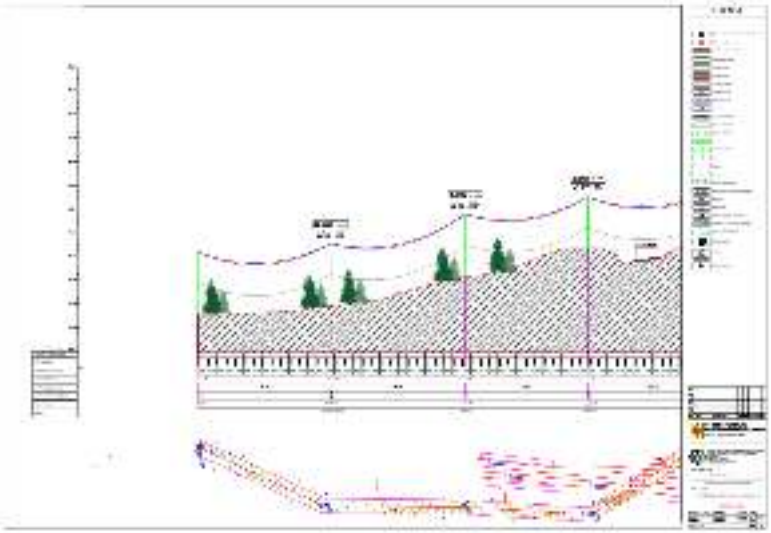

A
D
B
C
A
D
B
C
A
D
B
C
A
D
B
C

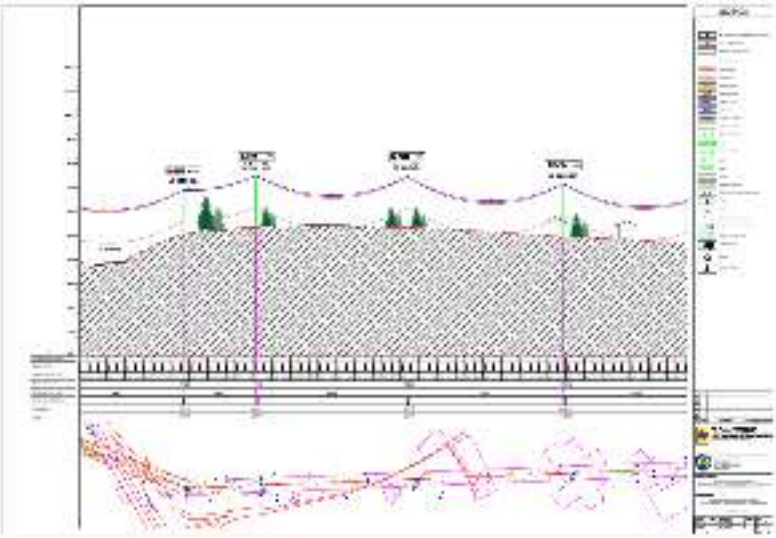


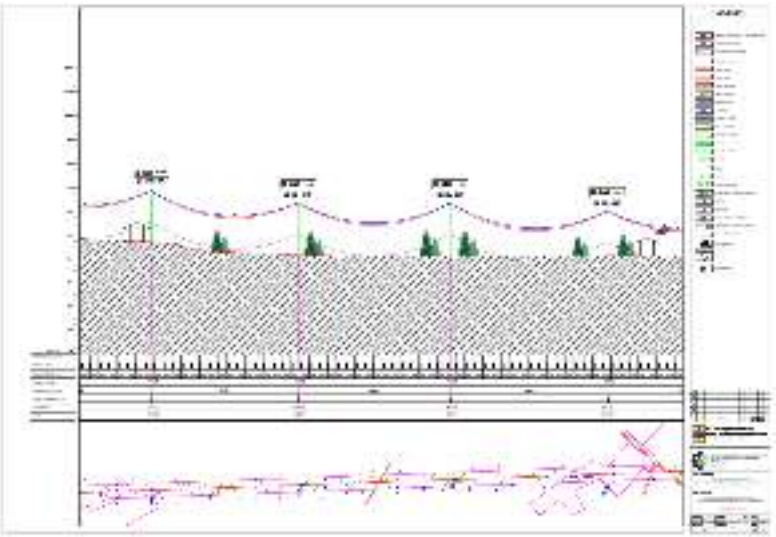

A
D
K
C
A
D
K
C
A
D
D
I
A
E
D
I

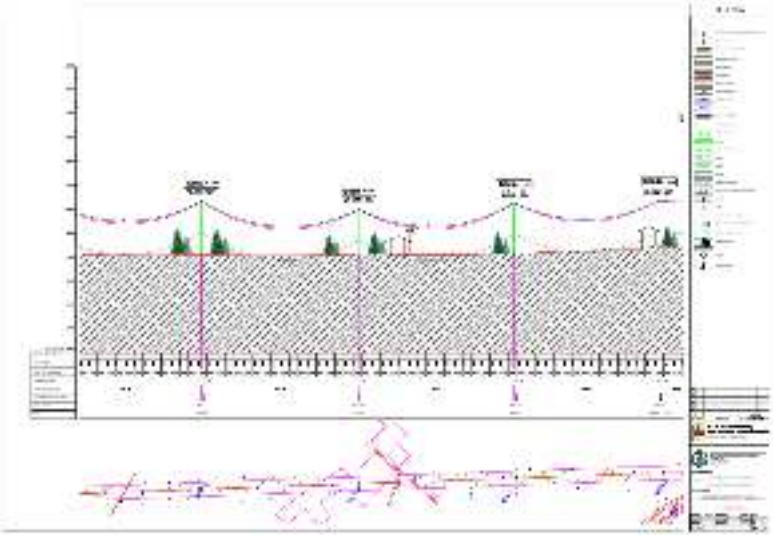


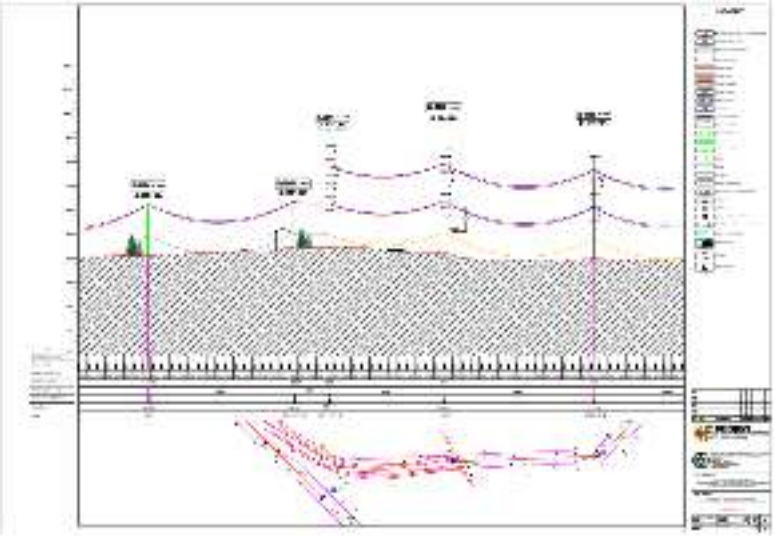
E. Desain *Sagging*

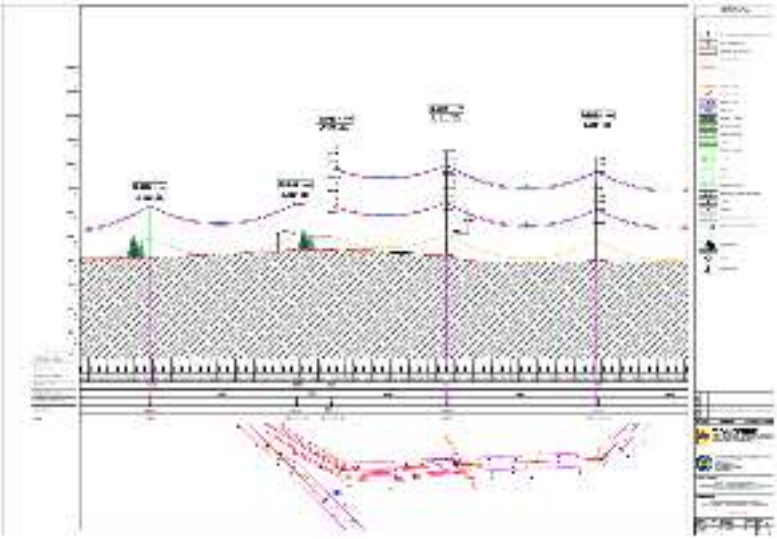


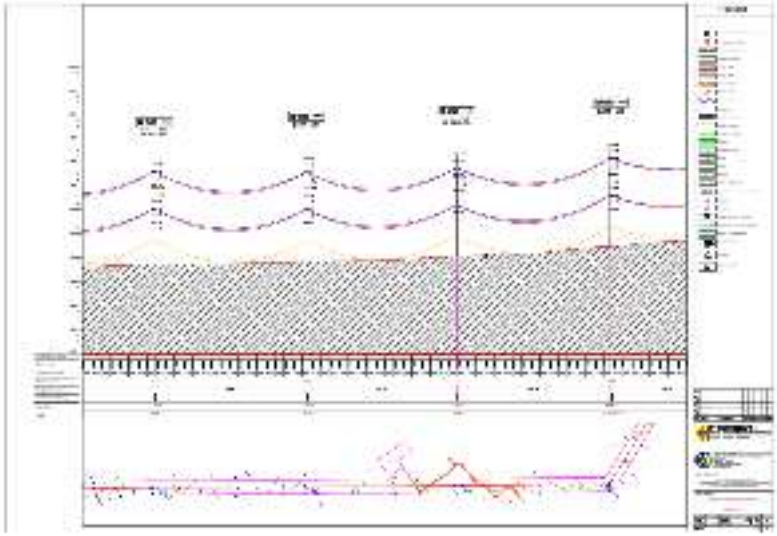


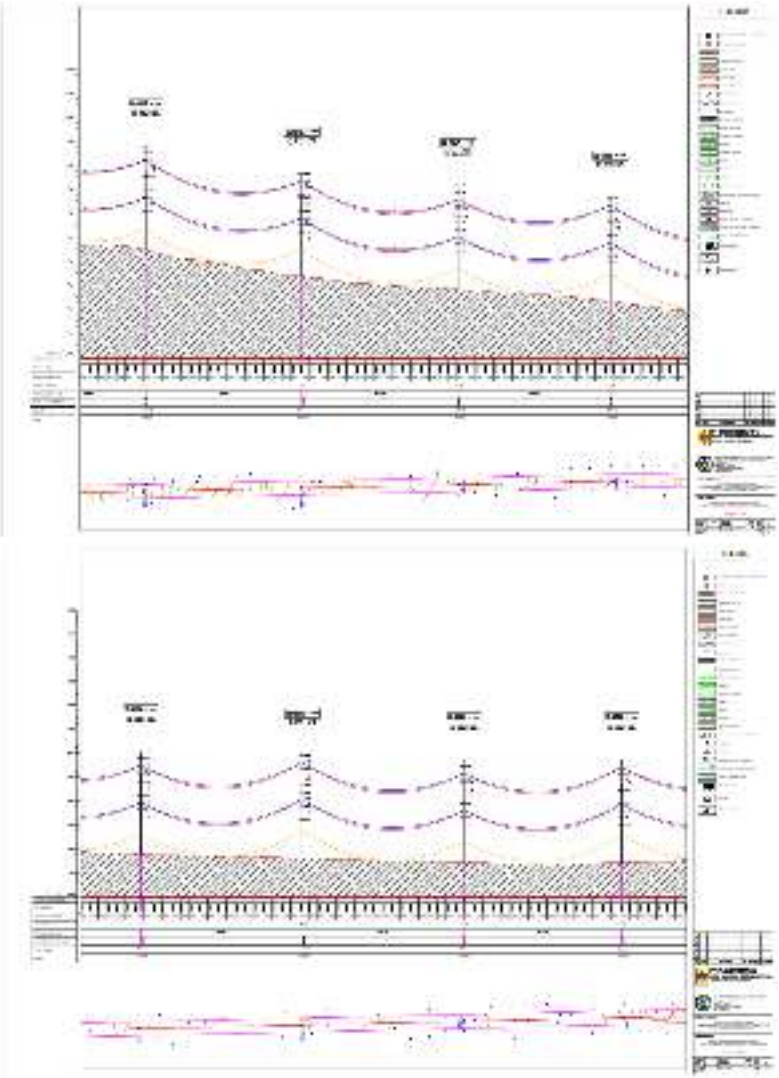


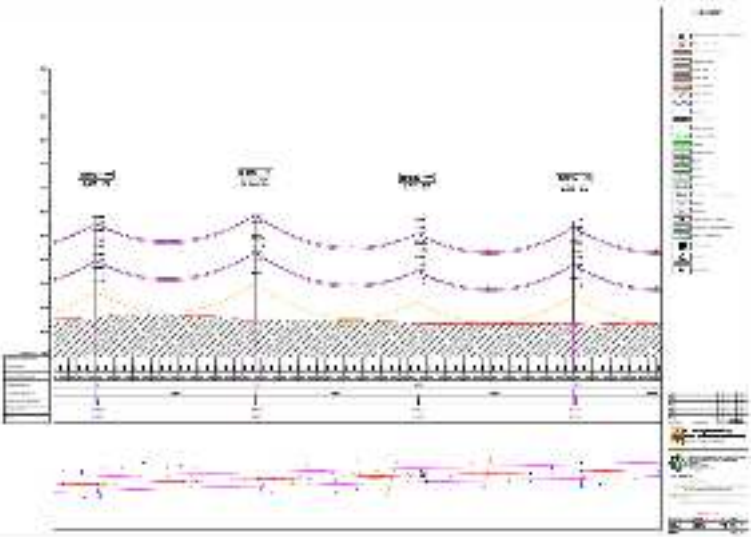


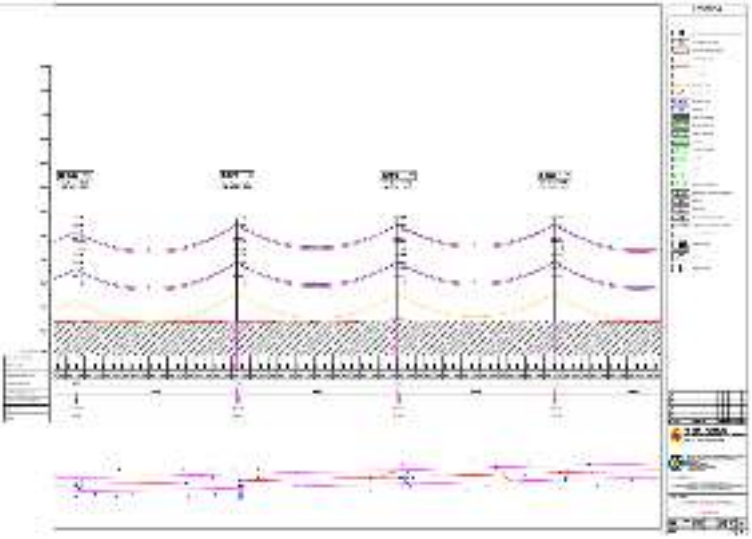


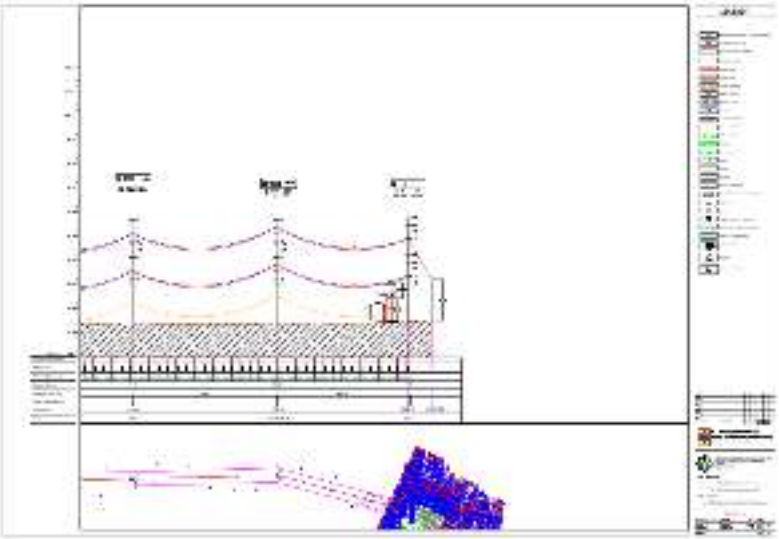












BIODATA PENULIS

Pradhitya Dimas Aprianto lahir di Surakarta 8 April 1995. Penulis menempuh Pendidikan formal di TK Arafat (1999-2000), SDN Semanggi lor 127 (2001-2007), SMPN 4 Surakarta (2007-2010), SMAN 2 Surakarta(2010-2013),dan Geomatika ITS Surabaya (2013-2020).. Bidang studi yang diambil oleh penulis saat berkuliah di Departemen Geomatika ITS adalah Surveying.

Penulis aktif dalam organisasi LDK (Lembaga Dakwah Kampus 2017, serta magang di PUPR Surabaya Tahun 2017.

Penulis dapat dihubungi melalui nomor handphone 081225024777 atau di email pradhitya667610@gmail.com.