

**PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN VOLUME OPRIT
JEMBATAN MENGGUNAKAN METODE KONTUR DAN *DIGITAL
ELEVATION MODEL (DEM)* PADA BENDUNGAN WAY SEKAMPUNG
KABUPATEN PRINGSEWU PAKET IV**

(Tugas Akhir)

Oleh

ISMAIL MAHMUD

NPM 1805061022



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

**PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN VOLUME OPRIT
JEMBATAN MENGGUNAKAN METODE KONTUR DAN *DIGITAL
ELEVATION MODEL* (DEM) PADA BENDUNGAN WAY SEKAMPUNG
KABUPATEN PRINGSEWU PAKET IV**

Oleh

ISMAIL MAHMUD

Tugas Akhir

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
AHLI MADYA TEKNIK**

Pada

**Program Studi D3 Teknik Survey dan Pemetaan
Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas Teknik
Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN VOLUME OPRIT JEMBATAN MENGGUNAKAN METODE KONTUR DAN *DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM)* PADA BENDUNGAN WAY SEKAMPUNG KABUPATEN PRINGSEWU PAKET IV

Oleh

ISMAIL MAHMUD

Oprit merupakan aktivitas pekerjaan timbunan tanah di belakang *abutment* jembatan, timbunan merupakan salah satu bagian terpenting dalam berbagai jenis proyek pengukuran. Perhitungan timbunan merupakan salah satu permasalahan yang ekstensif dan kompleks, oleh karena itu perhitungan *volume* timbunan harus dilakukan seteliti mungkin agar tidak ada pihak yang dirugikan.

Dalam tugas akhir ini, dilakukan perhitungan *volume* timbunan pada jembatan bendungan Way Sekampung Kabupaten Pringsewu paket IV. Memanfaatkan data *MC-0* dan *MC-100* dan *DEM*. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui selisih hasil perhitungan *volume* terhadap *volume* asli.

Pada metode kontur diperoleh selisih 0,33% dan 0,14% terhadap *volume* asli sedangkan menggunakan *DEM* diperoleh selisih 0,91% dan 0,78% terhadap *volume* asli.

Kata kunci : Oprit, *MC-0*, *MC-100*, *DEM*

ABSTRACT

COMPARISON OF BRIDGE OPRIT VOLUME CALCULATIONS USING CONTOUR AND DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) METHODS IN WAY SEKAMPUNG DAM PRINGSEWU REGENCY PACKAGE IV

By :

ISMAIL MAHMUD

Oprit is an embankment work activity behind the bridge abutment, embankment is one of the most important parts in various types of measurement projects. The calculation of the embankment is one of the extensive and complex problems, therefore the calculation of the volume of the embankment must be carried out as accurately as possible so that no party is harmed.

In this final project, the volume of embankment is calculated on the dam bridge way in the village of Pringsewu Regency, Package IV. Utilize MC-0 and MC-100 and DEM data. Then the calculation is carried out to determine the difference between the results of the volume calculation and the original volume.

In the contour method, the difference is 0,33% and 0,14% to the original volume, while using DEM the difference is 0,91% and 0,78% to the original volume.

Keywords: Oprit, *MC-0*, *MC-100*, *DEM*

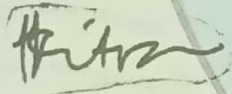
LEMBAR PENGESAHAN

Judul Laporan Tugas akhir : PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN
VOLUME OPRIT JEMBATAN
MENGUNAKAN METODE KONTUR
DAN *DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM)*
PADA BENDUNGAN WAY SEKAMPUNG
KABUPATEN PRINGSEWU PAKET IV

Nama Mahasiswa : Ismail Mahmud
Nomor Pokok Mahasiswa : 1805061022
Program Studi : D3 Teknik Survey dan Pemetaan
Fakultas : Teknik

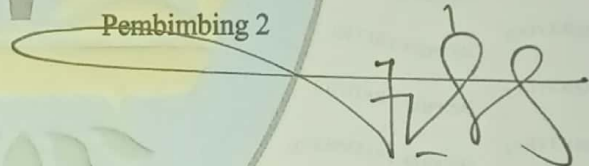
MENYETUJUI

Pembimbing 1



Citra Dewi, S.T., M.Eng.
NIP. 19820112 200812 2 001

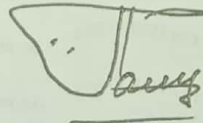
Pembimbing 2



M. Firman Ghazali, S.Pd., M.T.
NIP. 19860625 201903 1 013

MENGETAHUI

Ketua Jurusan
Teknik Geodesi dan Geomatika

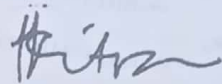


Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP. 19641012 199203 1 002

MENGESAHKAN

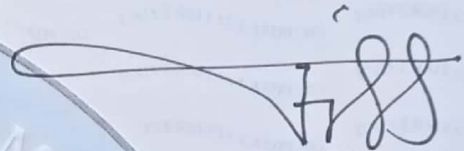
1. Tim Penguji

Ketua : Citra Dewi, ST., M.eng.



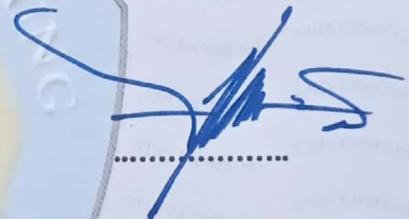
.....

Sekretaris : M. Firman Ghazali, S.Pd., M.T.



.....

Penguji : Ir. Armijon, S.T., M.T., IPU.



.....

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. ENG. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. †
NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal lulus ujian : 17 Juni 2022

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Penulis adalah **ISMAIL MAHMUD** dengan NPM 1805061022 dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam tugas akhir ini adalah hasil karya penulis berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah penulis dapatkan. karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dengan hasil dari rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini penulis buat dan dapat dipertanggungjawabkan apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka penulis siap untuk mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 23 Juni 2022
Yang membuat pernyataan



Ismail Mahmud
NPM 1805061022

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Ogan Lima pada tanggal 10 Maret 2001, anak keempat dari pasangan Ediyus dan Surnamah. Jenjang akademis penulis dimulai dengan menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 1 Lembang Besar pada tahun 2012. Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Abung Barat pada tahun 2015. Sekolah Menengah Atas di SMAN 4 Kotabumi dengan jurusan Ilmu Pengetahuan Alam pada tahun 2018. Pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswa program studi D3 Teknik Survey dan Pemetaan, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa sudah banyak hal penulis lakukan salah satunya kerja praktik. Penulis melaksanakan kerja praktik di PT. Waskita Karya paket IV dalam Pembangunan jembatan dan dermaga pada bendungan Way Sekampung Kabupaten Pringsewu dari bulan april 2021 sampai juni 2021. Penulis juga mengerjakan tugas akhir dengan judul “Perbandingan Hasil Perhitungan Volume Oprit Jembatan Menggunakan Metode Kontur dan *Digital Elevation Model* (DEM) Pada Bendungan Way Sekampung Kabupaten Pringsewu Paket IV” pada tahun 2022.

MOTTO

“Hidup adalah Pertaruhan”

“Jika ingin damai lantas berperanglah”

“Selalu bersyukur dengan keadaan”

“Stay alive even if it's useless”

“No matter what happens keep breathing”

(Jack Laguna Kahuna)

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Kupersembahkan karya kecil ini untuk ALLAH SWT.

Untuk KEDUA ORANG TUAKU yang telah memberikan kasih sayang dan selalu mendoakan keberhasilanku.

Untuk KAKAK, ADIK dan SEMUA KERABAT yang telah memberikan kasih sayang dan selalu mendoakan keberhasilanku.

Untuk TEMAN- TEMAN DAN SAHABAT yang telah memberikan kasih sayang dan selalu mendoakan keberhasilanku.

Untuk SEMUA ORANG yang telah memberikan kasih sayang dan selalu mendoakan keberhasilanku.

SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang tak henti – hentinya melimpahkan rahmat dan karunia – Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“PERBANDINGAN HASIL PERHITUNGAN VOLUME OPRIT JEMBATAN MENGGUNAKAN METODE KONTUR DAN *DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM)* PADA BENDUNGAN WAY SEKAMPUNG KABUPATEN PRINGSEWU PAKET IV”**. Sholawat serta salam semoga tetap tercurah kepada nabi Muhammad SAW, yang dinantikan syafaatnya di yaumul akhir nanti.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna karena adanya keterbatasan ilmu dan pengalaman yang penulis miliki. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak – pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan pembuatan laporan tugas akhir antara lain:

1. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Geomatika dan Program Studi D3 Teknik Survey dan Pemetaan, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Ibu Citra Dewi, ST., M.eng. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, saran dan nasihat dalam penulisan tugas akhir .
4. Bapak M. Firman Ghazali, S.Pd., M.T. selaku Dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, saran dan nasihat dalam penulisan tugas akhir.
5. Bapak Ir. Armijon, S.T., M.T., IPU. selaku penguji yang telah memberikan banyak masukan dan saran pada seminar terdahulu sampai menuju ujian akhir.

6. Bapak Dr. Fajriyanto, S.T., M.T. selaku pembimbing pengganti 1 yang telah memberikan bimbingan, saran dan nasihat dalam penulisan tugas akhir.
7. Kedua orangtuaku Bapak Edi Yus dan Ibu Surnamah, yang selalu memberikan doa, dukungan, kepercayaan serta kasih sayang kepada penulis. Terimakasih untuk segala pengorbanan yang tak terhingga dan selalu memberikan yang terbaik untuk anak – anakmu. Semoga anakmu ini bisa menjadi kebanggaan untuk kalian.
8. Achmad Haidar, Muhammad Ja'far, Muhammad Jodi Apriyansyah dan Muhammad Iqbal selaku saudara kandung yang tak henti – hentinya memberikan kasih sayang, do'a, dukungan, semangat serta menantikan keberhasilanku.
9. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Survey dan Pemetaan Unila. Terimakasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan selama ini.
10. Bapak Seto Oktario, Agus Saputra, Tursilo Widodo dan seluruh team *engineering survey* PT. Waskita Karya yang telah mendukung penulis dalam menimba/mendalami ilmu.
11. M. Indra sunandar, M. Aziz Annafi, Kevin Virnando, Adi Nugroho, Alfian Muluk dan Ade Wiliansyah. Selaku teman yang telah kebersamai perkuliahan di prodi kurang lebih 3 tahun dan selalu memberikan motivasi dalam penulisan laporan tugas akhir. Terima kasih.
12. Seluruh angkatan 2018 yang telah berjuang bersama, terima kasih.

Semoga semua bantuan, semangat, dan kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan setimpal dari Tuhan YME. Mohon maaf apabila ada kesalahan dalam penulisan maupun perkataan dalam laporan ini. Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih sedalam dalamnya.

Bandar Lampung, 23 Juni 2022
Penulis,

Ismail Mahmud
1805061022

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Manfaat.....	4
1.5. Ruang Lingkup Permasalahan.....	4
1.6. Lokasi Studi Area.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
3.1. Galian dan Timbunan (<i>cut and fill</i>)	5
3.1.1. Peninjauan Lokasi.....	5
2.1.2. Pengukuran Lahan	5
2.1.3. Pengolahan Data Survey.....	6
3.2. <i>Mutual Check 0 (MC-0)</i>	6
3.3. <i>Mutual Check 100 (MC-100)</i>	7
3.4. <i>Digital Elevation Model (DEM)</i>	7
3.5. Kontur, Sifat dan interpolasinya.....	8
3.5.1. Sifat Garis Kontur.....	8
3.5.2. Interpolasi Garis Kontur	11
3.6. Interpolasi <i>Digital Elevation Model</i>	12
3.7. Perhitungan Volume Galian dan Timbunan	12
BAB III. PELAKSANAAN TUGAS AKHIR	
3.1. Tahap persiapan.....	15
3.1.1. Alat.....	15
3.1.2. Bahan	16
3.2. Pengumpulan Data	16
3.2.1 Data Primer	16
3.3. Tahap Pengolahan Data.....	18
3.3.1. Mengubah <i>point</i> koordinat menjadi <i>shapefile</i>	18
3.3.2. Proses pembuatan data <i>Digital Elevation Model (DEM)</i>	18
3.3.3. Proses pembuatan kontur	20
3.3.4. Perhitungan <i>Volume Oprit Jembatan</i>	21

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil perubahan data koordinat menjadi <i>shapefile</i>	23
4.2. Hasil Pembuatan Data <i>DEM</i>	25
4.3. Hasil Pembuatan Kontur.....	27
4.4. Hasil Perhitungan <i>Volume Oprit</i> Metode Kontur.....	29
4.5 .Hasil Perhitungan <i>Volume Oprit</i> metode <i>DEM</i>	29
4.6. Perbandingan Hasil Perhitungan Volume	30
4.7. Pembahasan	30

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN.

DAFTAR PUSTAKA.

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Titik koordinat <i>MC-0</i> ABT-1	17
2. Titik koordinat <i>MC-100</i> ABT-1	17
3. Titik koordinat <i>MC-0</i> ABT-2	17
4. Titik koordinat <i>MC-100</i> ABT-2	17
5. Hasil perhitungan <i>volume oprit</i> metode kontur.....	29
6. Hasil perhitungan <i>volume oprit</i> metode <i>DEM</i>	30
7. Perbandingan hasil <i>volume</i>	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Abutment</i> jembatan.....	2
2. Lokasi studi area	4
3. <i>Oprit</i> jembatan	6
4. Sifat garis kontur	9
5. Garis kontur sungai	9
6. Garis kontur jalan.....	9
7. Garis kontur jika terjal dan landai.....	10
8. Penyajian interval garis kontur.....	10
9. Garis kontur punggung gunung dan lembah	11
10. Kontur	13
11. <i>Digital Elevation Model</i>	14
12. Tampilan titik koordinat dan hasil interpolasi	19
13. Tampilan titik koordinat dan kontur	20
14. Diagram alir kegiatan.....	22
15. Data koordinat MC-0 ABT-1 berekstensi <i>shp</i>	23
16. Data koordinat MC-100 ABT-1 berekstensi <i>shp</i>	24
17. Data koordinat MC-0 ABT-2 berekstensi <i>shp</i>	24
18. Data koordinat MC-100 ABT-2 berekstensi <i>shp</i>	25
19. Hasil pembuatan <i>DEM MC-0</i> ABT-1	25
20. Hasil pembuatan <i>DEM MC-0</i> ABT-2	26
21. Hasil pembuatan <i>DEM MC-100</i> ABT-1	26
22. Hasil pembuatan <i>DEM MC-100</i> ABT 2.....	27
23. Hasil pembuatan kontur <i>MC-0</i> ABT-1.....	27
24. Hasil pembuatan kontur <i>MC-100</i> ABT-1.....	28
25. Hasil pembuatan kontur <i>MC-0</i> ABT-2.....	28
26. Hasil pembuatan kontur <i>MC-100</i> ABT-2.....	29

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

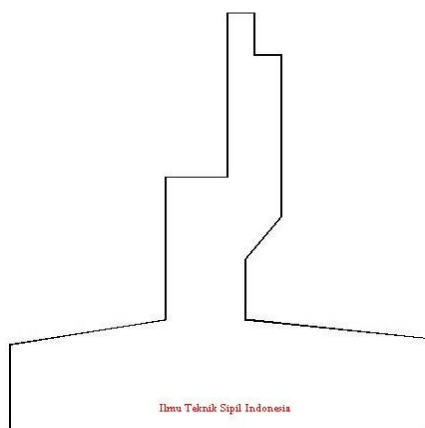
Pembangunan bendungan Way Sekampung adalah salah satu proyek infrastruktur di Indonesia yang terletak di Kabupaten Pringsewu berfungsi untuk menampung air di waktu musim penghujan disaat air sungai mengalir dalam jumlah besar (Lama dkk, 2019) hingga mampu menampung 68 juta meter kubik (m^3) dengan luas genangan 800 Ha, (Widodo, 2021). Pembangunan bendungan berfungsi untuk penyediaan air baku, penyediaan air irigasi, pengendalian banjir dan pembangkit listrik tenaga air hal ini berdasarkan pertimbangan hukum halaman 489-490 putusan Mahkamah Konstitusi Republik Indonesia nomor 058-059-060-063/PUU-II/2004, nomor 008/PUU-III/2005, nomor 85/PUU-XI/2013.

Didalamnya dijelaskan “Bahwa air tidak hanya diperlukan untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia secara langsung saja. Sumber daya yang terdapat pada air juga diperlukan untuk memenuhi kebutuhan lainnya, seperti pengairan untuk pertanian, pembangkit tenaga listrik, dan untuk keperluan industri. Pemanfaatan sumber daya air tersebut juga mempunyai andil yang penting bagi kemajuan kehidupan manusia, dan menjadi faktor yang penting pula bagi manusia untuk dapat hidup secara layak. Ketersediaan akan kebutuhan makanan, kebutuhan energi listrik akan dapat dipenuhi, salah satu caranya adalah melalui pemanfaatan sumber daya air”(Suhendra dkk, 2020).

Untuk memastikan fungsi bendungan sebagai sumber daya air maka dilangsungkan pembangunan ini, dalam pekerjaan konstruksi pembangunan bendungan Way Sekampung terbagi menjadi 4 paket. Di mana paket I dan III

berisi pekerjaan pembebasan lahan dan jalan inspeksi bendungan yang dikerjakan oleh PT. PP, sedangkan paket II berisi pekerjaan *Main Dam* dan paket IV berisi pekerjaan pembangunan jembatan dan dermaga yang dikerjakan oleh PT. Waskita Karya (Muis, 2021). Penulis melakukan penelitian di paket IV pada pekerjaan pembangunan jembatan.

Setelah bendungan selesai dibuat maka perlu dibuat jembatan untuk menghubungkan Desa Lugu Sari dan Fajar Baru, di dalam pekerjaan pembangunan jembatan terdapat bagian yang disebut *oprit*. *Oprit* merupakan timbunan tanah di belakang *abutment*, timbunan tanah ini harus dibuat sepadat mungkin untuk menghindari terjadinya penurunan karena hal ini tidak mengenakan bagi pengendara. Apabila ada penurunan, terjadi kerusakan pada *expansi joint* yaitu bidang pertemuan antara bangunan atas dengan *abutment*. Untuk menghindari ini, pemadatan harus semaksimal mungkin dan di atasnya dipasang plat injak di belakang *abutment*. *Abutment* atau kepala jembatan adalah bagian bangunan pada ujung-ujung jembatan, selain sebagai pendukung bagi bangunan atas juga berfungsi sebagai penahan tanah, (Manu, 1998). Visualisasi *abutment* seperti gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. *Abutment* jembatan

Sumber: (Ilmu teknik sipil indonesia, 2015)

Galian dan timbunan (*cut and fill*) merupakan salah satu bagian terpenting dalam berbagai jenis proyek sipil dan pengukuran. *Cut and fill* dapat diartikan sebagai proses pengerjaan tanah dimana sejumlah material tanah diambil dari

suatu tempat kemudian diurug atau ditimbun di tempat lain. Tujuan proses *cut and fill* adalah menjadikan permukaan tanah menjadi lebih rata sesuai dengan desain yang diinginkan, banyak proyek pengukuran yang pekerjaannya intinya adalah perhitungan dan pembuatan galian dan timbunan di lapangan dan dilakukan dalam skala besar. Pada umumnya pekerjaan galian atau timbunan memiliki konsep yang sama dalam proses pengukuran dan perhitungannya (Roring, 2018).

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk melakukan proses galian dan timbunan yaitu cara manual dengan cangkul atau sekop dapat dilakukan jika area yang dikerjakan tidak terlalu luas dan dalam. Namun biasanya alat *cut and fill* yang sering digunakan yaitu *excavator*. Dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini, fokus kegiatan ada pada perhitungan *volume* menggunakan data *Mutual Check-0 (MC-0)* dan *Mutual Check-100 (MC-100)* dengan menggunakan metode kontur dan *digital elevation model (DEM)*, kemudian hasil perhitungan ini dibandingkan dengan *volume* asli dengan cara mencari selisih antara *volume* asli dan *volume* hasil perhitungan yang dilakukan pada tugas akhir ini. Perbandingan *volume* ini bertujuan untuk mengetahui keakuratan metode yang dipakai apakah hasil perhitungan *volume* dengan menggunakan metode kontur dan *DEM* mendekati dengan *volume* asli atau tidak.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah berupa perhitungan *volume* oprit jembatan menggunakan data *MC-0* dan *MC-100* pada bendungan Way Sekampung paket IV menggunakan metode kontur dan *DEM* yang hasilnya akan dibandingkan dengan *volume* asli.

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari kegiatan tugas akhir ini adalah menghitung selisih antara hasil perhitungan *volume* menggunakan metode kontur dan *DEM* dengan *volume* asli sehingga hasilnya dapat dibandingkan.

1.4. Manfaat

Berdasarkan tujuan penelitian yang ada, maka diharapkan dapat memberikan informasi mengenai perbandingan hasil perhitungan *volume oprit* jembatan pada bendungan Way Sekampung paket IV.

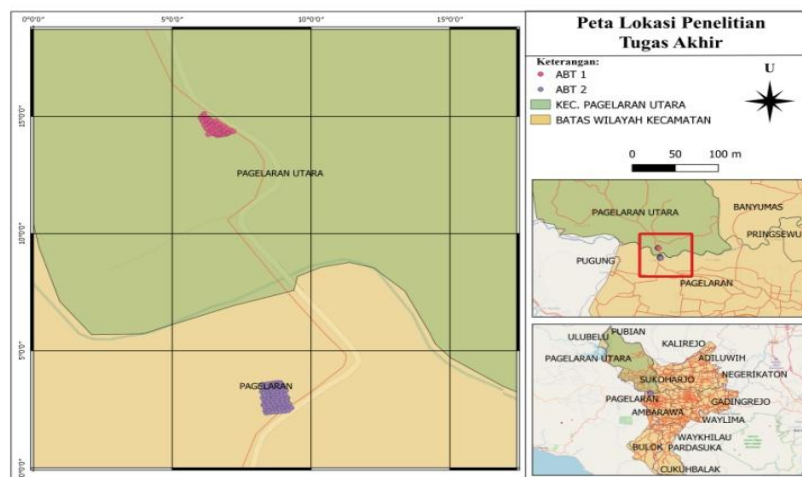
1.5. Ruang Lingkup Permasalahan

Untuk menyederhanakan ruang lingkup permasalahan dalam tugas akhir ini, maka ditentukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Menghitung *volume oprit* jembatan menggunakan data *MC-0* dan *MC-100* pada bendungan Way Sekampung paket IV menggunakan metode kontur dan *DEM*.
2. Melakukan perbandingan hasil perhitungan *volume oprit* jembatan dengan *volume* asli.
3. *Volume* asli atau *volume* acuan didapat dari hitungan surveyor menggunakan metode *cross section*.

1.6. Lokasi Studi Area

Untuk pengambilan data tugas akhir ini dilakukan di area pembangunan bendungan Way Sekampung paket IV Jl. Lintas Sumatra Barat no 1, Gumuk Mas, Desa Fajar Baru, Kecamatan Pagelaran Utara, Kabupaten Pringsewu.



Gambar 2. Lokasi studi area

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Galian dan Timbunan (*cut and fill*)

Galian dan timbunan (*Cut and Fill*) adalah proses pengerjaan tanah dengan cara menggali sejumlah massa tanah untuk kemudian ditimbun di tempat lain. Pada suatu proyek konstruksi, pekerjaan galian dan timbunan tanah (*cut and fill*) hampir tidak pernah dapat dihindarkan. Hal tersebut diakibatkan adanya perbedaan letak permukaan tanah asli dan permukaan tanah rencana yang disebabkan topografi daerah yang berbeda-beda. Kedua proses galian dan timbunan (*cut and fill*) dilakukan di satu lokasi yang menjadi target pengerjaan (Sajekti, 2009). Berikut ini tahapan pekerjaan *cut and fill* yang perlu dilakukan:

2.1.1. Peninjauan Lokasi

Peninjauan lokasi bertujuan untuk mengetahui secara detail mengenai lokasi pengerjaan, seperti tempat, akses jalan, kondisi lingkungan, kondisi tanah, prasarana, dan informasi pendukung lainnya. Hal tersebut akan menjadi pertimbangan dalam perencanaan pembangunan lahan. Melalui perencanaan ini akan ditentukan anggaran yang akan dibutuhkan (Mandala Mega Makmur, 2020).

2.1.2. Pengukuran Lahan

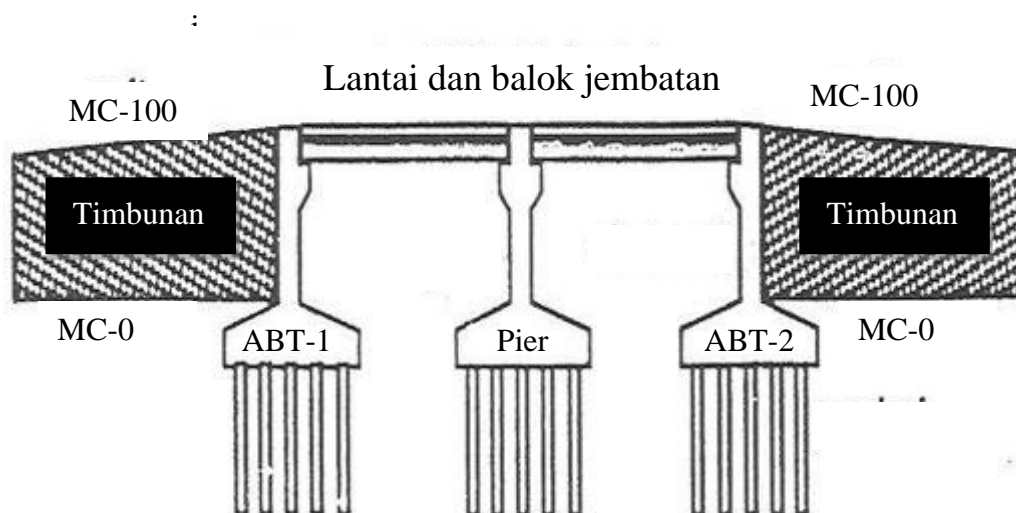
Pengukuran lahan dapat dilakukan menggunakan alat seperti *Total Station* atau *GPS*. Tujuan pengukuran lahan pada *cut and fill* adalah untuk mengetahui secara tepat kontur tanah dan batas lahan di lokasi yang menjadi

target pengerjaan, sehingga dapat dilakukan perhitungan *volumenya* (MMM, 2020).

2.1.3 Pengolahan Data Survey

Setelah mendapatkan data survey di lapangan, langkah terakhir adalah pengolahan data dengan menggunakan *software* pendukung dan dengan metode yang ada agar dapat mengetahui volume *cut and fill* dari lahan yang telah dilakukan pengukuran sebelumnya (MMM, 2020).

Ilustrasi sebuah struktur jembatan terdiri dari *abutment*, *pier*/pilar, dan timbunan pada *abutment* berbentuk data *MC-0* dan *MC-100*. Detail posisi dari struktur jembatan ditampilkan pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Oprit jembatan

Sumber: (Budi, 2012)

2.2. *Mutual Check 0 (MC-0)*

Pengukuran *Mutual Check Nol (MC-0)* merupakan kegiatan survey yang dilakukan oleh surveyor dalam kondisi awal dari semua item pekerjaan di lapangan. Secara detail yang dilakukan selama periode pekerjaan berlangsung, semua detail-detail yang ada berupa koordinat X,Y, elevasi dan keterangan. Diperlukannya survey lapangan ini berguna untuk mengetahui dan

membandingkan kondisi lapangan dengan desain rencana kerja. Tujuannya agar apabila terdapat perbedaan dengan kondisi lapangan yang ada, maka dapat dilakukan penanganan secara efektif dan efisien.

Pengukuran kerangka dasar pemetaan untuk memperoleh data *MC-0* menggunakan *total station*. Dalam kerangka dasar pemetaan vertikal yang mengintegrasikan data beda tinggi antara dua titik (*section*), data beda tinggi ini diperoleh yaitu berupa data ukuran vertikal dengan metode *tachimetri*. Bidang ketinggian muka air laut rata-rata atau *Mean Sea Level (MSL)* merupakan bidang ketinggian rujukan (Rahmah, 2021).

2.3. *Mutual Check 100 (MC-100)*

Pengukuran *MC-100* adalah pengukuran yang dilakukan pada saat selesainya suatu item pekerjaan dan ini menjadi salah satu kelengkapan wajib untuk dibuat dan dilaksanakan. Pengukuran ini berfungsi untuk mengetahui keadaan sebenarnya di lapangan dan sebagai kontrol kesesuaian terhadap desain, tata cara untuk proses pengambilan data dan alat yang digunakan bisa dikatakan hampir sama dengan pengukuran *MC-0* (DPUPR, 2019).

2.4. *Digital Elevation Model (DEM)*

DEM adalah data digital yang menggambarkan dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampel dari permukaan tanah. Berbentuk piksel yang umumnya berbentuk kotak dengan ukuran panjang dan lebar yang sama dan mengandung informasi nilai ketinggian yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan koordinat. data *DEM* dapat dibuat dengan *interpolation technique* menggunakan data hasil pengukuran lapangan (*GPS, Theodolite dan Total Station*) (Purwanto, 2015).

Data *DEM* dapat dimanfaatkan dalam berbagai aspek kehidupan, dalam bidang kebencanaan *DEM* dapat digunakan untuk membuat peta rawan bencana

banjir atau tanah longsor, dalam bidang manajemen sumberdaya *DEM* dapat digunakan untuk mendapatkan lokasi penambangan dan dapat digunakan untuk perhitungan *volume* (Frasta, 2020).

2.5. Kontur, Sifat dan interpolasinya

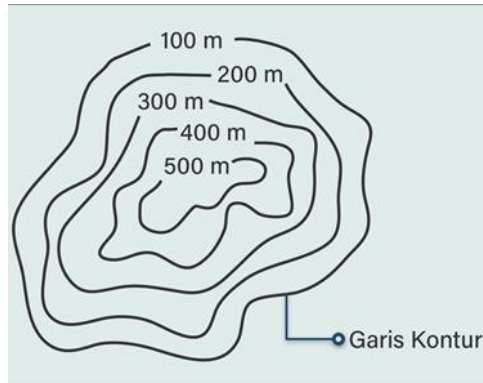
Garis kontur adalah garis khayal di lapangan yang menghubungkan titik dengan ketinggian yang sama atau garis kontur adalah garis kontinu diatas peta yang memperlihatkan titik – titik di atas peta dengan ketinggian yang sama. Garis kontur merupakan cara yang banyak dilakukan untuk melukiskan permukaan tanah, karena memberikan ketelitian yang baik. Nama lain garis kontur adalah garis *tranches*, garis tinggi, garis tinggi horizontal dan *isohypse* (Muda, 2008).

Garis kontur + 25 m, artinya garis kontur ini menghubungkan titik-titik yang mempunyai ketinggian sama + 25 m terhadap tinggi tertentu, garis kontur disajikan di atas peta untuk memperlihatkan naik turunnya keadaan permukaan tanah (Muda, 2008). Pengaplikasian lebih lanjut dari garis kontur adalah untuk memberikan informasi *slope* (kemiringan tanah rata – rata), irisan profil memanjang dan profil melintang (*long section* atau *cross section*) permukaan tanah terhadap jalur proyek (bangunan) dan perhitungan galian serta timbunan (*cut dan fill*) permukaan tanah asli terhadap ketinggian vertikal garis atau bangunan (Armijon, 2019).

2.5.1. Sifat Garis Kontur

Garis kontur memiliki sifat sebagai berikut (Armijon, 2019):

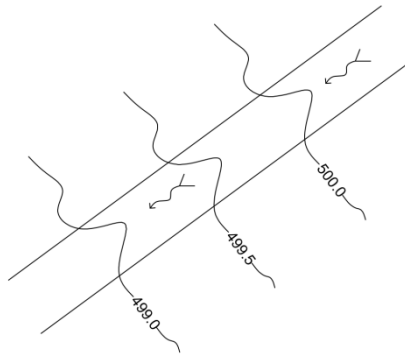
- a. Berbentuk kurva tertutup, tidak bercabang, tidak berpotongan, satu garis kontur mewakili ketinggian tertentu, garis kontur bernilai lebih rendah mengelilingi garis kontur yang bernilai lebih tinggi.



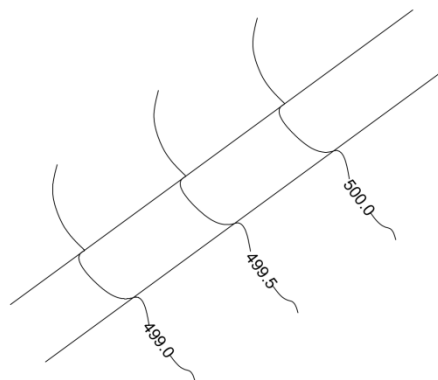
Gambar 4. Sifat garis kontur

Sumber: (Rabbani, 2021)

- b. Menjorok ke arah hulu jika melewati sungai, menjorok ke arah jalan menurun jika melewati permukaan jalan.



Gambar 5. Garis kontur sungai



Gambar 6. Garis kontur jalan

Sumber: (Indosurta Group, 2021)

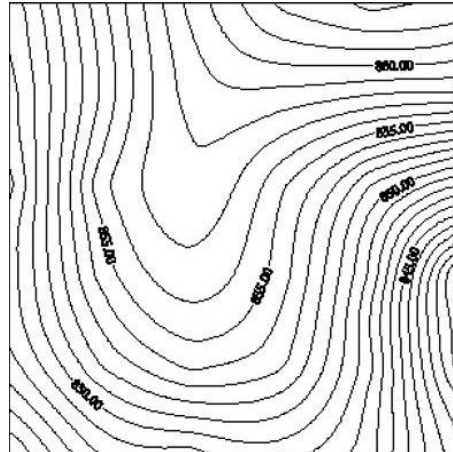
- c. Tidak tergambar jika melewati bangunan, garis kontur yang rapat menunjukkan keadaan permukaan tanah yang terjal, garis kontur yang jarang menunjukkan keadaan permukaan tanah yang landai.



Gambar 7. Garis kontur jika terjal dan landai

Sumber: (Just Indonesia Summit, 2018)

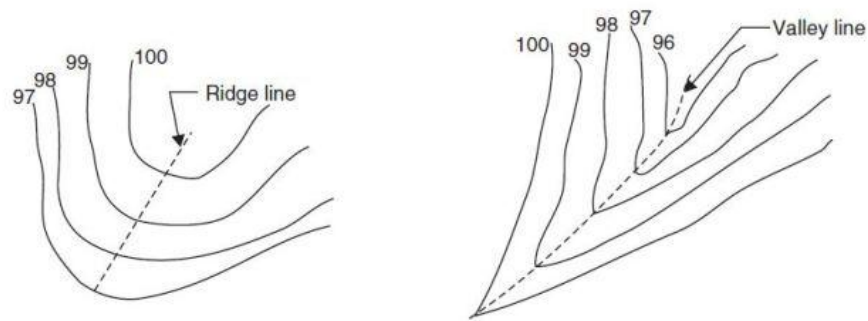
- d. Penyajian tinggi titik garis kontur pada daerah datar adalah setiap selisih 3 garis kontur, pada daerah berbukit setiap selisih 4 garis kontur sedangkan pada daerah bergunung setiap selisih 5 garis kontur.



Gambar 8. Penyajian interval garis kontur

Sumber : (IG, 2021)

- e. Rangkaian garis kontur yang berbentuk huruf “U” menandakan punggung gunung, rangkaian garis kontur yang berbentuk huruf “V” menandakan suatu lembah /jurang.



Gambar 9. Garis kontur punggung gunung dan lembah

Sumber: (Hakim, 2019)

2.5.2. Interpolasi Garis Kontur

Penarikan garis kontur berdasarkan perolehan posisi titik-titik tinggi (*spots height*) maka akan semakin mudah dan halus penarikan garis konturnya. Penarikan garis kontur diperoleh dengan cara perhitungan interpolasi, bila titik – titik detail yang diperoleh belum mewujudkan titik – titik dengan ketinggian yang sama maka penarikan garis kontur dilakukan dengan cara perhitungan interpolasi, data yang harus dimiliki untuk melakukan interpolasi garis kontur adalah jarak antara 2 titik tinggi diatas peta. Hasil perhitungan interpolasi ini adalah posisi titik garis kontur yang melewati garis hubung antara 2 titik tinggi, posisi ini berupa jarak garis kontur terhadap posisi titik pertama atau kedua (Muda, 2008).

$$\frac{P-P_0}{P_1-P_0} \times D \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

P : Titik yang akan dicari ketinggiannya

P₀: Titik dengan nilai terkecil

P₁: Titik dengan nilai terbesar

D: Jarak antar titik tinggi

2.6. Interpolasi *Digital Elevation Model*

Proses interpolasi dilakukan menggunakan metode *Topo to Raster* yang tersedia di dalam *ArcGIS 10.3*, *topo to raster* di dalam *ArcGIS 10.3* merupakan suatu *tool* yang disediakan khusus untuk pembuatan *DEM*. *Topo to raster* menginterpolasi nilai ketinggian untuk setiap piksel raster dengan memperhatikan beberapa *constraint*. *Topo to raster* juga dapat dijalankan dengan input berbasis file. Metode *Topo to Raster* punya efisiensi yang mirip dengan *Inverse Distance Weighting (IDW)* (Indarto dkk, 2014).

2.7. Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

Dalam menentukan volume galian dan timbunan satuan yang biasa digunakan adalah *feet cubic* (ft³), *yard cubic* (yd³) dan meter kubik (m³) dipakai dalam hitungan pengukuran *volume* tanah, walaupun *yard cubic* adalah satuan yang paling umum dalam pekerjaan tanah 1yd³ = 27 ft³, 1 m³ = 35,315 ft³. Namun biasanya di Indonesia di gunakan meter kubik (m³) sebagai satuan dalam menentukan jumlah *volume* (Muda, 2008).

1. Cara kontur

Cara Kontur adalah dengan memanfaatkan garis kontur yang ada dan dapat diolah untuk mendapatkan interval elevasi (H), luas penampang (A) yang selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan volume tanah (V). persamaan ketiganya disajikan dalam rumus 2 dibawah ini, prinsipnya hampir sama dengan metode penampang rata-rata (Lama dkk, 2019).

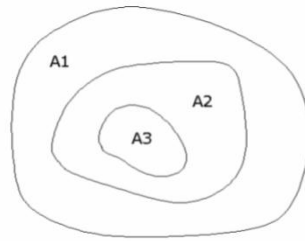
$$\text{Rumus : } V = H \times \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

V : *Volume* tanah (m³)

A : Luas Penampang (m²)

H : Interval elevasi antar kontur (m)



Gambar 10. Kontur

Misal

A1 (kontur 1) : luasnya 100 m², A2 (kontur 2) : luasnya 95 m².

Garis kontur 1 dan 2 dijumlah dan langsung dibagi 2, hasilnya dikali dengan interval elevasi misal 2 m. Jadi : $\frac{100+95}{2} \times 2 = 195 \text{ m}^3$, dan untuk seterusnya dilakukan hal yang sama sampai ketinggian elevasi yang diinginkan.

2. Cara *DEM*

Data *DEM* terdiri dari piksel yang umumnya berbentuk kotak dengan ukuran panjang dan lebar yang sama, serta mengandung informasi nilai ketinggian, maka untuk rumus perhitungan *volume* data *DEM* yaitu luas sebuah piksel (LP) dikali dengan ketinggiannya (H). Dengan tentunya perhitungan *volume* akan melibatkan lebih dari satu piksel penyusun data raster (Map Vision Indonesia, 2021). Maka rumus perhitungan *volume* data *DEM* adalah sebagai berikut:

$$V = \sum_{i=1}^n LP \times H \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan:

V : *Volume*

i : Indeks Penjumlahan

n : Batas Atas Penjumlahan

LP : Luas Piksel

H : Nilai Ketinggian Piksel



Gambar 11. *Digital Elevation Model*

Langkah awal yang dilakukan sebelum menghitung *volume* menggunakan *DEM* adalah mencari luas *DEM* dengan cara ukuran piksel x jumlah piksel, misal pada gambar di atas ukuran piksel 9 m² dan jumlah piksel nya ada 26 maka luas *DEM* pada gambar di atas adalah 234 m². Selanjutnya luas *DEM* yang sudah dicari dikali dengan ketinggian *DEM* dimisalkan *DEM* ini mempunyai ketinggian 3 m. maka $V = 234 \text{ m}^2 \times 3 \text{ m} : 702 \text{ m}^3$.

BAB III

PELAKSANAAN TUGAS AKHIR

Pelaksanaan tugas akhir diawali dengan pengumpulan data *oprit* berupa hasil pengukuran *MC-0* dan data *MC-100* pada pembangunan jembatan Fajar Baru dan data *DEM* berekstensi .tif didapatkan dari hasil interpolasi yang dikerjakan di aplikasi *ArcGis* 10.3 menggunakan data *MC-0* dan *MC-100*.

3.1. Tahap persiapan

Tahap persiapan meliputi persiapan alat dan bahan yang digunakan dalam kegiatan tugas akhir. Alat dan bahan yang digunakan dalam tugas akhir ini yaitu:

3.1.1. Alat

Pada kegiatan tugas akhir ini alat yang digunakan antara lain adalah sebagai berikut:

1. Perangkat Keras :
 - 1) Satu set laptop Acer Aspire V15 Nitro dengan spesifikasi Core-i7.
 - 2) 1 unit printer cannon G2020

2. Perangkat lunak
 - 1) *Land desktop* versi 2009 untuk melakukan perhitungan volume metode kontur.
 - 2) *ArcGis* versi 10.3 digunakan untuk pengolahan data spasial dan perhitungan volume metode *DEM*.

3.1.2. Bahan

- 1) Data pengukuran *MC-0* pada ABT-1 dan ABT-2.
- 2) Data pengukuran *MC-100* pada ABT-1 dan ABT-2.
- 3) *Digital Elevation Model (DEM)*.

3.2. Pengumpulan Data

Pelaksanaan kegiatan tugas akhir ini memerlukan beberapa data sebagai pendukung dalam kegiatan mengenai perbandingan hasil perhitungan volume antara metode kontur dan *DEM* yang dilakukan di area ABT-1 dan ABT-2 jembatan Fajar Baru, ilustrasi tempat pengambilan data dapat dilihat pada gambar 3. Berikut data yang diperlukan untuk menunjang kegiatan ini sebagai berikut:

3.2.1 Data Primer

Data primer yang digunakan pada tugas akhir ini adalah data dari hasil pengukuran *MC-0* dan *MC-100*, keduanya diukur menggunakan *Total Station* di area ABT-1 dan ABT-2 pada jembatan Fajar Baru. Data pengukuran berbentuk X,Y dan elevasi yang diambil sebelum dilakukan penimbunan dan setelah dilakukan penimbunan pada muka tanah asli. Kemudian data *DEM* didapatkan dari data primer yang interpolasi menggunakan aplikasi *ArcGis* 10.3 yang berasal dari data *MC-0* dan *MC-100*. Berikut cuplikan data *MC-0* dan *MC-100* dalam bentuk .xls yang dikumpulkan :

Tabel 1. Titik koordinat *MC-0* ABT-1

P	X	Y	Z	D
1	487.206,405 m	9.409.685,950 m	129,664 m	A1
2	487.218,505 m	9.409.678,938 m	126,536 m	A2
3	487.218,405 m	9.409.679,826 m	126,572 m	A3
4	487.216,984 m	9.409.680,224 m	126,620 m	A4
5	487.215,427 m	9.409.680,925 m	126,528 m	A5

Tabel 2. Titik koordinat *MC-100* ABT-1

P	X	Y	Z	D
1	487.207,776 m	9.409.675,619 m	129,541 m	A1
2	487.208,682 m	9.409.676,043 m	129,471 m	A2
3	487.209,588 m	9.409.676,468 m	129,494 m	A3
4	487.210,494 m	9.409.676,891 m	129,472 m	A4
5	487.211,399 m	9.409.677,316 m	129,470 m	A5

Tabel 3. Titik koordinat *MC-0* ABT-2

P	X	Y	Z	D
1	487.260,877 m	9.409.335,037 m	115,490 m	A1
2	487.265,851 m	9.409.335,520 m	114,300 m	A2
3	487.269,610 m	9.409.335,857 m	114,250 m	A3
4	487.272,287 m	9.409.336,492 m	114,600 m	A4
5	487.275,404 m	9.409.337,103 m	114,400 m	A5

Tabel 4. Titik koordinat *MC-100* ABT-2

P	X	Y	Z	D
1	487.257,793 m	9.409.335,137 m	129,464 m	A1
2	487.261,411 m	9.409.335,732 m	129,498 m	A2
3	487.265,047 m	9.409.336,213 m	129,520 m	A3
4	487.268,670 m	9.409.336,774 m	129,538 m	A4
5	487.273,043 m	9.409.337,479 m	129,539 m	A5

Sumber : Pengukuran lapangan

P: kode titik

X: *Easting*

Y: *Northing*

Z: Elevasi atau tinggi titik

D: Nama titik

3.3. Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data pada tugas akhir ini menggunakan perangkat lunak *ArcGis* 10.3 untuk pengolahan data spasial serta *Land Desktop* untuk melakukan perhitungan volume.

3.3.1. Mengubah *point* koordinat menjadi *shapefile*

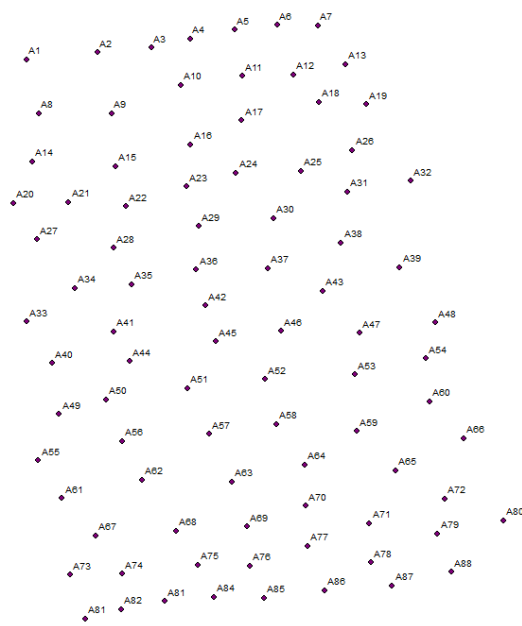
Shapefile adalah format data vektor yang digunakan untuk menyimpan lokasi, bentuk, dan atribut dari fitur geografis. *Shapefile* sendiri sebenarnya adalah kumpulan dari beberapa *file* dengan tiga ekstensi utama yang *mandatory/wajib* yaitu *.shp, *.shx, *.dbf (Satria, 2019). Sebelum membuat raster menggunakan data primer, terlebih dahulu titik koordinat diubah menjadi *shapefile* dengan cara menyiapkan data koordinat dalam bentuk *notepad* berekstensi *.txt yang diinput ke dalam *ArcGis* 10.3, kemudian melakukan *export* data menjadi shp.

3.3.2. Proses pembuatan data *Digital Elevation Model (DEM)*

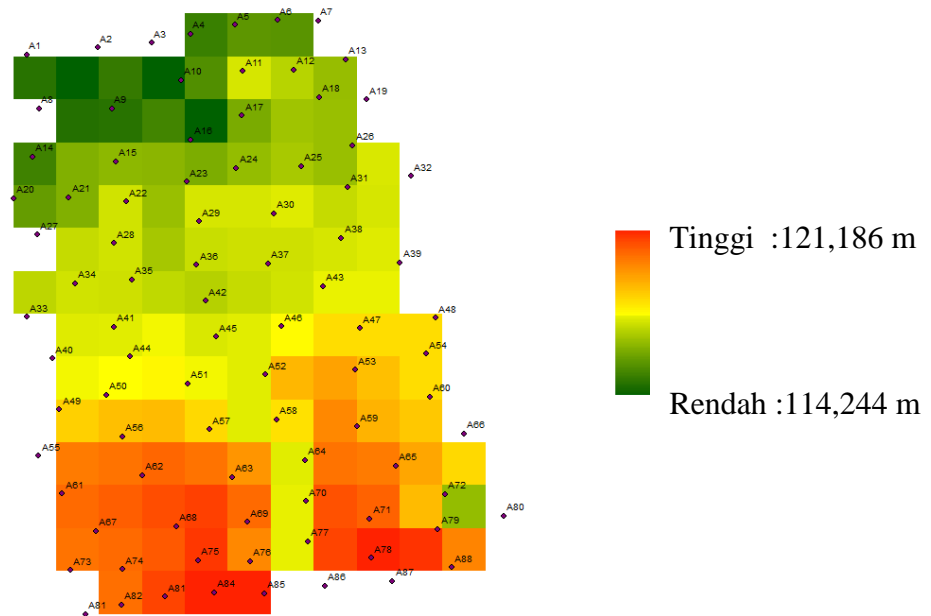
1. Melakukan *input* data koordinat *shapefile*

Melakukan *input* data vektor koordinat yang telah diubah menjadi *shapefile* kedalam perangkat lunak *ArcGIS* yang nantinya akan berupa *point layer* tampilannya, tampilan data dapat dilihat pada gambar 12 a.

2. Hasil *input* data vektor kemudian diolah menggunakan *3D analyst tools* yang berada di *ArcToolbook* yang telah tersedia. Proses pengubahan data vektor menjadi raster ini menggunakan metode *topo to raster* dan ukuran satu pikselnya adalah 3x3 m. Hasil dari interpolasi seperti gambar 12 b.



(a)



(b)

Gambar 12. Tampilan titik koordinat dan hasil interpolasi

3.3.3. Proses pembuatan kontur

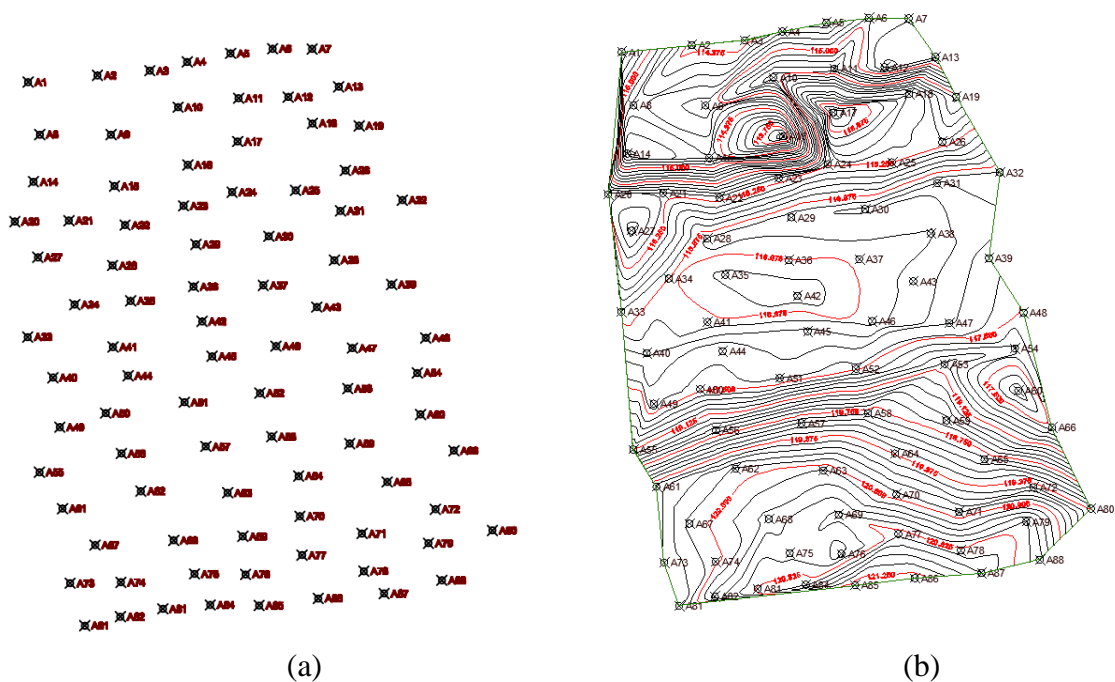
1. Melakukan *input* titik koordinat

Input titik koordinat yang sudah disiapkan kedalam *software land desktop* dalam bentuk *notepad* agar memudahkan proses *input*, tampilan data yang telah *diinput* dapat dilihat pada gambar 13 a:

2. Membuat *surface*

Surface merupakan permukaan tanah yang bentuknya dilukiskan oleh garis kontur oleh karena itu membuat *surface* adalah hal yang harus dilakukan sebelum membuat kontur, karena *surface* akan membangun *database* untuk membuat kontur.

3. Setelah membuat *surface* langkah selanjutnya adalah membuat kontur dengan klik pada *menu terrain* → *create contours*. Tentukan interval kontur yang akan digunakan, pada tugas akhir ini penulis menggunakan interval kontur 0,125 m. Hasil pembuatan kontur seperti gambar 13 b.



Gambar 13. Tampilan titik koordinat dan kontur

3.3.4. Perhitungan *Volume Oprit Jembatan*

Perhitungan *volume oprit* jembatan pada kegiatan tugas akhir ini menggunakan 2 metode perhitungan yaitu metode kontur dan *DEM*. Kedua metode tersebut menghitung *volume* berdasarkan perbedaan elevasi yang nampak pada kontur dan hasil interpolasi (*DEM*).

1. Perhitungan *volume* metode kontur

Perhitungan *volume* metode kontur memanfaatkan ketinggian kontur garis yang digambar pada peta topografi area pekerjaan dari muka tanah asli dan muka tanah rencana/*design*, untuk menghitung *volume* galian dan timbunan.

a. Membuat *boundary*

Membuat *boundary* atau batas area/lahan, bertujuan untuk mencari/menghitung luasan suatu area pada objek yang telah digambar. Pembuatan *boundary* dilakukan dengan menghubungkan titik – titik yang akan dihitung *volumenya* menggunakan *polyline*.

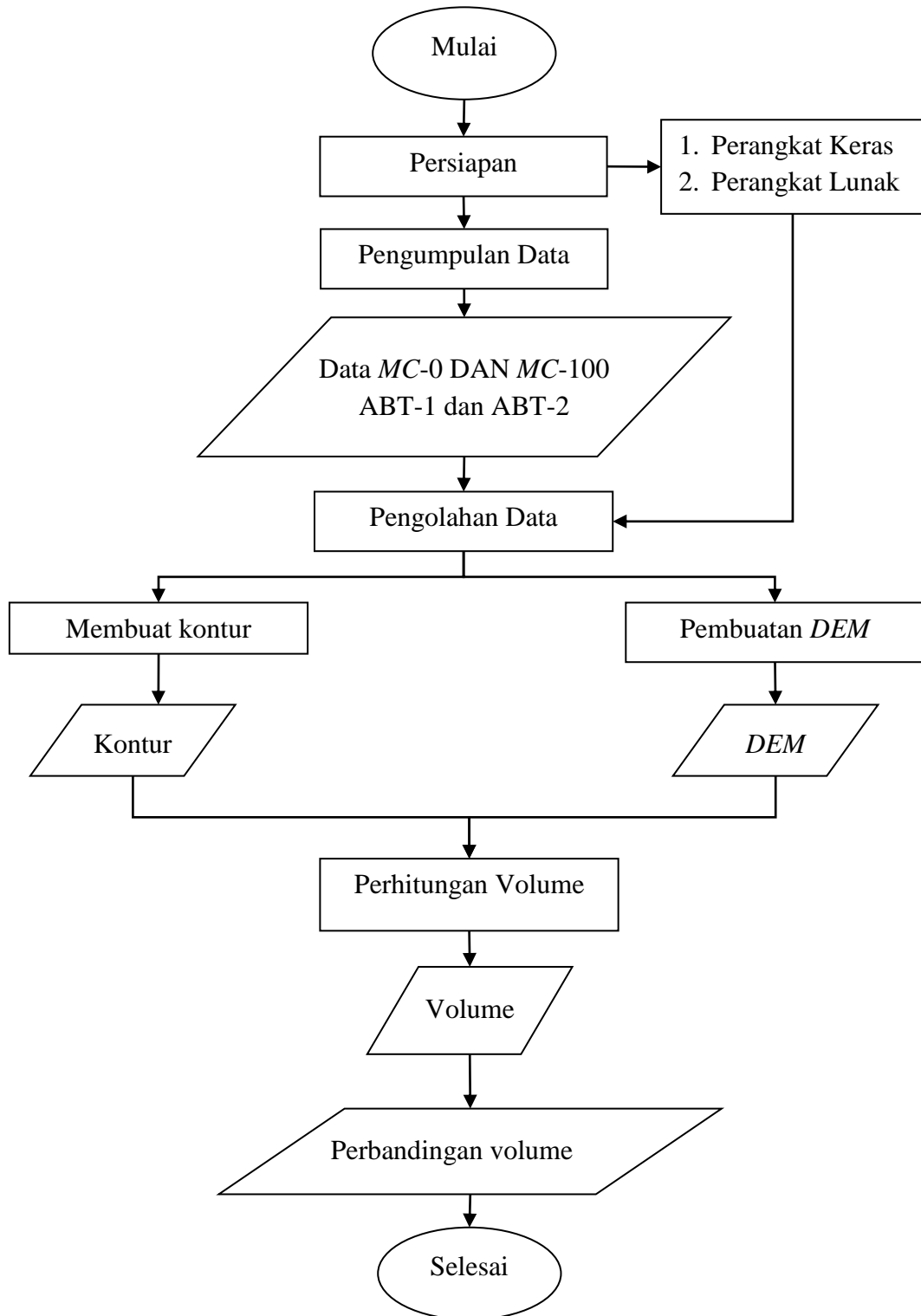
b. Menghitung *volume*

Menggunakan *Land Desktop*, *volume* bisa dihitung dengan logika yang disebut oleh *Land Desktop* sebagai “*Stratum*”. *Stratum* adalah ruang yang dibatasi oleh *surface* asli di lapangan dan *surface* final yang direncanakan. *Volume* yang diperoleh nantinya merupakan selisih dari *surface* asli dengan *surface* rencana. Hasilnya dapat berupa *cut and fill*.

2. Perhitungan *volume* menggunakan *DEM*

Untuk perhitungan *volume* menggunakan data *DEM* ini, pastikan data *DEM* mempunyai sistem koordinat proyeksi seperti *Universal Transverse Mercator (UTM)* yang mempunyai satuan dalam meter, berhubung satuan *volume* yang ingin dihasilkan yaitu meter kubik (m³). Perhitungan ini

dilakukan melalui aplikasi *ArcGis* 10.3 dengan menggunakan *3D analyst tools* yang tersedia di *ArcToolbox* sehingga memudahkan proses perhitungan.



Gambar 14. Diagram alir kegiatan

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Dari kegiatan penulisan tugas akhir ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada metode kontur diperoleh selisih 0,33% dan 0,14% terhadap *volume* asli sedangkan menggunakan *DEM* diperoleh selisih 0,91% dan 0,78% terhadap *volume* asli.
2. Dari kedua metode yang digunakan, metode kontur menghasilkan nilai selisih lebih kecil dibandingkan menggunakan *DEM* terhadap *volume* asli.
3. Dari data selisih yang diperoleh membuktikan bahwa metode perhitungan *volume* berpengaruh pada hasil yang akan didapatkan meskipun berasal dari data yang sama.

5.2. Saran

1. Jika ingin melakukan perbandingan perhitungan *volume*, sebaiknya data pembanding yang digunakan adalah data *truck count* atau data *volume* yang diperoleh dari hitungan muatan truk.
2. Untuk menghitung *volume* sebaiknya mencoba semua metode yang ada, sehingga mengetahui metode yang dapat digunakan untuk merepresentasikan bentuk permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Armijon. (2019). *Pemetaan Digital Praktis* (Armijon (ed.)). AURA. vii+111 hal. Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro, Komplek Unila Gedong Meneng Bandar Lampung.
- Budi, K. (2012). *Metode Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Jembatan*. Ilmutekniksipil.Com. <https://www.ilmutekniksipil.com/struktur-jembatan-2/metode-pelaksanaan-pekerjaan-konstruksi-jembatan>
- Cahyanto, D. R. (2021). Perbandingan Perhitungan Volume Tampungan Embung Sidodadi Dengan Metode Kontur dan Citra Satelit. *Digital Repository Universitas Jember, September 2019, 2019–2022*.
- DPUPR. (2019). *MC 100 D.I. Bumirejo*. Dpupr.Kebumenkab.Go.Id. <https://dpupr.kebumenkab.go.id/index.php/web/post/79/mc-100-di-bumirejo>.
- Hakim, I. (2019). *Garis Kontur: Pengertian, Peraturan, serta Cara Membuat dan Membacanya*. Insanpelajar.Com. <https://insanpelajar.com/garis-kontur/>
- Ilmu teknik sipil indonesia. (2015). *Artikel Jembatan Abutment Teknik Sipil*. <https://www.ilmutekniksipilindonesia.com/2015/04/artikel-jembatan-abutment-teknik-sipil.html>
- Indarto, dan Prasetyo, D. R. (2014). Pembuatan Digital Elevation Model Resolusi 10m dari Peta RBI dan Survei GPS dengan Algoritma ANUDEM. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 2(1), 21955.
- Indosurta Group. (2021). *Definisi Sifat-sifat Kontur*. Indosurta.Co.Id. <https://indosurta.co.id/blog/definisi-dan-sifat-sifat-kontur/>

- Just Indonesia Summit. (2018). *Cara Sederhana Belajar Membaca Peta Topografi*. <http://kisahpendakiangunungraung.blogspot.com/2018/08/cara-membaca-peta-topografi-how-to-read.html>
- Lama, A. R., Sai, silvester sari, dan Yuliananda, A. (2019). Analisis Ketelitian Perhitungan Volume Galian Gridding dan Tanpa Gridding Pada Pekerjaan Bendungan. *Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Institut Teknologi Nasional Malang*, 1–8.
- Mandala Mega Makmur. (2020). *Jasa Cut and Fill*. Mandalamegamakmur.Co.Id. <https://www.mandalamegamakmur.co.id/jasa-cut-and-fill/>
- Manu, A. I. (1998). *Dasar-dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang*.
- Map Vision Indonesia. (2021). *Menghitung Volume Data Raster*. <https://mapvisionindo.com/tutorial-menghitung-volume-data-raster-menggunakan-qgis/>
- Muda, I. (2008). Teknik Survei dan Pemetaan jilid III. In *Jakarta: Direktorat pembinaan sekolah menengah kejuruan*. (Vol. 53, Issue 9).
- Muis, A. (2021). Proses Pembangunan Bendungan Way Sekampung. *Kompas Tv*, 6.
- Purwanto, T. H. (2015). *Digital Terrain Modeling*. yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Rabbani, A. (2021). *Garis Kontur: Pengertian, Fungsi, Sifat, Karakteristik, Peraturan Dasar, dan Macamnya*. Sosial79.Com. <https://www.sosial79.com/2021/12/garis-kontur-pengertian-fungsi-sifat.html>
- Rahmah, N. (2021). *Pengertian MC 0 dan Tugas Surveyor dalam Laporan MC 0*. <https://www.pengadaanbarang.co.id/2020/06/pengertian-mc-0-dan-tugas-surveyor-dalam-laporan-mc-0.html>. diakses tanggal 10 maret 2022.
- Roring, H. S. D. (2018). Desain Cut and Fill Lokasi Pembangunan Rumah Sakit Hermina Manado. *Jurnal Ilmiah Realtech*, 14(1), 69–74.

Sajekti, A. (2009). *Metode Kerja bangunan Sipil*. Graha Ilmu.

Suhendra, A. D., Asworowati, R. D., dan Ismawati, T. (2020). PUTUSAN Nomor 73/PUU-XVIII/2020 Mahkamah Konstitusi Republik Indonesia. *Akrab Juara*,5(1),43–54.

<http://www.akrabjuara.com/index.php/akrabjuara/article/view/919>

Widodo, J. (2021). Peresmian Bendungan Way Sekampung. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 12–26.