

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Peta Digital**

##### **1. Pengertian Peta Digital**

Kebutuhan yang sangat besar akan informasi mendorong berkembangnya teknologi-teknologi baru. Kemajuan teknologi menuntut penanganan terhadap segala sesuatu secara cepat dan tepat. GIS (*Geographical Information System*) hadir sebagai pemenuhan kebutuhan masyarakat dunia akan sumber-sumber informasi. Menurut Yosuman dalam Rahmah (2015), GIS merupakan suatu sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengatur, mentransformasi, memanipulasi dan menganalisis data-data geografis. Dapat dikatakan bahwa GIS adalah alat yang sudah terkomputerisasi sedemikian rupa agar bisa melakukan pemetaan dan penganalisisan pada sesuatu yang ada dan peristiwa yang terjadi di muka bumi. Data geografis yang dimaksud oleh Yosuman adalah data spasial yang memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- (1) Memiliki *geometric properties* seperti koordinat dan lokasi
- (2) Terkait dengan aspek ruang seperti persil, kota, kawasan pembangunan
- (3) Berhubungan dengan semua fenomena yang terdapat di bumi, misalnya data, kejadian, gejala atau objek
- (4) Dipakai untuk maksud-maksud tertentu, misalnya analisis, pemantauan ataupun pengelolaan

Sebagian besar GIS menggunakan konsep *layer* atau lapis. Lapisan-lapisan ini mewakili satu fitur geografi dalam area yang sama dan selanjutnya semua lapisan dapat saling ditumpuk agar mendapatkan informasi yang selengkap-lengkapnya. Kadir (2003), menjelaskan bahwa lapisan-lapisan tersebut seperti plastik transparan yang mengandung hanya gambar tertentu. Pemakai bisa memilih transparan-transparan yang dikehendaki dan kemudian saling ditumpangkan sehingga akan diperoleh gambar yang merupakan gabungan dari sejumlah transparan.

Peta digital merupakan salah satu implementasi dari GIS di era modern ini. Peta digital merupakan representasi fenomena geografik yang disimpan untuk ditampilkan dan dianalisis oleh komputer digital (Nuryadin, 2005). Pada peta digital, setiap objek disimpan sebagai sebuah atau sekumpulan koordinat. Sebagai contoh, objek berupa lokasi sebuah titik akan disimpan sebagai sebuah koordinat, sedangkan objek berupa wilayah akan disimpan sebagai sekumpulan koordinat. Penggunaan peta digital sudah sangat marak dan lumrah zaman sekarang, kemudahan yang ditawarkan saat digunakan membuat peta analog perlahan-lahan ditinggalkan. Nuryadin (2005) menjabarkan beberapa kelebihan dalam penggunaan peta digital sebagai berikut

- (1) Peta digital kualitasnya tetap. Tidak seperti kertas yang dapat terlipat, memuai atau sobek ketika diimpan, peta digital dapat dikembalikan ke bentuk asalnya kapanpun tanpa ada penurunan kualitas

- (2) Peta digital mudah disimpan dan dipindahkan dari satu media penyimpanan yang satu ke media penyimpanan yang lain. Peta analog yang disimpan dalam bentuk gulungan-gulungan kertas misalnya, memerlukan ruangan lebih besar dibanding dengan jika peta tersebut disimpan sebagai peta digital dalam sebuah *harddisk*, CD-ROM, atau DVD-ROM.
- (3) Peta digital lebih mudah diperbarui. Penyuntingan untuk keperluan pemutakhiran dana tau perubahan system koordinat misalnya, dapat lebih mudah dilakukan menggunakan perangkat lunak.

## 2. Karakteristik Peta Digital

Seperti peta pada umumnya, peta digital juga memiliki karakteristik-karakteristik yang menandakan bahwa ia digunakan sebagai GIS. Berikut karakteristik-karakteristik pada peta digital (Ratnaningrum, 2015) :

- (1) Skala pada peta digital menggambarkan tingkat kedekatan objek ketika peta tersebut dibuat. Sebagai contoh, pada skala 1:1000 (atau 1 cm di peta mewakili 1000 cm atau 10 meter di permukaan bumi), maka bangunan tersebut hanya akan terlihat sebagai sebuah titik.
- (2) Referensi geometric berupa parameter-parameter ellipsoida referensi dan datum. Datum adalah informasi atau keterangan yang diperoleh dari suatu pengamatan yang berupa angka, symbol atau Bahasa. Kumpulan beberapa datum disebut data. Salah satu referensi yang umum digunakan (termasuk dalam 11 penentuan posisi menggunakan

satelit GPS) adalah WGS 84 (*World Geodetic System*) yang direvisi pada tahun 1984 dan berlaku hingga tahun 2010.

- (3) Bentuk bumi adalah mendekati bulat (*ellips*), maka untuk menggambarkan sebagian muka bumi untuk kepentingan pembuatan peta perlu dilakukan langkah-langkah agar bentuk *ellips* ini dapat didatarkan dan distorsinya dapat terkontrol dengan baik. Untuk itu dilakukan proyeksi ke bidang datar. Sistem proyeksi ada berbagai macam jenis dan versinya. Penggunaan sistem proyeksi peta yang berbeda untuk sebuah daerah yang sama akan memberikan kenampakan yang berbeda.

### **3. Macam-Macam Peta Digital**

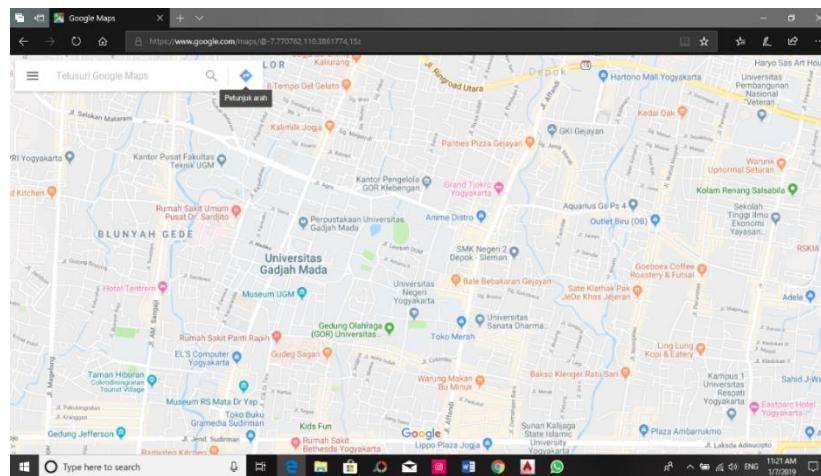
Di era globalisasi ini penggunaan peta analog perlahan-lahan mulai ditinggalkan. Peta analog hanya digunakan dalam keadaan tertentu. Sedangkan dalam keseharian, untuk mencari suatu lokasi atau informasi mengenai suatu tempat kita bisa menggunakan peta digital sebagai sarananya. Dengan revolusi terhadap peta ini, macam jenis peta digital banyak dirilis oleh perusahaan-perusahaan di dunia. Kegunaannya tentu saja untuk mempermudah masyarakat dalam mobilisasi.

#### **a. *Google Maps***

Awalnya, *Google Maps* merupakan sebuah perangkat lunak dalam internet yang berisi peta atas sebuah wilayah atau lokasi, yang seiring dengan perkembangan zaman, *Google Maps* kini telah berkembang menjadi salah satu perusahaan kelas dunia yang memiliki berbagai macam produk,

mulai dari layanan *email*, *web advertising*, penyedia video, *mobile operating system*, pengolah gambar hingga penyedia informasi berupa peta digital (Putra, 2016). Dengan berbagai macam fitur yang dimiliki oleh *Google Maps*, masyarakat dunia tidak hanya sekedar mendapat info rute yang bisa dilewati ke tempat tujuan, tapi juga menyajikan informasi-informasi lengkap tempat yang kita tuju.

Layanan *Google Maps* dapat diakses melalui situs <http://maps.google.com> atau dengan mengunduh aplikasinya, dengan berbagai fitur yang menarik seperti pencarian lokasi, wilayah atau jalan, penentuan arah atau navigasi, pengukuran jarak tempuh, hingga pemantauan kondisi jalan dan lalu lintas di berbagai belahan dunia.

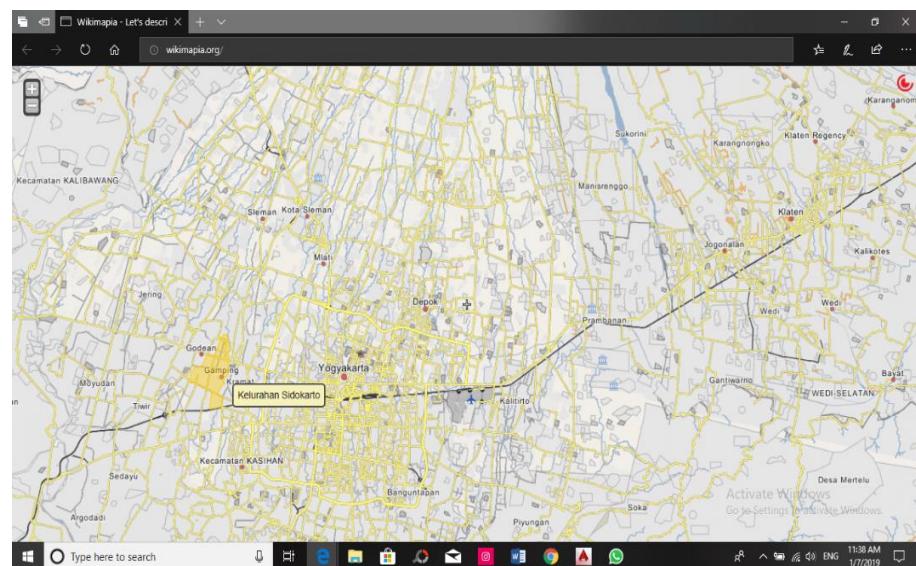


**Gambar 1.** Tampilan *Google Maps*  
*Sumber:* Aplikasi *Google Maps*

### b. WikiMapia

Peta digital ini didesain oleh Alexandre Koriakine dan Evgeniy Saveliev dan dirilis pada 24 Mei 2006. Tujuan pembuatan WikiMapia adalah mendeskripsikan seluruh planet bumi. Ratnaningrum (2015)

menyebutkan bahwa sistem operasi WikiMapia sendiri adalah dengan mengkombinasikan antara *Google Maps* dengan sistem wiki, sehingga WikiMapia memungkinkan penggunanya untuk menambahkan informasi dalam bentuk catatan pada lokasi manapun di bumi. Kelebihan yang dimiliki oleh WikiMapia adalah dapat menentukan satu lokasi penuh sebagai sebuah provinsi, kota, kecamatan ataupun desa. Batas-batas suatu daerah digambarkan dengan sangat jelas pada WikiMapia.



**Gambar 2.** Tampilan WikiMapia  
*Sumber: Aplikasi WikiMapia*

### c. *GeoNames*

*GeoNames* merupakan database geografis yang tersedia dan dapat diakses melalui berbagai layanan web (Ratnaningrum, 2015). *GeoNames* berada di bawah naungan lisensi *Creative Commons Atribusi* dan kini berisi lebih dari 8 juta nama geografis. *GeoNames* memiliki 6,3 juta fitur, 2,2 juta tempat penduduk, dan 1,8 juta nama alternatif. Peta digital *GeoNames* memiliki lebih dari 10.000.000 nama geografis. *GeoNames* memiliki sekitar

5,7 juta lokasi yang ditandai dengan 260 bahasa dari berbagai penjuru dunia.

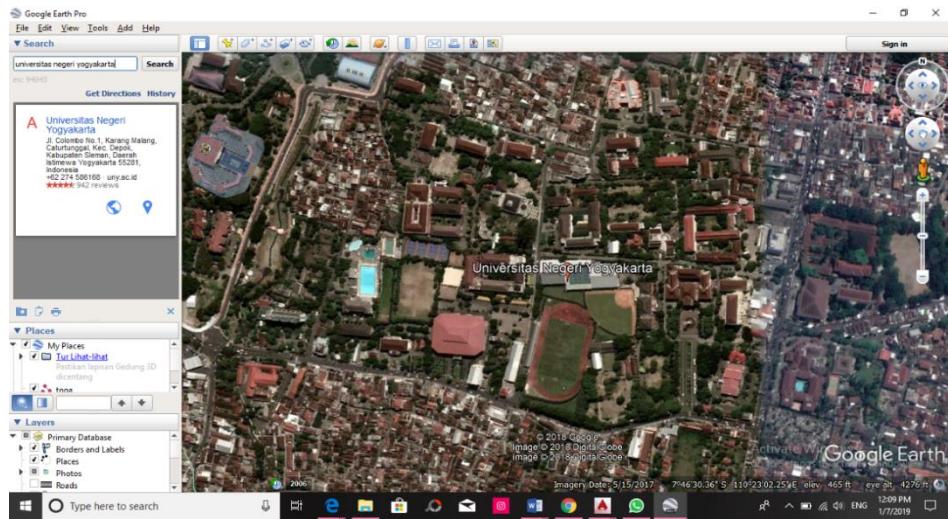
Inti database *GeoNames* disediakan oleh sumber-sumber resmi publik, yang membedakan adalah kualitasnya.



**Gambar 3.** Tampilan *GeoNames*  
Sumber : <https://www.geonames.org/team/html>

#### d. *Google Earth*

Isnaini (2015) menyebutkan bahwa *Google Earth* merupakan aplikasi pemetaan interaktif yang dikeluarkan *Google* yang menampilkan peta bola dunia dalam bentuk 3D, keadaan topografi, foto satelit *terrain* yang dapat di *overlay* dengan jalan, bangunan, lokasi ataupun informasi geografis lainnya. Awalnya dikenal sebagai *Earth Viewer*, akhirnya *Google Earth* dikembangkan oleh *Keyhole Inc* yang kemudian diambil alih oleh *Google* pada tahun 2004 dan terciptalah *Google Earth* pada tahun 2005.



**Gambar 4.** Tampilan Google Earth  
Sumber : Aplikasi Google Earth

*Google Earth* memungkinkan penggunanya untuk mencari alamat sedetail mungkin, memasukkan koordinat atau mencari lokasi. Sampai saat ini, *Google Earth* masih menjadi raksasa dalam kategori peta digital karena kemampuannya menunjukkan seluruh gambaran permukaan bumi dan memperlihatkannya secara *real* dari waktu ke waktu.

#### 4. Manfaat Penggunaan Peta Digital

Penggunaan peta digital memberikan banyak manfaat bagi masyarakat dunia, diantaranya adalah sebagai berikut (Ratnaningrum, 2015):

- (1) Sebagai navigator dalam menunjukan arah bagi seseorang yang akan bepergian
- (2) Mempercepat pencarian suatu lokasi. Dengan peta digital, mencari lokasi yang akan dituju akan menjadi sangat efektif dan efisien.
- (3) Mempermudah sistem penyimpanan peta. Pengguna tidak perlu ruang khusus untuk menyimpan peta digital.

- (4) Bisa diakses darimana saja dan kapan saja.
- (5) Pembaruan data yang *diupdate* setiap saat menjadikannya lebih mudah dalam memberikan informasi kepada pengguna.

## B. Peta Kontur atau Topografi

### 1. Pengertian Peta Topografi

Peta topografi adalah peta yang menggambarkan bentuk permukaan bumi melalui garis-garis ketinggian. Menurut Suparno dan Endy (2005), keadaan topografi adalah keadaan yang menggambarkan kemiringan lahan atau kontur lahan, semakin besar kontur lahan berarti lahan tersebut memiliki kemiringan lereng yang semakin besar. Peta topografi mutlak digunakan, khususnya di dalam perencanaan pengembangan wilayah, sehubungan dengan pemulihan lokasi atau di dalam pekerjaan konstruksi.

Peta topografi digunakan pada tahap awal dari kegiatan lapangan untuk membahas tentang kemungkinan proses geologi muda yang mungkin saja terjadi, seperti proses erosi, gerak tanah atau bahaya longsor dan aktifitas pergerakan tanah lainnya. Selain itu, dengan memiliki peta topografi dapat dilihat keadaan bentang alam pada suatu daerah dan sedikit banyak menjadi cerminan dari keadaan geologinya, terutama distribusi batuan. Pada bidang ketekniksipilan, selain berfungsi untuk mengetahui keadaan tanah pada suatu daerah juga berfungsi untuk melihat elevasi tanah. Elevasi berfungsi untuk menentukan ketinggian suatu dataran dari mulai di atas permukaan laut. Pada proyek, elevasi berfungsi sebagai acuan dalam perencanaan suatu bangunan.

## **2. Karakteristik Peta Topografi**

Peta yang menyajikan unsur ketinggian yang mewakili dari bentuk lahan disebut dengan peta topografi (Noor dalam Djuhadi, 2009). Peta topografi tidak terlalu banyak memberikan informasi secara detail tentang suatu daerah, kecuali informasi mengenai kenampakan alam atau tinggi rendahnya bentuk permukaan bumi saja. Secara garis besar Noor juga menjelaskan peta topografi merupakan peta yang memiliki karakteristik sebagai berikut :

- (1) Peta kontur pada umumnya hanya berwarna putih dan kuning dengan garis-garis yang tercetak dengan jelas. Peta topografi tidak memiliki banyak warna karena kebutuhan informasi yang diberikan. Informasi pokok yang diberikan oleh peta topografi ini sebatas kontur tanah saja sehingga garis-garis kontur dibuat tercetak jelas supaya pembaca dapat memahami isi dari peta tersebut.
- (2) Peta topografi menggunakan skala yang besar guna memberikan informasi sedetail mungkin kepada pembaca. Selain itu dengan skala lebih besar, ukuran yang tertera pada peta akan semakin akurat.
- (3) Ciri khusus dari peta topografi yang sangat mudah dikenali adalah, terdapat garis-garis halus namun tegas yang tergambar pada peta tersebut. Garis-garis itu disebut dengan garis kontur. Garis kontur ini berjumlah sangat banyak dan digambar memenuhi peta. Garis kontur merupakan kombinasi dua segmen garis yang saling berhubungan

namun tidak saling berpotongan. Garis kontur ini menunjukkan titik elevasi pada peta topografi supaya pembaca dapat melihat dan mengetahui dengan jelas keadaan yang dimaksud.

### **3. Macam-Macam Garis Kontur**

Menurut Rosana dalam Al Wahidy (2013), garis kontur memiliki beberapa sifat dan fungsi tertentu pada sebuah peta. Sifat dan fungsi tersebut dirangkum sebagai berikut.

#### **a. Sifat Garis Kontur**

- (1) Garis kontur yang lebih rapat lerengnya lebih curam.
- (2) Garis kontur bersifat selalu horizontal.
- (3) Garis kontur selalu membelok-belok dan akan mengikuti dan akan mengikuti lereng dari sutau lembah.
- (4) Garis kontur selalu tegak lurus jurusan air yang mengalir di permukaan.
- (5) Garis kontur merupakan garis yang tertutup.

#### **b. Fungsi Garis Kontur**

- (1) Menunjukkan tinggi suatu tempat.
- (2) Untuk menunjukkan bentuk relief.
- (3) Untuk menunjukkan lereng.
- (4) Untuk menunjukkan besarnya kemiringan lereng.

Garis kontur merupakan garis yang digambarkan dalam peta yang menunjukkan titik-titik yang sama tingginya, dari suatu bidang referensi tertentu. Garis kontur memiliki 3 macam garis.

**a. Garis kontur biasa**

Digambarkan sebagai garis dengan ketebalan yang secara umum seragam. Jarak antara keduanya adalah 1/2000 kali skala peta dan ditetapkan sesuai kepentingan peta yang akan digunakan.

**b. Garis kontur indek**

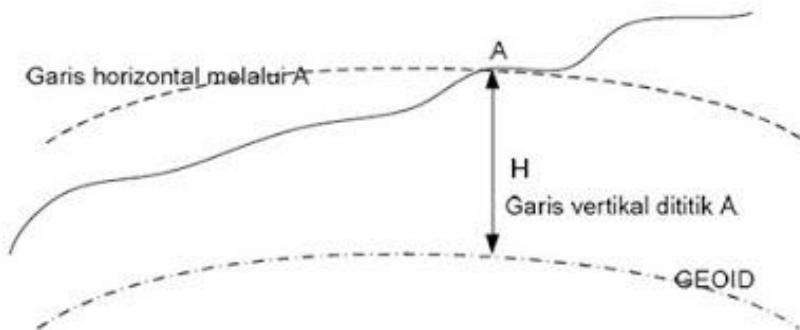
Garis kontur yang digambarkan lebih tebal lima sampai sepuluh kali lebih tebal dari garis kontur biasa. Pada setiap garis indeks, tercantum elevasi permukaan tanah yang mewakili.

**c. Garis kontur depresi**

Garis kontur yang digambarkan dengan menunjukkan arah menurun. Pada peta biasanya warna garis ini digambarkan dengan warna biru, namun pada peta tidak berwarna garis kontur depresi digambarkan dengan garis sisir yang halus.

**C. Sistem Tinggi**

Tinggi adalah jarak vertikal atau jarak tegak lurus dari suatu bidang referensi tertentu terhadap suatu titik sepanjang garis vertikalnya (Kuswondo, 2013). Untuk suatu wilayah biasa MLR ditentukan sebagai bidang referensi dan perluasan kendaratannya disebut geoid (Anjasmara, 2005). Sistem tinggi yang ada di permukaan bumi pada umumnya dapat didefinisikan menjadi empat, yaitu tinggi ellipsoid, tinggi dinamis, tinggi orthometris dan tinggi normal.



**Gambar 5.** Tinggi Terhadap Bidang Referensi  
*Sumber : Ira Mutiara Anjasmara, 2015*

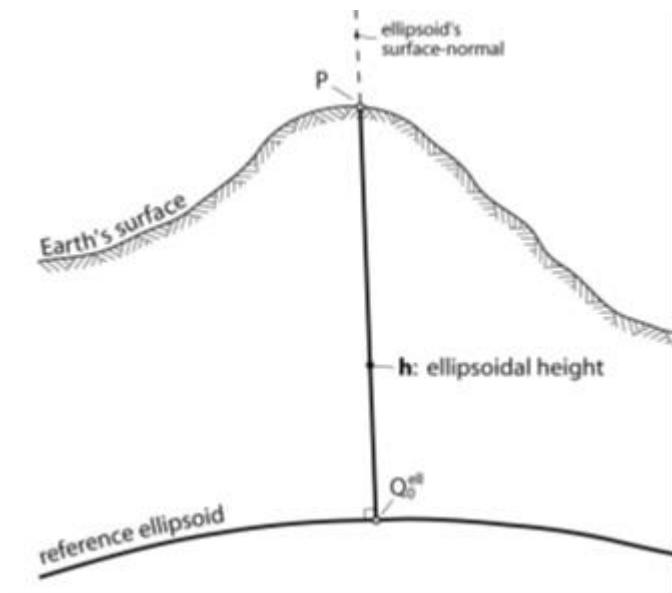
### 1. Tinggi Ellipsoid

Featherstone (2006) menjelaskan bahwa tinggi ellipsoid adalah jarak garis lurus yang diambil sepanjang bidang ellipsoid normal dan permukaan geometris yang diambil dari referensi ellipsoid ke titik tertentu, yang dengan kata lain, tinggi ellipsoid adalah tinggi yang diperoleh tanpa ada hubungannya dengan gravitasi bumi.

Pada gambar di bawah ini, terdapat simbol-simbol berupa  $P$ ,  $h$  dan  $Q_0^{\text{ell}}$ . Featherstone (2006) menjelaskan bahwa  $P$  adalah tinggi di atas permukaan bumi yang memiliki referensi ellipsoid ke titik tertentu.  $Q_0^{\text{ell}}$  adalah jarak garis lurus yang diambil sepanjang bidang ellipsoid normal ke titik tertentu. Sedangkan  $h$  adalah tinggi ellipsoid.

Ketinggian titik yang diberikan oleh GPS adalah ketinggian titik di atas permukaan ellipsoid, yaitu ellipsoid WGS 1984 (Abidin, 2001). Tinggi

ellipsoid suatu titik adalah tinggi titik tersebut di atas ellipsoid dihitung sepanjang garis normal ellipsoid yang melalui titik tersebut.



**Gambar 6.** Ketinggian Ellipsoid  
*Sumber : W. E. Featherstone, 2006*

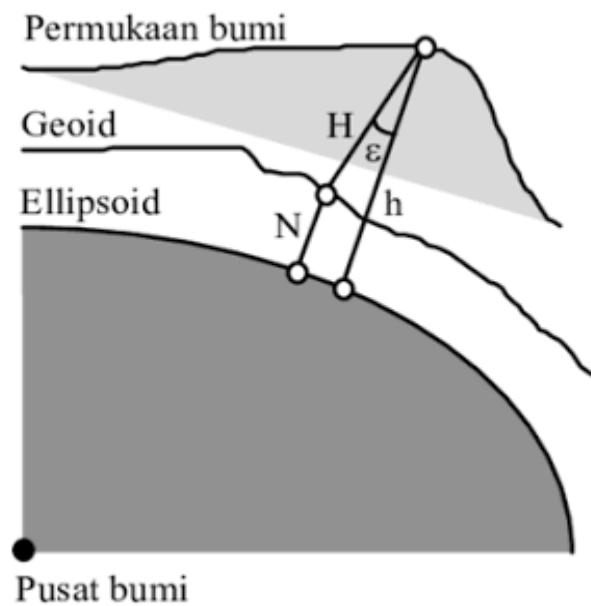
## 2. Tinggi Dinamis

Pada tinggi dinamis, gaya berat rata-rata diambil suatu harga berat normal standar bagi daerah yang bersangkutan, yaitu harga gaya berat normal yang dekat dengan nilai harga gaya berat rata-rata di daerah ini. Untuk tinggi dinamis global, biasanya diambil harga gaya berat normal pada lintang  $45^0$ . Untuk Indonesia, bisa ditentukan harga gaya berat normal di ekuator dengan sistem referensi GRS – 1967 yaitu 978.032 gal (Syafri, 1990). Sistem tinggi dinamis pertama kali dikembangkan oleh Hermert pada tahun 1884, yang mana sistem tinggi dinamis ini memiliki hubungan yang sangat kuat dengan sistem geopotensial. Nilai geopotensial didefinisikan sebagai nilai konstanta.

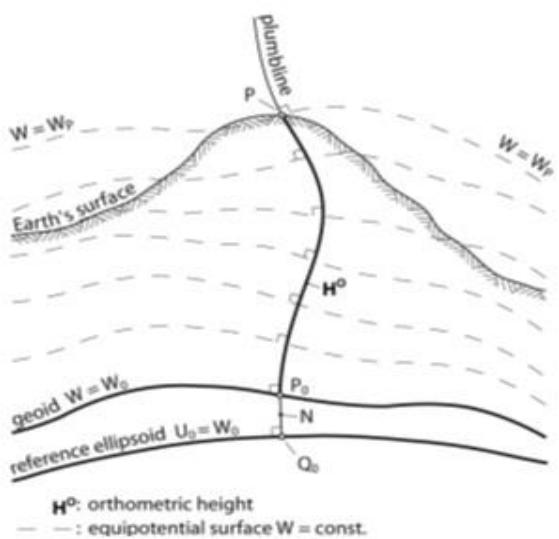
Heiskanen dan Moritz dalam (1967) mengatakan bahwa tinggi dinamis tidak memiliki nilai geografis melainkan hanya memiliki nilai kuantitas fisik bumi, karena tinggi dinamis menyerap karakter yang sama sedangkan hal yang membedakannya adalah tinggi dinamis memiliki dimensi jarak.

### **3. Tinggi Orthometris**

Syafri (1990) menyebutkan bahwa tinggi orthometris suatu titik adalah jarak geometris yang diukur sepanjang unting-unting antara geoid ke titik tersebut. Tinggi orthometris merupakan tinggi yang paling umum digunakan, namun tinggi orthometris sangat sulit direalisasikan karena untuk merealisasikannya hal yang perlu diektahui adalah arah tegak lurus dari percepatan gravitasi terhadap permukaan di semua titik yang berada sepanjang jarak tersebut (Kuswondo, 2013). Untuk mendapat tinggi orthometris dari tinggi ellipsoid, diperlukan undulasi geoid ( $N$ ). Dengan adanya undulasi maka tinggi orthometris dapat dihitung dari tinggi ellipsoid dengan persamaan  $H = h - N$ , yaitu ketinggian orthometris adalah selisih antara ketinggian ellipsoid dengan undulasi geoid (Kuswondo, 2013).



**Gambar 7.** Ketinggian Orthometris  
*Sumber : W. E. Featherstone. 2006*



**Gambar 8.** Tinggi Orthometrik dari Tinggi Ellipsoid  
*Sumber : <https://www.researchgate.net/figure/Gambar-3-Transformasi-tinggi-ellipsoid-ke-tinggi-orthometrik>*

#### **4. Tinggi Normal**

Tinggi normal pertama kali diperkenalkan oleh Molodensky pada tahun 1945. Pada awalnya tinggi normal dihitung untuk menghindari masalah dalam menentukan nilai rata-rata integral gravitasi pada gravitasi aktual sepanjang garis unting-unting (Kuswondo, 2013). Kuswondo (2013) juga menerangkan bahwa yang menjadi perbedaan antara tinggi normal dengan tinggi orthometris adalah fungsinya, yang mana tinggi normal digunakan untuk mencegah terjadinya hipotesis untuk menentukan medan gravitasi pada topografi.

### **D. *Google Earth Pro***

#### **1. Pengertian *Google Earth Pro***

Menurut Sutanto dalam Pratiwi (2011), *Google Earth* merupakan program memetakan bumi dari superimposisi gambar yang dikumpulkan dari pemetaan satelit, fotografi udara dan globe GIS 3D. *Google Earth* dikembangkan oleh *Keyhole Inc* namun pada tahun 2004 diambil alih oleh *Google* dan pada tahun 2005 berganti nama menjadi *Google Earth*. Peluncuran *Google Earth* menyebabkan sebuah peningkatan signifikan mengenai *globe virtual* antara tahun 2005 sampai dengan 2006, menarik perhatian publik mengenai teknologi dan aplikasi geospasial.

*Google Earth* memperbolehkan penggunaannya mencari alamat, memasukkan koordinat untuk mencari lokasi. Menurut *Commission on Instructional Technology*, *Google Earth* juga memiliki data model evaluasi

digital (DEM) yang dikumpulkan oleh Misi Topografi Radar Ulang Alik NASA. Hal ini dimaksudkan untuk melihat *Grand Canyon* atau Gunung Everest dalam tiga dimensi. Dengan kehebatannya *Google Earth* mampu menunjukkan semua gambar permukaan bumi secara detail. *Google Earth* memiliki kemampuan untuk memperlihatkan bangunan dan struktur lainnya dalam bentuk 3D. Hal ini menjadikan *Google Earth* sebagai satu-satunya peta digital terbaik hingga saat ini.

Selain kemampuannya yang dapat menunjukkan lokasi secara *real time* di bumi, *Google Earth* juga dapat membuat penggunanya merasakan sensasi melihat luar angkasa dengan *Mode Sky*. Fitur-fitur yang ada pada *Google Earth* menjadikannya sebagai satu-satunya peta digital terbaik dan terlengkap di era ini.

## 2. Manfaat Penggunaan *Google Earth Pro*

Secara umum, penggunaan *Google Earth* memiliki manfaat untuk mempermudah masyarakat dalam mencari informasi tentang suatu tempat (Pradana, 2013). Namun, *Google Earth* tidak hanya berguna secara umum saja, tetapi juga berguna secara spesifik dalam suatu bidang keilmuan. Untuk bidang ilmu ketekniksipilan khususnya, manfaat yang dirasakan dalam penggunaan *Google Earth* ini adalah dapat diketahuinya kondisi morfologi dan kontur tanah secara *real* yaitu foto tampak dari atas permukaan bumi dengan resolusi gambar yang cukup baik. Di samping itu, keterangan mengenai koordinat suatu lokasi sangat mendetail.

Pada *Google Earth* pengguna tidak hanya sekedar melihat-lihat dan menjelajahi dunia dengan sekali klik, tetapi pengguna juga diberikan kebebasan mengakses dan mengambil data dari *Google Earth* (Pradana, 2013). Salah satu contohnya, pengguna dapat menggunakan fitur *ruler* untuk mengambil data berupa ukuran suatu tempat atau wilayah. Penggunaan *Google Earth* untuk dunia ketekniksipilan sangat bermanfaat dalam bidang ilmu ukur tanah.

### 3. Sistem Tinggi Pada *Google Earth Pro*

Terdapat tiga jenis model permukaan di bumi ini, yaitu geoid, ellipsoid, dan *tophographic surface*. Hasyim dalam Nugraha (2012) menjelaskan definisi ketiganya, ia mengatakan bahwa geoid adalah pendekatan bentuk fisis permukaan bumi yang dimodelkan secara matematis dan sangat kompleks. Dalam praktiknya geoid dianggap berimpit dengan permukaan air laut rata-rata (MDPL), sehingga dianggap memiliki ketinggian dasar 0 m. Ellipsoid adalah suatu bentuk pendekatan model bumi yang dipakai untuk memudahkan baik perhitungan maupun penunjukkan suatu titik di bumi dengan besaran matematika. Sedangkan *tophographic surface* adalah permukaan bumi yang terlihat secara fisik.

*Google Earth Pro* menggunakan sistem koordinat internal geografi dalam bentuk tunggal Sistem Geodetik Dunia tahun 1984 (WGS1984). WGS 1984 yaitu sebuah standar yang dipakai dalam pemetaan, geodesi dan navigasi, terdiri dari bingkai koordinat standar bumi, datum geodetik (acuan atau referensi ellipsoid) untuk data ketinggian mentah, dan permukaan

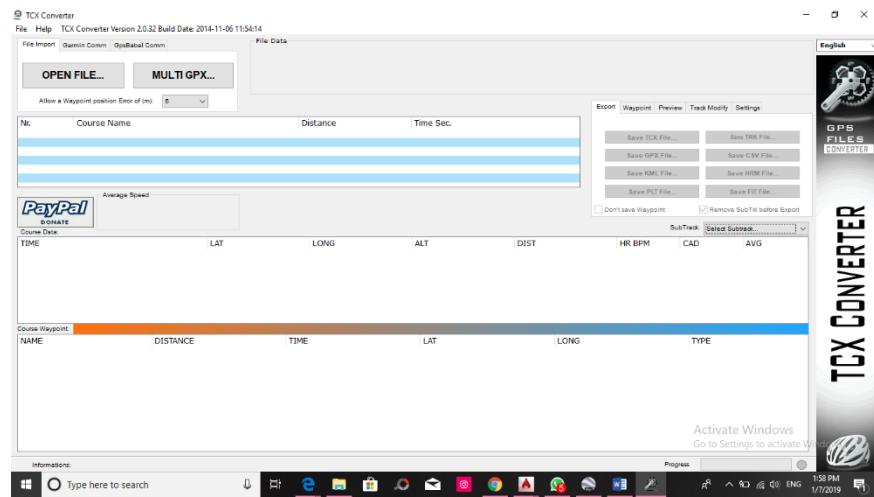
ekuipotensial gravitasi (geoid) dipakai menjadi pendefinisian tingkat nominal laut. Dengan kata lain dapat diartikan bahwa sistem tinggi yang digunakan oleh *Google Earth Pro* adalah sistem tinggi ellipsoid.

#### E. *TCX Converter*

Seperti kita ketahui, *Google Earth* merupakan peta digital yang menggunakan data elevasi dari USGS untuk memvisualisasikan beda tinggi yang ada pada permukaan bumi (Pratiwi, 2011). Data elevasi tersebut dapat di download langsung dari situs USGS. Namun bagaimana cara mengunduh garis kontur tersebut dari *Google Earth* sehingga bisa di ekspor ke *AutoCAD* dan digunakan sebagai acuan awal dalam sebuah perencanaan proyek? Disinilah kegunaan *TCX Converter*. Pengguna tidak diperlukan mengunduh data kontur dari *Google Earth*, namun *TCX Converter* yang akan melakukan pekerjaan tersebut.

Peran *TCX Converter* pada pekerjaan ini sangat penting, karena sebagian besar data titik koordinat diolah olehnya. Selain itu, *TCX Converter* juga mengkonversi hasil olahan datanya ke dalam format *file CSV*. *CSV* (*Comma Separated Values*) atau dalam Bahasa Indonesia berarti Nilai Batas Koma merupakan tipe *file* khusus yang dapat di edit di *Microsoft Excel*. *CSV* merupakan format data dalam basis data dimana setiap *record* dipisahkan dengan tanda koma (,) atau titik koma (;). Format ini merupakan format sederhana dan mudah dibuka pada berbagai *text-editor*. Namun, walaupun terlihat sederhana, kegunaan format *file* ini yang nantinya akan

membantu *Microsoft Excel* membaca data koordinat dan mengolahnya dengan baik.



**Gambar 9.** Tampilan TCX Converter  
Sumber : Aplikasi TCX Converter

#### F. Microsoft Excel 2016

Salah satu produk perangkat lunak keluaran *Microsoft* adalah *Microsoft Excel*, yang mana produk ini mampu melakukan pengolahan data berupa angka. Menurut Ihsan (2014), *Microsoft Excel* adalah sebuah program aplikasi lembar kerja spreadsheet yang dibuat oleh *Microsoft Corp.* untuk sistem operai *Microsoft Windows* dan *MAC OS*. Aplikasi ini juga memiliki fitur kalkulasi dan pembuatan grafik. *Microsoft Excel* didesain sebagai salah satu perangkat lunak cerdas yang mampu melakukan perhitungan bahkan dalam bentuk eksponensial dengan sangat cepat dan tepat. *Microsoft Excel* didesain dengan berbagai formula rumus sehingga bisa memecahkan masalah-masalah matematis yang sulit dan cukup lama

dikerjakan secara manual, seperti pemecahan program linear, matriks dan lain sebagainya.

Berdasarkan uraian di atas, Ihsan (2014) menyimpulkan bahwa *Microsoft Excel* adalah sebuah program untuk memanipulasi lembar kerja elektronis, yang terdiri dari lajur kolom dan lajur baris dan dapat dioperasikan untuk perhitungan, analisis dan pembuatan grafik. *Microsoft Excel* secara garis besar mengolah data menjadi dua, yaitu data numerik dan data karakter.

## **1. Data Numerik**

- (1) Seluruh angka merupakan data numerik karena dapat diolah secara aritmatik
- (2) Angka yang ditulis dalam bentuk Eksponensial, misal 2E6 artinya sama dengan 2000000
- (3) Angka tanggal diketik dengan format MM/DD/YY
- (4) Sedangkan angka jam diketik dengan format HH:MM:SS

## **2. Data Karakter**

- (1) Seluruh data yang dimulai dengan pengetikan huruf
- (2) Karakter non angka yang berdiri dengan angka, misal A123 atau 123B dan seluruhnya tidak bisa dioperasikan secara aritmatika.

*Microsoft Excel* mampu menyelesaikan berbagai macam keperluan administrasi dari yang paling sederhana hingga yang paling rumit. Susandra (2010) menyebutkan bahwa *Microsoft Excel* adalah program aplikasi *spreadsheet* yang memiliki fungsi untuk melakukan operasi perhitungan

serta dapat mempresentasikan data ke dalam bentuk tabel. Selaras dengan Susandra, Musyafa (2014) juga mengatakan bahwa *Microsoft Excel* merupakan sebuah bentuk *spreadsheet* yang dibuat dan didistribusikan oleh *Microsoft Corp* untuk system operasi *Microsoft Windows* dan *MacOS*, yang mana aplikasi ini memiliki fitur kalkulasi dan pembuatan grafik berupa pengolah angka.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	UNIX TIME	TIME	LAT	LONG	ALT	DIST	HR	CAD	TEMP	POWER											
2	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4419	895	0	0	0	No Data	No Data											
3	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4419	895	0.03996	0	0	No Data	No Data											
4	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4421	895	0.02742	0	0	No Data	No Data											
5	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4421	895	0.03353	0	0	No Data	No Data											
6	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4422	895	0.04098	0	0	No Data	No Data											
7	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4422	897	0.087945	0	0	No Data	No Data											
8	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4423	897	0.055204	0	0	No Data	No Data											
9	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4424	897	0.031953	0	0	No Data	No Data											
10	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4424	897	0.066485	0	0	No Data	No Data											
11	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4424	897	0.07109	0	0	No Data	No Data											
12	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4425	897	0.076903	0	0	No Data	No Data											
13	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4425	897	0.082589	0	0	No Data	No Data											
14	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4426	897	0.095641	0	0	No Data	No Data											
15	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4427	897	0.096237	0	0	No Data	No Data											
16	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4427	897	0.102814	0	0	No Data	No Data											
17	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4428	897	0.109845	0	0	No Data	No Data											
18	1.18e+09	2007-05-01	-7.00405	110.4428	897	0.113481	0	0	No Data	No Data											
19	1.18e+09	2007-05-01	-7.00404	110.4429	897	0.119184	0	0	No Data	No Data											
20	1.18e+09	2007-05-01	-7.00404	110.4429	897	0.126982	0	0	No Data	No Data											
21	1.18e+09	2007-05-01	-7.00404	110.443	897	0.130693	0	0	No Data	No Data											
22	1.18e+09	2007-05-01	-7.00404	110.443	873	0.135338	0	0	No Data	No Data											
23	1.18e+09	2007-05-01	-7.00404	110.4431	873	0.141055	0	0	No Data	No Data											

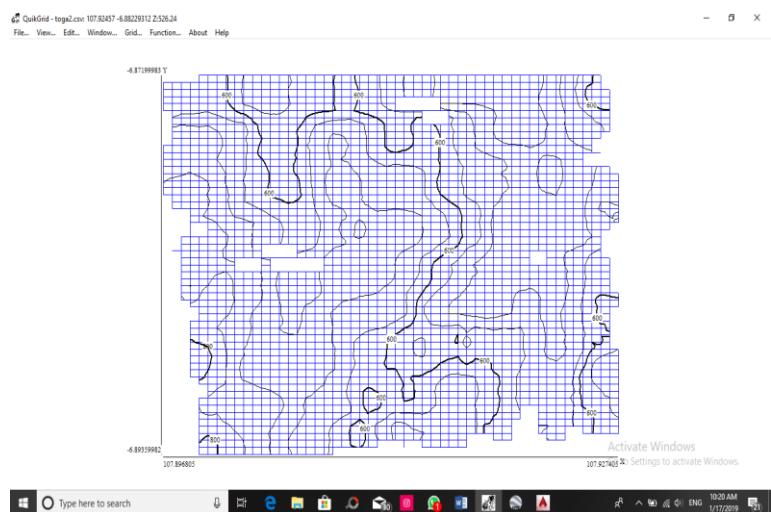
**Gambar 10.** Tampilan Microsoft Excel 2016

Sumber : Aplikasi Microsoft Excel 2016

Pada penelitian proyek akhir ini, kegunaan *Microsoft Excel* adalah menerima data-data titik koordinat dari *Google Earth Pro* yang telah dirubah format filenya ke dalam bentuk CSV oleh *TCX Converter*. Setelah data-data tersebut diterima oleh *Microsoft Excel*, dengan sendirinya *Microsoft Excel* akan mengolah titik-titik koordinat tersebut dengan cara membaca koding yang ada.

## G. *QuikGrid*

Ada banyak sekali aplikasi *converter* yang tersedia di jagat internet saat ini. Kebanyakan dari aplikasi-aplikasi tersebut biasanya adalah *converter file* dengan format PDF ke WORD atau sebaliknya. Sayangnya, hanya ada sedikit *converter file* dengan format lain seperti Format DWG, CSV, DFX dan lain sebagainya, sehingga sulit untuk ditemukan. Pada penelitian ini, dibutuhkan *converter* yang mampu mengkonversi jenis *file* dengan format CSV ke dalam bentuk DFX agar gambar dapat terbaca di *AutoCAD*. Dengan bantuan *QuikGrid*, hal tersebut bisa dengan mudah dilakukan. Kegunaan *QuikGrid* lainnya adalah dapat mengimplementasikan titik-titik koordinat yang telah diolah di *Microsoft Excel* menjadi bentuk garis-garis kontur yang kita inginkan. *QuikGrid* juga menampilkan angka-angka elevasi pada beberapa garis kontur sehingga dapat diketahui ketinggian dataran dari tiap-tiap sisi. Berikut ini adalah tampilan garis-garis kontur yang data titik koordinatnya sudah diolah di *Microsoft Excel*.



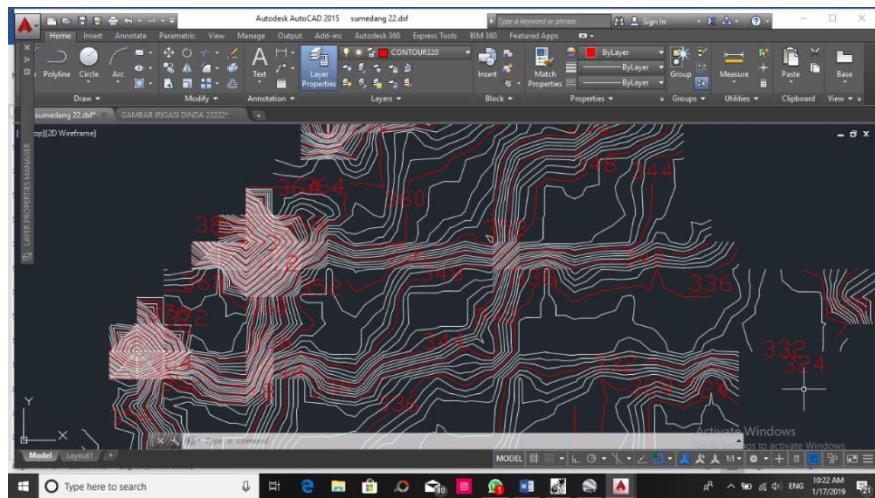
**Gambar 11.** Tampilan Garis Kontur Di *QuikGrid*  
*Sumber : Aplikasi QuikGrid*

## **H. AutoCAD 2015**

Program *AutoCAD* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mendesain gambar teknik, khususnya dalam pembuatan gambar desain arsitektur maupun konstruksi (Ashfahani dalam , 2016). Febrian dan Andayani (2002) menjelaskan bahwa *AutoCAD* adalah perangkat lunak untuk membuat desain gambar yang biasanya diolah menjurus kepada desain teknis, yang digunakan oleh para arsitektur dalam pembangunan konstruksi. *AutoCAD* atau biasa disebut *Computer Aided Design* (CAD) dirilis oleh *Autodesk Inc* sebagai salah satu cabang dari ilmu komputer grafis. Fungsi dan kegunaannya adalah sebagai alat bantu untuk merancang produk bagi perencana atau perancang dalam waktu yang relatif singkat dengan tingkat keakurasian yang tinggi (Chandra, 2002).

CAD menjadi salah satu aplikasi komputer yang pada dasarnya memanfaatkan keunggulan-keunggulan yang ada pada komputer itu sendiri, seperti perhitungan cepat dengan tingkat akurasi tinggi, menyimpan hasil pekerjaan dan dapat dipergunakan kembali di waktu mendatang, dapat mengedit dan membuat desain sesuai keinginan, dan masih banyak lagi keunggulan-keunggulan yang ditawarkan CAD. Karena banyak memiliki keunggulan, CAD menjadi salah satu aplikasi komputer paling populer di kalangan desainer suatu produk, khususnya dalam bidang industry dan rancang bangun. Bagi orang-orang yang berkecimpung di dunia teknik akan merasa bahwa keberadaan CAD sangat penting guna menunjang pekerjaan mereka, karena kemampuannya mengimplementasikan hasiln ide dan

pemikiran para desainer. Selain itu, kemudahan-kemudahan yang diberikan CAD sangat membantu dalam mempercepat pekerjaan. CAD pertama kali dirilis oleh *Autodesk Inc* pada tahun 1982, namun karena keterbatasan pada saat itu, penggunaan CAD belum tersebar luas dan merata.



**Gambar 12.** Tampilan AutoCAD 2015

Sumber : Aplikasi AutoCAD 2015

Baru setelah masuk era 2000an penggunaan CAD menjadi marak. Manfaatnya dalam bidang ketekniksipilan tidak bisa dibilang sedikit. Bisa dikatakan bahwa saat ini CAD menjadi salah satu sarana paling penting dan utama yang harus dimiliki dan dikuasai oleh orang-orang yang berkecimpung dalam dunia teknik sipil.

Pada proyek akhir ini, CAD digunakan sebagai media terakhir untuk mengolah garis kontur yang di dapatkan dari *Google Earth Pro*. Beberapa langkah *editing* akan dilakukan di CAD sehingga jika sudah selesai gambar dapat langsung digunakan sebagai acuan dalam suatu proyek.