

# SKRIPSI

## APLIKASI SURVEI UTILITAS UNTUK PEMBUATAN MODEL 3 DIMENSI DAN ANIMASI SIMULASI DAERAH GENANGAN

*Studi Kasus : Kecamatan Bojonegoro*



Disusun Oleh:

**Gyson Meihendra Widodo**

**08.25.908**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**

**MALANG**

**2012**

1971

APLIKASI SUKSES UTAMA UNTUK PERENCANAAN  
KEBERHASILAN DAN KEMAMPUAN BELAJAR  
MURAH MERAH : KEMAMPUAN BELAJAR



1971

1971  
1971

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
JALAN SUDIRMAN NO. 101  
JAKARTA 10115



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**APLIKASI SURVEI UTILITAS UNTUK PEMBUATAN MODEL 3 DIMENSI DAN  
ANIMASI SIMULASI DAERAH GENANGAN  
(STUDI KASUS : KECAMATAN BOJONEGORO)**

Telah Dipertahankan Di Hadapan Panitia Penguji Skripsi Jenjang Strata – 1 (S-1)

Pada Hari : Sabtu

Tanggal : 4 Februari 2012

Dan Diterima Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Memperoleh Gelar sarjana Teknik (ST)

Oleh :

**Gyson Meihendra Widodo**

**08.25.908**

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

Ir. Agus Darpono, MT

Sekretaris

Silvester Sari Sai, ST, MT

Anggota Penguji

Penguji I

Ir. Nurhadi, MT

Penguji II

D.K. Sunaryo, ST, MT

Penguji III

M. Edwin Tjahjadi, ST, M. Geom. Sc, PhD

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**APLIKASI SURVEI UTILITAS UNTUK PEMBUATAN MODEL 3 DIMENSI DAN  
ANIMASI SIMULASI DAERAH GENANGAN  
(STUDI KASUS : KECAMATAN BOJONEGORO)**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Mencapai  
Gelar sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang

Oleh :

**Gyson Meihendra Widodo**

**08.25.908**

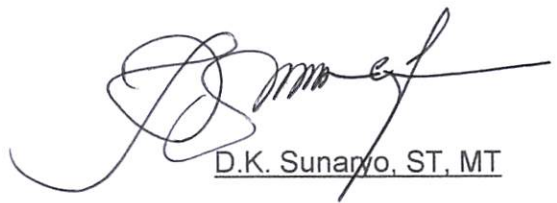
Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



Ir. Agus Darpono, MT

Dosen Pembimbing II



D.K. Sunarjo, ST, MT

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1



Ir. Agus Darpono, MT



**APLIKASI SURVEI UTILITAS UNTUK PEMBUATAN MODEL 3 DIMENSI DAN ANIMASI SIMULASI DAERAH GENANGAN (STUDI KASUS : KECAMATAN BOJONEGORO)**

Gyson Meihendra Widodo ( 08.25.908 )

Dosen Pembimbing I : Ir. Agus Darpono, MT.  
Dosen Pembimbing II : D.K. Sunaryo, ST, MT.

**Abstraksi**

Kota pada dasarnya merupakan desa yang berkembang, dan dalam perkembangannya, terjadi perubahan-perubahan baik fisik maupun sosial budaya masyarakatnya, hingga menjadikan kota lebih dinamis. Perkembangan suatu kota secara fisik, dicirikan oleh meningkatnya jumlah sarana dan prasarana dan infrastrukturnya yang secara langsung maupun tidak langsung terkait dengan berubahnya penggunaan tanah. Perubahan penggunaan tanah yang pada awalnya bersifat pedesaan, kini berubah menjadi wilayah urban (perkotaan). Dalam kaitannya dengan siklus hidrologi, memperlihatkan bahwa karakteristik tanah pedesaan, mampu mengendalikan proses sirkulasi hujan secara alamiah, karena daya dukung kemampuan tanah terhadap resapannya; berbeda dengan penggunaan tanah di perkotaan, karena padatnya bangunan pancang dan beton, hingga menyebabkan pengaturan air secara alamiah relatif terganggu dan dicirikan oleh besaran laju limpasan air, bahkan karena kurang mampunya daya tampung aliran (saluran drainase dan badan sungai), sering menyebabkan genangan (banjir).

Digital Elevation Model (DEM) merupakan bentuk penyajian ketinggian permukaan bumi secara digital. Dilihat dari distribusi titik yang mewakili bentuk permukaan bumi dapat dibedakan dalam bentuk teratur, semi teratur, dan acak. Sedangkan dilihat dari teknik pengumpulan datanya dapat dibedakan dalam pengukuran secara langsung pada objek (terestris), pengukuran pada model objek (fotogrametris), dan dari sumber data peta analog (digitasi). Teknik pembentukan DEM selain dari Terestris, Fotogrametris, dan Digitasi adalah dengan pengukuran pada model objek, dapat dilakukan seandainya dari citra yang dimiliki bisa direkonstruksikan dalam bentuk model stereo. Ini dapat diwujudkan jika tersedia sepasang citra yang mencakup wilayah yang sama.

Pengolahan data DEM dan analisis hidrologis dari hasil survei utilitas dapat digunakan untuk membuat simulasi daerah genangan di mana aplikasinya dapat digunakan untuk perencanaan pembangunan infrastruktur perkotaan dan juga jalur alternatif lalu lintas kota. Dengan penyajian melalui animasi 3 dimensi diharapkan dapat semakin memudahkan pengguna untuk membuat perencanaan untuk keperluan lebih lanjut

**Kata kunci :** Hidrologi, DEM, Survei Utilitas, Animasi Simulasi

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gyson Meihendra Widodo  
NIM : 08.25.908  
Program Studi : Teknik Geodesi S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul :

***APLIKASI SURVEI UTILITAS UNTUK PEMBUATAN MODEL 3 DIMENSI DAN  
ANIMASI SIMULASI DAERAH GENANGAN  
(STUDI KASUS : KECAMATAN BOJONEGORO)***

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 20 Februari 2012  
Yang Membuat Pernyataan

Gyson Meihendra Widodo



...butuh ratusan orang tua untuk bermimpi,  
tapi hanya butuh satu orang pemuda untuk mengubah dunia.. ( M.Hatta )

Segala puji syukur saya sembahkan kepada Allah SWT, atas limpahan rahmatNya sehingga saya bisa menyelesaikan kuliah (meski molor ☺)

.. **Mbak Kiiiky**,, **Mas Anaaaamm**!!! Aku lulusss ☺☺ hahahaa.. terima kasih buat semuanya,,dukungan, perhatian dan materi yang sudah diberikan selama ini dan seterusnya :p...

Hormat saya untuk **Bapak Mama** dan **Umi** ,matur nuwun sangeett sudah memberikan perhatiannya selama ini...

Buat adek-adekku, **Manda, Fira, Ferry, Sari, Ayu, Ranta** terus kejar mimpi kalian,,Allah pasti memberikan ruang bagi semua yang berusaha, we will never give up on u'rs...

Satu kecupan hangat untuk ibu guruku yang tercantik **Dyah Widya**,,meski langkahku tertahan, nafasku tercekat, dan asaku pernah rapuh...tapi yakinlah langkahku tetap akan untuk menggapai tanganmu..

Sampii2 Penghuni Pos Kenangan Terindah :D :D,,**Geomania MMVI !!!!!**

- ✓ Class Leader, sekaligus sahabatku yang paling super **Poema Priya Anandana**:thumbsup: makasi banyak buat semua bantuan selama masa2 kuliah..banyak jasamu buatku bro hahahh...tak doain besok jadi Kepala BPN :P :P,,tapi musti diet dulu :P
- ✓ Jendral **Abriyanto Nugroho** :D :D,,akhirnya bisa nyusul kamu jadi sarjana bro!!! Semoga bisa jadi yang terbaik buat kita ☺
- ✓ **Mamiq Arman Jayadi**,,keep on good work Sampii,,saya pamit lulus duluan yaa haha..jangan patah semangat..oke!!
- ✓ **Choenk Samsuel Bachri**,,jangan males sampii,,cepet selesain Ta-mu..biar besok bisa jadi direktur New Mount :D :D
- ✓ Mbah Haji Mesra **Eva Cahyo Saputro**,,ayoo mbah,,tinggal selangkah lagi jadi sarjana..jangan sampe gagal..okee!!!!
- ✓ **Datu Ahmad Yani** calon bupati Lombok Utara ☺ haha..semangat buat selesain kuliahmu Sampii,,jangan ngurusin kebun mente aja dirumah :o :o
- ✓ **David Carolus**,,infotainment berjalan..semoga sukses sama usahanya di tanah batak :D :D jangan lupa kasi kerjaan buat aku kalo uda sukses hihhi :D
- ✓ **Iwenk Seprianto** the Mas Boy :D :D,,ceeeepeet nyusul bro,,jangan cuma jadi juragan karet lho ya wan haha...kalo bisa jadi bos tambang di Kalimantan...
- ✓ **Kapten Kusno Ade Wahyudi**,,jangan jadi Bolang trus bro haha...cepet selesaikan studimu, sipp!!!!
- ✓ **Kaka Ava Duarte**,,sebagai tunas Bangsa Timor Leste anda dituntut untuk cepeeet pulaaanggg :D :D wkwkwkk..ayo bro diselesaikan tugasnya :D :D
- ✓ **Om Nando Claudio**,,jangan ngilang terus...ntar aku buatin kosan di ruang 41 lhoo ,,wkakakakk :D
- ✓ **Hindra Pujiyanto si Gembul**,,ayokk ngampusss...kalo keseringan petualang ntar tambah genduuut looh :D :D
- ✓ **Aripp** jangan patah semangat buat selesaikan studimu bro!!!
- ✓ **Aren Ugak** si gendut hehe,,cepet pulang ke kupang tuh,,perlu banyak insinyur lho disana heheh :P :P
- ✓ **Rina**,,semoga bisa sukses di Atambua,,punya klenheng gedeeeee banget :D :D
- ✓ **Mbak Hapen**,,semoga bahagia dengan keluarga yaaa ☺
- ✓ Buat **Trifonia**,,semoga cepet gabung juga yaa ☺
- ✓ **Eka, Adi, Danu, Ipank** dimana kalian berada,,semoga tambahhhh suksesss :D

Semoga kita semua bisa tetep kumpul walaupun tersebar dari ujung barat sampai ujung timur nusantara,,kenangan kita adalah abadi seperti persahabatan kita...**BRVAO GEOMANIA MMVI !!!!!**

Terima kasih untuk bapak boss sekaligus wali, sekaligus pembimbing **Bapak Ir. Agus Darpono, MT**. Yang sudah mengarahkan saya selama kuliah untuk menjadi seorang geodet sejati ☺

Buat adek2ku angkatan 2007 ( **yao, icho, idi, ipe, yudi, alvan**, dkk) jangan malas2,,cepet nyusul yah :D :D

Buat adek2ku yang paling lucu2 angkatan 2008 ( **be2x, ianz, dido, pras, goprak, udi, wawan, adit, hatta, eka, mulyawan, agung, tamrin, non, prillin, cici, osty, keng, rusly, goncang**, dll) tetep semangat buat kuliah yaaa!!!

Buat adek2ku angkatan 2009 ( **softwer, pendhoz, syl, vea**, dkk) tetep semangat ☺

Buat adek2ku angkatan 2010 ( **vey, andri, ida**, dkk) jangan males2 kuliahnya :D

Buat adek2 angkatan 2011, tetep semangat,,,perjuangan belum berakhir!!!!

Temen Geodesi sesama .90ers,,dari Poliban, UGM, Unes, Papua dll..**mbak Ikka, Dilla, Yuni, Wandu, Habibie, Ucay, Dito, Emma, mas Candra, pace Demas, pace Nasrul, pace Erick**, dll.. semoga sukses kedepannya n selalu talikan silaturahmi

Buat **mbak Milla** yang sudah nemenin masa2 galauku di Pusteg,,semoga tetep semangat dan diberi rejeki dan lancar jodoh

Special thanks buat kakak2ku **mas Sugi, mas Sugeng** n **Chenank** yang sudah memberikan pengalaman, ilmu dan persaudaraan selama ini,,terima kasih sudah jadi guru dan pendamping yang baik buatku ☺

Dan juga ucapan terima kasih yang sebesar2nya kepada keluarga besar **Ir. H. Gembong Priyosetyadji, MM**. yang sudah menjadi layaknya keluarga selama di Malang.

Buat eks Loremta **jumbo, anton, heru, ucup, eki**,,terima kasih sudah menjadi saudara2 yang baik buatku ☺

Ga lupa juga buat mas **Iwan Arsitek**,,animasinya keren haha..thank y mas :D

juga buat semua yang berperan serta selama kehidupan kuliahku,,saya mengucapkan terima kasih..sorry kalo tidak tercantumkan di atas hehe.. jangan pernah menyesali apa yang sudah diperbuat, jadikan sebagai cermin untuk masa depan yang lebih baik..kegagalan hanyalah keberhasilan yang tertunda..wassalam..

Best Regard  
Gyson Mei



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan karena atas limpahan rahmat dan bimbingan-Nyalah penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul "*Aplikasi Survei Utilitas Untuk Pembuatan Model 3 Dimensi dan Animasi Simulasi Daerah Genangan (Studi Kasus : Kecamatan Bojonegoro)*".

Skripsi disampaikan dengan penyajian yang bersifat teknis dan menuangkan informasi bagaimana data survei utilitas dapat membangun model 3 dimensi dan animasi simulasi daerah genangan di Kecamatan Bojonegoro.

Skripsi ini merupakan syarat untuk mencapai gelar sarjana pada jurusan Teknik Geodesi Geoinformatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dengan selesainya penyusunan skripsi ini, penyusun menyadari sepenuhnya bahwa tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan serta arahan dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penyusun berterima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

- Ir. Agus Darpono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Dosen Wali serta Dosen Pembimbing Skripsi I
- D.K. Sunaryo, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing Skripsi II
- Teman – teman geodesi, khususnya angkatan 2006 serta semua pihak yang telah membantu penyusunan Skripsi.

Penyusun juga menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap saran dan masukannya.

Malang, Februari 2012

Penyusun

## DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
<b>LEMBAR JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAKSI .....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I. Pendahuluan</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	2
1.3 Faedah Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tinjauan Pustaka .....	3
<b>Bab II. Dasar Teori</b>	
2.1. Definisi DEM .....	6
2.2. Jenis DEM.....	7
2.2.1 DEM Irregular.....	8
2.2.2 DEM Regular .....	9
2.3. Representasi DEM.....	11
2.3.1 Garis Kontur.....	11
2.3.2 Grids.....	12
2.3.3 TIN .....	14
2.4. Metode Pengukuran DEM .....	15
2.5. Aplikasi Penggunaan DEM.....	19
2.6. Pengertian Genangan .....	20
2.7. Analisis Hidrologi .....	21
2.7.1 Data Curah Hujan .....	21
2.7.2 Periode Ulang Hujan .....	22
2.7.3 Limpasan Air Hujan .....	22
2.7.4 Air Buangan .....	26
2.7.5 Debit Genangan.....	26
2.8. Kartografi .....	27



2.9.	Autodesk 3DS Max.....	32
2.9.1	Pengenalan.....	32
2.9.2	Penggunaan Base dan Bidang Penggunaan Utama.....	32
2.9.3	Produk Terkait .....	33
2.9.4	3ds Max Modelling.....	33
2.9.5	Scripting.....	34
2.9.6	Interoperabilitas .....	34

**Bab III. Metodologi Penelitian**

3.1	Peralatan Penelitian.....	35
3.1.1.	Software yang digunakan.....	35
3.1.2.	Hardware yang digunakan .....	35
3.1.3.	Bahan Penelitian .....	36
3.2	Metodologi Penelitian .....	36
3.2.1.	Metode Pengumpulan Data .....	36
3.2.2.	Metode Laboratorium .....	36
3.2.3.	Metode Lapangan.....	37
3.3	Alur Penelitian.....	38
3.3.1.	Persiapan Data Spasial.....	39
3.3.1.1.	Rektivikasi Peta RBI.....	39
3.3.1.2.	Proses Digitasi Peta RBI Skala 1 : 25.000 .....	44
3.3.1.3.	Survei Utilitas dan Analisis Hidrologi .....	55
3.3.1.4.	Pembuatan Model Permukaan Digital .....	56
3.3.1.5.	Pembuatan Animasi Simulasi Daerah Genangan .....	63

**Bab IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

4.1.	Ekstraksi DEM dari Data Kontur Kecamatan Bojonegoro.....	79
4.2.	Model 3 Dimensi Daerah Potensi Genangan .....	81
4.3.	Hasil Survey Utilitas Titik – Titik Genangan.....	83
4.4.	Analisis Hidrologis Hasil Survei Utilitas.....	85
4.5.	Hasil Animasi Simulasi 3D Daerah Genangan.....	88
4.6.	Pembahasan.....	90

**Bab V. Kesimpulan dan Saran**

5.1.	Kesimpulan.....	93
5.2.	Saran .....	94

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xii</b>
-----------------------------	------------

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>xiii</b>
----------------------	-------------

## DAFTAR GAMBAR

	<u>Halaman</u>
<b>Gambar 2.1. Peta Kontur.....</b>	<b>11</b>
<b>Gambar 2.2. Grids.....</b>	<b>13</b>
<b>Gambar 2.3. TIN .....</b>	<b>14</b>
<b>Gambar 2.4. Pemotretan Udara.....</b>	<b>16</b>
<b>Gambar 2.5. Penginderaan Jauh .....</b>	<b>17</b>
<b>Gambar 2.6. Survei Bathymetri.....</b>	<b>18</b>
<b>Gambar 3.1 Tampilan awal Global Mapper.....</b>	<b>40</b>
<b>Gambar 3.2 Kotak Dialog Open File .....</b>	<b>40</b>
<b>Gambar 3.3 Kotak Dialog Image Rectifier.....</b>	<b>40</b>
<b>Gambar 3.4 Kotak Dialog Select Control Point Projection .....</b>	<b>41</b>
<b>Gambar 3.5 Titik – titik koordinat acuan .....</b>	<b>41</b>
<b>Gambar 3.6 Tampilan GCP Entry.....</b>	<b>42</b>
<b>Gambar 3.7. Hasil Rektifikasi .....</b>	<b>43</b>
<b>Gambar 3.8 Tampilan Menu Save As .....</b>	<b>43</b>
<b>Gambar 3.8 Tampilan awal AutoCAD .....</b>	<b>44</b>
<b>Gambar 3.9 Kotak Dialog Insert.....</b>	<b>44</b>
<b>Gambar 3.10 Kotak Dialog Select Image File .....</b>	<b>45</b>
<b>Gambar 3.11 Tampilan Menu Layer Propertis Manager.....</b>	<b>45</b>
<b>Gambar 3.12 Memilih Objek pada Layer .....</b>	<b>46</b>
<b>Gambar 3.13 Menggunakan Polyline.....</b>	<b>46</b>
<b>Gambar 3.14 Tampilan Command pada Polyline.....</b>	<b>47</b>
<b>Gambar 3.15 Endpoint dan Osnap .....</b>	<b>47</b>
<b>Gambar 3.16 Command Zoom .....</b>	<b>48</b>
<b>Gambar 3.17 Menu Move .....</b>	<b>48</b>
<b>Gambar 3.18 Objek yang sedang di Move.....</b>	<b>49</b>
<b>Gambar 3.19 Perintah menggunakan Copy.....</b>	<b>50</b>

<b>Gambar 3.20 Turn a layer On or Off .....</b>	<b>50</b>
<b>Gambar 3.21 Digit Batas Wilayah .....</b>	<b>51</b>
<b>Gambar 3.22 Digit Jalan.....</b>	<b>51</b>
<b>Gambar 3.23 Digit Kontur Mayor dan Minor.....</b>	<b>52</b>
<b>Gambar 3.24 Kotak Dialog Properties.....</b>	<b>53</b>
<b>Gambar 3.25 Digit Pemukiman dan Sawah .....</b>	<b>53</b>
<b>Gambar 3.26 Membuka Data di AutoCAD 2004.....</b>	<b>56</b>
<b>Gambar 3.27 Kotak Dialog Trim Objects As Boundary.....</b>	<b>57</b>
<b>Gambar 3.28 Kotak Dialog Peringatan Autodesk Map Confirmation .....</b>	<b>57</b>
<b>Gambar 3.29 Mode Isometric .....</b>	<b>58</b>
<b>Gambar 3.30 Tampilan Mode Isometric .....</b>	<b>58</b>
<b>Gambar 3.31 Tampilan 3D Orbit.....</b>	<b>59</b>
<b>Gambar 3.32 Memilih Dataset Polyline .....</b>	<b>59</b>
<b>Gambar 3.33 Tampilan Dataset Polyline.....</b>	<b>60</b>
<b>Gambar 3.34 Create TIN.....</b>	<b>60</b>
<b>Gambar 3.35 Create TIN from Feature.....</b>	<b>60</b>
<b>Gambar 3.36 Hasil tampilan TIN dari proses Create TIN from Feature.....</b>	<b>61</b>
<b>Gambar 3.37 Convert TIN to Raster.....</b>	<b>61</b>
<b>Gambar 3.38 Dialog BoxConvert TIN to Raster .....</b>	<b>62</b>
<b>Gambar 3.39 Melihat Informasi Resolusi Raster .....</b>	<b>62</b>
<b>Gambar 3.40 Layer Raster Berwarna .....</b>	<b>63</b>
<b>Gambar 3.41 List Tool AutoCAD 2009.....</b>	<b>63</b>
<b>Gambar 3.42 Garis Polyline.....</b>	<b>64</b>
<b>Gambar 3.43 Bentuk Trotoar.....</b>	<b>64</b>
<b>Gambar 3.44 Extrude Bentuk Trotoar .....</b>	<b>65</b>
<b>Gambar 3.45 Lingkaran Pada Bentuk Trotoar .....</b>	<b>65</b>
<b>Gambar 3.46 Extrude Lingkaran .....</b>	<b>66</b>
<b>Gambar 3.47 Melubangi Sisi Trotoar.....</b>	<b>66</b>

<b>Gambar 3.48 Kerangka Bangunan.....</b>	<b>67</b>
<b>Gambar 3.49 Offset Kerangka Bangunan .....</b>	<b>68</b>
<b>Gambar 3.50 Extrude Kerangka Bangunan.....</b>	<b>68</b>
<b>Gambar 3.51 Substract Kerangka Bangunan.....</b>	<b>69</b>
<b>Gambar 3.52 Bentukan Atap Bangunan .....</b>	<b>69</b>
<b>Gambar 3.53 Exctrude Atap Bangunan.....</b>	<b>70</b>
<b>Gambar 3.54 Susunan Layer Object 3 Dimensi .....</b>	<b>71</b>
<b>Gambar 3.55 Material Editor.....</b>	<b>71</b>
<b>Gambar 3.56 Pilihan Material .....</b>	<b>72</b>
<b>Gambar 3.57 Kotak Dialog Standart Primitive .....</b>	<b>73</b>
<b>Gambar 3.58 Kotak Dialog Modify.....</b>	<b>73</b>
<b>Gambar 3.59 Kotak Dialog Plane.....</b>	<b>74</b>
<b>Gambar 3.60 Pilihan Noise.....</b>	<b>75</b>
<b>Gambar 3.61 Kotak Dialog Noise Parameter.....</b>	<b>75</b>
<b>Gambar 3.62 Opsi Light.....</b>	<b>76</b>
<b>Gambar 3.63 Pengaturan Pencahayaan.....</b>	<b>76</b>
<b>Gambar 3.64 Pengaturan Waktu Frame.....</b>	<b>77</b>
<b>Gambar 3.65 Pilihan Render.....</b>	<b>78</b>
<b>Gambar 4.1 Garis Kontur Hasil Ekstraksi Dari Citra ASTER G-DEM.....</b>	<b>79</b>
<b>Gambar 4.2 Permukaan Digital Data Kontur .....</b>	<b>80</b>
<b>Gambar 4.3 Hasil Overlay Raster Surface Dengan Peta Garis Kecamatan Bojonegoro .....</b>	<b>80</b>
<b>Gambar 4.4 Titik – Titik Genangan Di Kecamatan Bojonegoro .....</b>	<b>82</b>
<b>Gambar 4.5 Peta Daerah Genangan Kecamatan Kota Bojonegoro.....</b>	<b>82</b>
<b>Gambar 4.5 Profil Memanjang Daerah Genangan .....</b>	<b>85</b>
<b>Gambar 4.6 Profil Melintang Daerah Genangan .....</b>	<b>86</b>
<b>Gambar 4.7 Animasi Simulasi 3D Titik Genangan.....</b>	<b>88</b>
<b>Gambar 4.8 Animasi Simulasi 3D Titik Genangan.....</b>	<b>89</b>
<b>Gambar 4.9 Animasi Simulasi 3D Titik Genangan.....</b>	<b>89</b>

## DAFTAR TABEL

	<u>Halaman</u>
<b>Tabel 4.1 Daerah Genangan Air Limpasan Drainase Kota Bojonegoro.....</b>	<b>81</b>
<b>Tabel 4.2 Profil Saluran Daerah Genangan Kec. Bojonegoro .....</b>	<b>83</b>
<b>Tabel 4.3 Profil Jalan Daerah Genangan Kec. Bojonegoro .....</b>	<b>84</b>
<b>Tabel 4.4. Hasil Survei Utilitas .....</b>	<b>85</b>



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kota pada dasarnya merupakan desa yang berkembang, dan dalam perkembangannya, terjadi perubahan-perubahan baik fisik maupun sosial budaya masyarakatnya, hingga menjadikan kota lebih dinamis. Kota sering diartikan sebagai keseluruhan unsur-unsur bangunan, jalan dan sejumlah manusia di suatu tempat tertentu, kesatuan dari keseluruhan unsur-unsur tersebut, pada akhirnya akan menentukan corak terhadap manusianya. Perkembangan suatu kota secara fisik, dicirikan oleh meningkatnya jumlah sarana dan prasarana dan infrastrukturnya yang secara langsung maupun tidak langsung terkait dengan berubahnya penggunaan tanah. Perubahan penggunaan tanah yang pada awalnya bersifat pedesaan, kini berubah menjadi wilayah urban (perkotaan). Dalam kaitannya dengan siklus hidrologi, memperlihatkan bahwa karakteristik tanah pedesaan, mampu mengendalikan proses sirkulasi hujan secara alamiah, karena daya dukung kemampuan tanah terhadap resapannya, berbeda dengan penggunaan tanah di perkotaan, karena padatnya bangunan pancang dan beton, hingga menyebabkan pengaturan air secara alamiah relatif terganggu dan dicirikan oleh besaran laju limpasan air, bahkan karena kurang mampunya daya tampung aliran (saluran drainase dan badan sungai), sering menyebabkan genangan (banjir). Kota-kota di Indonesia pada umumnya terletak pada wilayah dataran banjir, baik di pinggir sungai maupun ditepi pantai. Pembangunan pemukiman pada wilayah-wilayah dataran banjir, secara ekonomis cukup memberikan rangsangan keminatan bagi penghuninya; selain hamparannya relatif datar, tanahnya subur, dan harganya relatif terjangkau. Namun demikian

lokasi pemukiman yang cukup strategis serta secara ekonomis sering memiliki resiko besar terhadap genangan (banjir). Hal ini mengingat bahwa pemilihan lokasi lebih cenderung pada kantong-kantong air, atau lahan basah yang dialih fungsikan menjadi kompleks-komplek pemukiman. Oleh karena itu banjir tidak selayaknya hanya dilihat dari sisi bencana yang terjadi, akan tetapi akan lebih arif apabila ditinjau dari keruangan alamiahnya; bahkan akan lebih menjamin kenyamanan lingkungan apabila dipertimbangkan dari faktor-faktor lingkungan dalam suatu hamparan daerah aliran sungai (DAS).

## **1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian**

### **1.2.1. Maksud Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah mengetahui daerah berpotensi genangan di Kabupaten Bojonegoro khususnya Kecamatan Kota Bojonegoro menggunakan aplikasi Survey Utilitas.

### **1.2.2. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat Model 3 Dimensi Daerah Potensi Genangan di Kecamatan Kota Bojonegoro.
2. Membuat Animasi Simulasi 3 Dimensi Genangan di Kecamatan Kota Bojonegoro.

## **1.3. Faedah Penelitian**

Adapun faedah dari penelitian ini adalah :

1. Masyarakat sekitar dapat melakukan pencegahan banjir/genangan dan melakukan dan kesiap siagaan apabila terjadi banjir/genangan.
2. Memberikan informasi berkaitan dengan pengaruh bajir/genangan terhadap jalur transportasi di daerah yang berpotensi.

3. Untuk rekomendasi pembangunan infrastruktur di daerah berpotensi banjir/genangan sehingga dapat diminimalisir.

#### 1.4. Batasan Masalah

1. Penelitian ini difokuskan pada pembangunan Model Permukaan Digital dari hasil survey utilitas untuk penentuan daerah potensi genangan.
2. Pada penelitian ini juga dilakukan survey utilitas daerah sekitar titik – titik yang berpotensi terjadi banjir/genangan.
3. Pembuatan Animasi 3 Dimensi dibuat dengan *Autodesk 3DS Max 2010*.
4. Parameter yang dipergunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan, periode ulang hujan, dan limpasan air hujan.

#### 1.5. Tinjauan Pustaka

Model Permukaan Digital merupakan istilah umum yang digunakan untuk menjelaskan suatu proses menyajikan permukaan nyata atau tiruan secara matematis. Pemodelan permukaan bumi merupakan kategori khusus dari pemodelan permukaan yang berkaitan dengan problem khusus untuk menyajikan bentuk permukaan bumi (*Djurdjani, 1999*).

Model permukaan digital dapat juga dinyatakan sebagai representasi statistik dari permukaan topografi bumi yang kontinu dengan data pasangan koordinat X,Y,Z dalam jumlah yang besar dalam satu sistem koordinat (*Miller and Laflamme, 1958*).

Siklus air atau siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi.



Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontinyu dalam tiga cara yang berbeda:

- Evaporasi / transpirasi - Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dsb. kemudian akan menguap ke angkasa (atmosfer) dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu akan menjadi titik-titik air yang selanjutnya akan turun (*precipitation*) dalam bentuk hujan, salju, es.
- Infiltrasi / Perkolasi ke dalam tanah - Air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal dibawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.
- Air Permukaan - Air bergerak diatas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau; makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut.

Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang membentuk sistem

Daerah Aliran Sungai (DAS).Jumlah air di bumi secara keseluruhan relatif tetap, yang berubah adalah wujud dan tempatnya.



## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2.1. Definisi DEM (*Digital Elevation Model*)

*Digital Elevation Model* (DEM) merupakan bentuk penyajian ketinggian permukaan bumi secara digital. Dilihat dari distribusi titik yang mewakili bentuk permukaan bumi dapat dibedakan dalam bentuk teratur, semi teratur, dan acak. Sedangkan dilihat dari teknik pengumpulan datanya dapat dibedakan dalam pengukuran secara langsung pada objek (terestris), pengukuran pada model objek (fotogrametris), dan dari sumber data peta analog (digitasi). Teknik pembentukan DEM selain dari Terestris, Fotogrametris, dan Digitasi adalah dengan pengukuran pada model objek, dapat dilakukan seandainya dari citra yang dimiliki bisa direkonstruksikan dalam bentuk model stereo. Ini dapat diwujudkan jika tersedia sepasang citra yang mencakup wilayah yang sama.

##### 2.1.1 beberapa definisi tentang DEM, yaitu :

- “DEM adalah teknik penyimpanan data tentang topografi suatu *terrain*. Suatu DEM merupakan penyajian koordinat (X, Y, H) dari titik-titik secara digital, yang mewakili bentuk topografi suatu *terrain*.” [Dipokusumo dkk, 1983]
- “*Digital Elevation Model* (DEM) adalah representasi statistik permukaan tanah yang kontinyu dari titik-titik yang diketahui koordinat X, Y, dan Z nya pada suatu sistem koordinat tertentu.” [Petrie dan Kennie, 1991]

- “DTM/DEM adalah suatu set pengukuran ketinggian dari titik-titik yang tersebar di permukaan tanah. Digunakan untuk analisis topografi daerah tersebut.” [Aronoff, 1991]
- “DEM adalah suatu basis data dengan koordinat X, Y, Z, digunakan untuk merepresentasikan permukaan tanah secara digital.” [Kingston Centre for GIS, 2002]

Dari beberapa definisi di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa semua definisi tersebut merujuk pada pemodelan permukaan bumi ke dalam suatu model digital permukaan tanah tiga dimensi dari titik-titik yang mewakili permukaan tanah tersebut.

DEM terbentuk dari titik-titik yang memiliki nilai koordinat 3D (X, Y, Z). Permukaan tanah dimodelkan dengan memecah area menjadi bidang-bidang yang terhubung satu sama lain dimana bidang-bidang tersebut terbentuk oleh titik-titik pembentuk DEM. Titik-titik tersebut dapat berupa titik *sample* permukaan tanah atau titik hasil *interpolasi* atau *ekstrapolasi* titik-titik *sample*. Titik-titik *sample* merupakan titik-titik yang didapat dari hasil *sampling* permukaan bumi, yaitu pekerjaan pengukuran atau pengambilan data ketinggian titik-titik yang dianggap dapat mewakili relief permukaan tanah. Data *sampling* titik-titik tersebut kemudian diolah hingga didapat koordinat titik-titik *sample*.

## 2.2. Jenis DEM

Untuk mempresentasikan suatu model permukaan digital, distribusi titik – titik data yang bersangkutan juga diperlukan. Titik data ini harus berjumlah cukup dan distribusi (kerapatannya) sesuai dengan detil permukaan yang akan direpresentasikan – spesifikasi output perlu dipertimbangkan pada saat

pengambilan (sampling atau pengukuran) datanya. Sehubungan dengan hal ini, pola dari pengambilan titik data DEM dapat dikelompokkan menjadi 2 jenis.

### **2.2.1. DEM Irregular.**

Pada DEM Irregular, titik – titik data dipilih (cenderung secara subjektif) oleh pengamat berdasarkan prioritas objek atau unsur di dalam pandangan visualnya. Titik – titik data yang diambil cenderung merupakan titik – titik yang menggambarkan perubahan permukaan bumi (topografi). Kemudian titik – titik data ini dicatat atau direkam ke dalam suatu media yang bisa dibaca dan dituliskan kembali oleh peripheral milik sistem komputer. Jika diperhatikan dan kemudian di-plot, maka akan nampak bahwa koordinat planimetris titik – titik yang terekam beserta jarak – jarak antara satu sama lainnya tidak memiliki keteraturan atau pola – pola tertentu.

#### **2.2.1.1. DEM Acak**

Contoh pertama dari DEM *irregular* adalah DEM acak. Pada umumnya DEM seperti ini dapat didapat secara langsung dari hasil pengukuran di lapangan atau survey teristris sebagaimana halnya pembuatan peta situasi berkontur. Pada DEM ini, antara titik – titik sample (koordinat – koordinat definitif) kemungkinan tidak terdapat selang atau jarak yang teratur. Selain itu pada kasus survey teristris, surveyor tidak terlalu memfokuskan diri pada jarak di antara titik sampelnya. Yang paling di fokuskan atas dasar kemampuan visualnya dalam melihat dan memilih unsur – unsur adalah pengambilan titik – titik sample yang

sekiranya merupakan titik – titik di mana perubahan bentuk topografinya cukup menonjol dan bersifat representatif (*significant features*) atau titik – titik di mana perubahan dimulai.

#### **2.2.1.2. DEM Kontur**

DEM kontur juga termasuk dalam jenis DEM irregular karena tidak memiliki keteraturan jika dilihat dari sebaran planimetrisnya (jarak titik sample tidak memiliki keteraturan jarak satu sama lainnya). Sebaran planimetris DEM ini, pada kenyataannya merupakan susunan koordinat (*absis, ordinat*) di sepanjang garis kontur terkait. Susunan koordinat ini dihasilkan dari proses atau prosedur sampling dimana titik – titik tersebut memiliki nilai (bacaan) ketinggian (*z*) yang diatur sama besar (konstan atau tertentu).

#### **2.2.2. DEM Regular**

DEM regular adalah DEM yang (paling tidak) memiliki sebuah komponen planimetris (baik ke arah absis atau ordinat atau bahkan keduanya) dengan pola keteraturan jarak tertentu.

##### **2.2.2.1. DEM Grid**

Contoh yang nyata dari DEM regular adalah DEM Grid. Pada DEM grid, posisi planimetris titik – titik sampelnya memiliki jarak yang sama antara titik – titik yang bersebelahan. Pada umumnya, DEM ini memiliki interval absis dan ordinat yang nilainya sama atau konstan (membentuk geometri bujur sangkar).



DEM grid memiliki keteraturan dalam jarak ke arah absis dan ordinat.

#### **2.2.2.2. DEM Rectangular**

DEM rectangular juga merupakan DEM jenis regular. DTM ini sangat mirip dengan DTM grid. Hanya saja, interval atau jarak ke arah absis dan ordinatnya tidak sama. Akibatnya, titik – titik sampelnya membentuk geometri empat persegi panjang. DEM *rectangular* memiliki keteraturan dalam jarak ke absis dan ordinat.

#### **2.2.2.3. DEM Tringangular**

Dalam halnya membentuk geometri tertentu, DEM triangular juga mirip dengan grid dan *rectangular*. Hanya saja, DEM *triangular* membentuk geometri segitiga (sama sisi atau sama kaki asal konsisten). Pada DEM triangular, sebaran planimetris titik – titik sampelnya menggambarkan keteraturan tertentu pada jarak atau interval minimal salah satu komponen koordinatnya.

#### **2.2.2.4. DEM Profil**

DTM profil terdiri dari susunan koordinat titik – titik yang merepresentasikan profil tertentu. Pada DEM ini, jarak atau interval salah satu komponen koordinatnya (absis atau ordinat) akan sama (regular). Pada umumnya, DEM jenis ini dihasilkan dari suatu proses *scanning* model foto dalam arah absis atau ordinat. Walaupun demikian, untuk menghemat memori



penyimpanan, pada umumnya titik – titik *sample* yang direkam merupakan titik – titik yang merepresentasikan perubahan ketinggian atau kemiringan permukaan yang bersangkutan.

### 2.3. Representasi DEM

Pada umumnya, DEM disajikan dengan menggunakan tiga metode, garis kontur, grids, atau raster grids (matrik titik – titik ketinggian seperti halnya DEM atau citra satelit), dan TIN

#### 2.3.1. Garis Kontur

Garis kontur atau *isoline* adalah garis – garis khayal yang menghubungkan titik – titik yang memiliki nilai ketinggian yang sama. Metode ini merupakan bentuk representasi yang paling familiar untuk permukaan tanah, baik dalam format analog maupun digital. Peta – peta garis kontur dengan interval tertentu ini banyak tersedia dalam skala yang sangat bervariasi.



Gambar 2.1. Peta Kontur

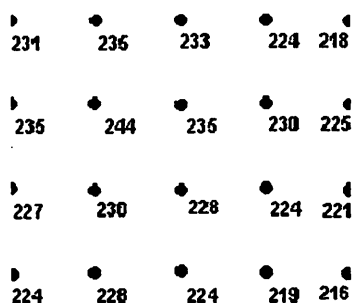
Akurasi garis kontur ini akan bergantung pada jenis data yang menjadi masukannya, primer atau turunan. Jika garis kontur ini didapatkan secara langsung dari pengolahan foto udara sebagai data

primer dengan menggunakan perangkat *stereo plotter*, maka akurasi garis – garis konturnya akan sangat tinggi. Sementara jika garis kontur ini dibuat dari titik – titik data  $(x,y,z)$ , maka posisi garis – garis kontur harus diinterpolasikan dari titik – titik data tersebut. Walaupun demikian, bentuk representasi permukaan dalam bentuk garis – garis kontur ini memiliki suatu “kelemahan”, yaitu permukaan yang bersangkutan hanya disajikan di sepanjang garis – garis *isoline* tersebut. Sementara anomali yang terdapat diantara garis – garis kontur tersebut tidak dapat diperlihatkan . ketika disajikan dalam bentuk *hardcopy*, setiap garis kontur digambarkan sebagai garis kontinyu yang mengikuti interval kontur di sepanjang permukaan. Setiap garis kontur ini secara teoritis terdiri dari titik – titik sample yang jumlahnya tidak terbatas. Walaupun demikian, ketika seseorang mendijitasi peta kontur untuk menghasilkan DEM, garis – garis ini di sampling kan (didigitasi sedemikian rupa) sehingga system komputernya dapat menyimpan semua titik yang terdapat di sepanjang garis – garis yang bersangkutan. Oleh karena itu, pada umumnya, seorang operator hanya akan mendigitasi atau memilih titik – titik (*verteks*) yang dianggap sudah representatif.

### 2.3.2. Grids

*Grids* (terkadang disebut juga sebagai *grid* atau *raster grids*) merupakan struktur matriks yang digunakan untuk merekam relasi – relasi topologi yang terdapat di antara titik – titik data secara implisit. Tetapi karena struktur data *grids* ini serupa dengan struktur penyimpanan *array computer digital*, maka penanganan matriks data ketinggiannya sangatlah sederhana. Selain itu, sebagai konsekuensi lain dari struktur ini, algoritma

– algoritma yang terkait dengan permodelan DTM yang berbasis grid cenderung bersifat “*straight forward*”. Meskipun demikian, di lain pihak, kerapatan grid – grid regular ini nampaknya belum dapat diadaptasikan secara penuh untuk memenuhi kompleksitas relief permukaan bumi. Oleh karena itu, diperlukan sejumlah besar titik – titik data untuk menyajikan permukaan tanah dengan tingkat akurasi yang diinginkan. Sebagai ilustrasi, berikut adalah contoh atau gambaran struktur umum (blok data) yang dimiliki oleh grids (kasus matrik nilai – nilai ketinggian). Perbedaan yang muncul di dalam setiap spesifikasi atau deskripsi format DEM *raster-based (software specified)* pada umumnya terletak pada detail *header* beserta jumlah dan jenis *item* (parameter) yang terdapat di dalamnya.



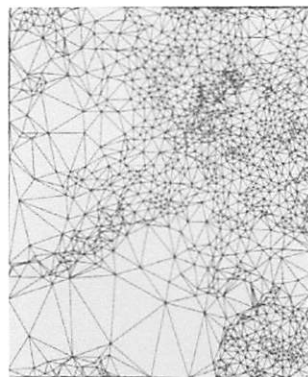
Gambar 2.2. Grids

Di dalam konteks DEM grids, sering pula digunakan *terminology lattice* untuk merujuknya, yaitu implementasi permukaan grids yang disajikan oleh sejumlah titik sample yang berukuran sama (*equally spaced*) yang direferensikan terhadap titik awal yang sama dan jarak sampling konstan yang sama pula dalam arah absis (x) dan ordinat (y). Setiap *mesh point* (grid atau pixel) ini berisi nilai ketinggian (z) untuk lokasi yang bersangkutan yang merujuk pada nilai dasarnya. Sementara itu, nilai – nilai ketinggian permukaan untuk lokasi – lokasi yang terletak di

antara *mesh point* (milik *lattice* yang bersangkutan) dapat ditaksir dengan menginterpolasikan beberapa nilai ketinggian milik *mesh point* yang bersebelahan.

### 2.3.3. TIN

TIN (*Triangulated Irregular Network*) merupakan suatu model *alternative* bagi DEM atau DEM *raster grids* biasa. Model yang pertama kali di kembangkan di awal tahun 1970-an ini merupakan cara yang sederhana dalam membangun sebuah permukaan digital dari sekumpulan titik – titik data yang terdistribusi secara tidak teratur. Model ini sangat menarik karena kesederhanaannya dan sifat ekonomisnya. Oleh karena itu, beberapa *prototype* paket program aplikasi *countouring* yang bermunculan pada tahun 1980-an menggunakan TIN sebagai model permukaan digital.



Gambar 2.3. TIN

Titik – titik *sample* yang terdistribusikan secara tidak teratur ini dapat digunakan untuk merepresentasikan permukaan tanah dengan menggunakan titik *sample* yang lebih besar (rapat) untuk wilayah dengan detail yang banyak dan bervariasi, dan jumlah titik *sample* yang lebih kecil untuk area dengan jumlah detail yang minim. Oleh karena itu, *sample*

ruang tidak teratur seperti ini lebih efisien daripada sample teratur (seperti halnya *raster grid*) dalam merepresentasikan sebuah permukaan. Pada model TIN ini, setiap titik *sample* yang bersebelahan dihubungkan satu sama lain dengan garis – garis untuk membentuk geometri segitiga – segitiga bebas tapi *non-overlapping*. Di dalam setiap segitiga ini, permukaan yang bersangkutan diwakili oleh bidang datar.

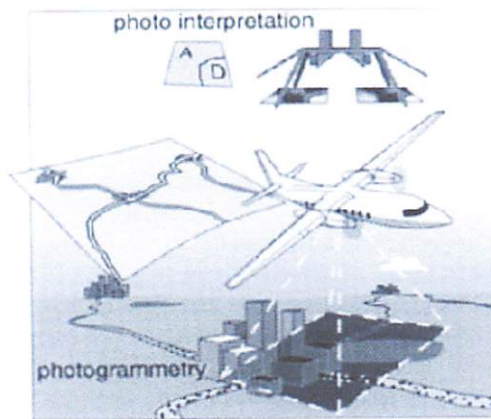
Dengan memanfaatkan bentuk segitiga – segitiga ini, setiap keping mozaik (bidang datar segitiga) permukaan dipastikan akan pas dengan yang bersebelahan. Oleh karena itu, bentuk permukaannya akan kontinyu – setiap permukaan segitiga didefinisikan oleh nilai – nilai ketinggian yang terdapat pada ketiga sudutnya.

#### **2.4. Metode Pengukuran DEM**

Untuk mendapatkan DEM, setiap pengguna dapat menempuh berbagai metode pengukuran. Metode yang sangat bervariasi ini diantaranya adalah

- Survei Topografi, dengan menggunakan alat – alat ukur sipat datar atau *theodolite* ( $T_0, T_1$  atau bahkan *Total Station*), seorang surveyor dapat memperoleh peta situasi beserta titik – titik ketinggian ( $x, y, z$ ) di beberapa lokasi yang dipilih. Data titik – titik ketinggian (bersama dengan koordinat – koordinat planimetrisnya) definitif ini bisa jadi merupakan hasil hitungan (*plus adjustment*) surveyor, atau merupakan hasil perekaman dan hitungan (*plus adjustment*) otomatis program aplikasi yang terdapat di dalam perangkat total stationnya secara manual maupun otomatis, pengguna dapat membentuk DEM. Metode ini sangat baik (dalam mendapatkan detil berskala besar) dan memiliki akurasi yang sangat tinggi, tetapi hanya efisien jika dilakukan di area yang relatif sempit.

- Fotogrametri (Foto Udara), dengan menggunakan sensor pasif (kamera) yang terpasang di pesawat terbang (*air craft*), pengamat akan memperoleh foto – foto udara (blok) di sepanjang beberapa jalur terbang yg bersebelahan. Kemudian dengan mengamati (baik secara manual, semi-manual, maupun otomatis dengan menggunakan perangkat pendukung metode fotogrametri) beberapa foto (baik dalam bentuk analog maupun digital) yang memiliki *overlap* dan sidelap ini sehingga membentuk stereo foto.

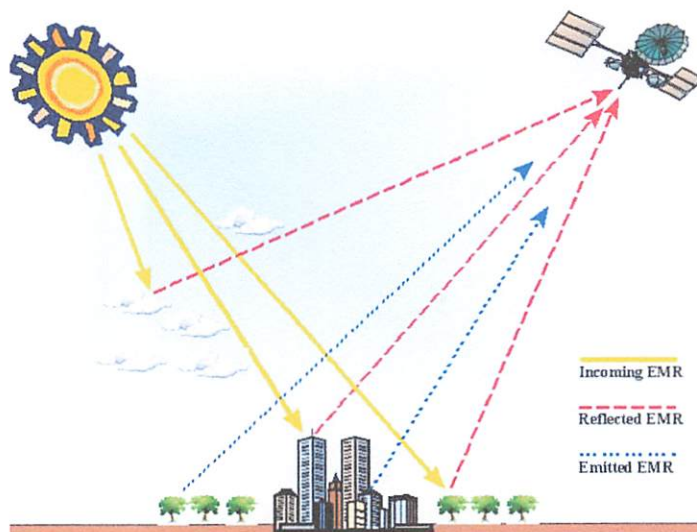


Gambar 2.4. Pemotretan Udara

Pengguna juga akan mendapatkan (pada sub sistem perangkat perekaman otomatisnya) koordinat titik – titik pembentuk DEM dengan pola persebaran seperti yang telah disinggung sebelumnya. Fotogrametri sangat menjanjikan produk DEM dengan kualitas yang sangat baik, detil – detil yang lengkap dan beragam dengan jangkauan skala kecil hingga besar. Selain itu sesuai dengan perkembangan teknologi yang terkait dengan perangkat – perangkat yang mendukungnya (termasuk sensor dan *platform* terbangnya), tersedia cukup banyak varian metode di

seputar teknik pengamatan fotogrametri yang selalu berkembang dan menjadi tren ini.

- Satelit pengindraan jauh (*remote sensing*), sensor – sensor yang terpasang pada beberapa wahana satelit tertentu dapat menghasilkan rekaman – rekaman yang *overlap* atau sidelap satu sama lainnya sehingga dapat membentuk stereo image.



Gambar 2.5. Penginderaan Jauh

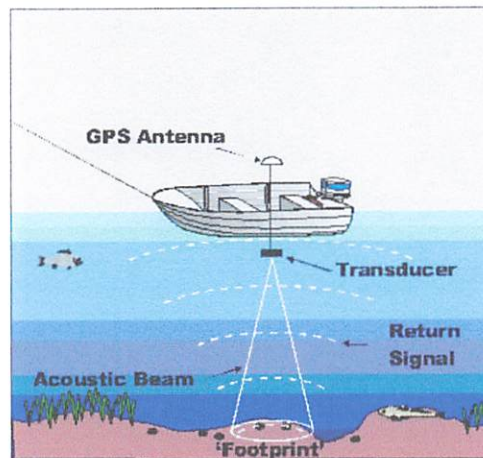
Kemudian dengan memperhitungkan sejumlah koreksi (*pre-processing*) dan beberapa titik kontrol dan bantuan beberapa perangkat lunak tertentu, DEM dapat di ekstrak dari stereo image yang bersangkutan. Contoh beberapa satelit yang dapat menghasilkan citra –citra digital yang kemudian dapat diproses menjadi DEM adalah *IRS 1C*, *SPOT*, *ASTER*, *IKONOS*, *QuickBird*, *RadarSat*, dan lain sebagainya.

- Metode kartografi, DEM dibuat dengan cara melakukan digitasi manual atau *scanning* terhadap garis – garis kontur yang ada. Kemudian pada



umumnya, hasil – hasil proses ini divektorkan dan diberi informasi ketinggian sesuai dengan label konturnya.

- Survey Hidrografi, pengamat berada di atas *platform* (kendaraan air) mengukur kedalam perairan di titik – titik sample dengan menggunakan perangkat *echo sounder*.



Gambar 2.6. Survei Bathymetri

Hasil pengamatan merupakan ukuran kedalaman bersama dengan koreksi – koreksinya. Sementara itu, bersamaan dengan pengamatan nilai – nilai kedalaman ini, juga dilangsungkan pengamatan – pengamatan terhadap parameter yang digunakan untuk mendapatkan koordinat definitif horizontalnya, biasanya pada saat ini digunakan perangkat *receiver GPS* (dulu perangkat optis). Setelah nilai kedalamannya direferensikan terhadap datum vertikal tertentu dan koreksi pasang surutnya juga telah diperhitungkan, maka setiap data kedalaman ( $z$ ) definitif ini memiliki pasangan koordinat horizontal definitif ( $x,y$  atau bujur,lintang) pula ( $x,y,z$  atau  $(\lambda,\phi,h)$ ). Pasangan koordinat definitif inilah yang membentuk DEM topografi dasar laut (batimetri).



- Penginderaan jauh lainnya, sesuai dengan perkembangan teknologi, pada saat ini sudah banyak perangkat dengan teknologi baru (kebanyakan sensor aktif) yang dapat dibawa oleh pesawat terbang untuk merekam atau mengirimkan data spasial ke *Ground Station* termasuk DEM sebagai hasil ekstraksinya. Sebagian besar *platform* yang digunakan mirip dengan *platform* yang dipakai pada metode fotogrametri, tetapi produk yang dihasilkan tidak jauh dari penginderaan jauh yang berbasis satelit. Perangkat yang dapat di gunakan pada metode ini adalah :

1. RADAR (*Radio Detection and Ranging*), sensor aktif yang menggunakan bagian gelombang radio di dalam spektrum elektromagnetik.
2. LIDAR (*Light Detection and Ranging*), sensor aktif yang menggunakan bagian gelombang ultraviolet, cahaya tampak, dan infra merah di dalam spektrum elektromagnetik.
3. LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*),
4. IFSAR (*Interferometric Synthetic Aperture Radar*)
5. SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) yang menggunakan pesawat ulang alik.

## **2.5. Aplikasi Penggunaan DEM**

DEM digunakan dalam berbagai aplikasi baik secara langsung dalam bentuk visualisasi model permukaan tanah maupun dengan diolah terlebih dahulu sehingga menjadi produk lain. Informasi dasar yang diberikan DEM dan digunakan dalam pengolahan adalah koordinat titik-titik pada permukaan tanah.

Informasi lain yang dapat diturunkan dari DEM adalah :

1. Jarak pada relief atau bentuk permukaan tanah
2. Luas permukaan suatu area
3. *Volume* galian dan timbunan
4. *Slope* dan *Aspect*
5. Kontur
6. Profil

Contoh aplikasi-aplikasi yang menggunakan DEM, yaitu :

1. Rekayasa teknik sipil
2. Pemetaan hidrografi
3. Pemetaan topografi
4. Pemetaan geologi dan geofisika
5. Rekayasa pertambangan
6. Simulasi dan visualisasi permukaan tanah
7. Rekayasa militer

## **2.6. Pengertian Genangan**

Air yang tertahan di permukaan tanah (*surface detention*). Genangan air yang terjadi di sesuatu tempat merupakan proses alami dan menjadi konsekuensi logis dari perubahan tata guna lahan. Disamping itu, genangan terjadi juga dikarenakan meningkatnya limpasan air permukaan. Hal ini lebih disebabkan oleh semakin meningkatnya intensitas air hujan.

## 2.7. Analisis Hidrologi

### 2.7.1. Data Curah Hujan

Curah hujan yang diperlukan untuk perencanaan adalah curah hujan rata – rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bahkan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut hujan wilayah atau daerah dan dinyatakan dalam mm. curah hujan daerah yang diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. Cara untuk menghitung curah hujan wilayah terdiri dari tiga cara (*Sosrodarsono, 2006*), yaitu :

#### A. Cara Rata – Rata Aljabar

Cara rata – rata aljabar digunakan untuk daerah datar dengan titik pengamatan yang tersebar. Dengan rumus :

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n)$$

#### B. Cara Thiessen

Jika titik pengamatan di dalam daerah titik tidak tersebar merata. Dengan rumus :

$$R = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + A_3}$$

#### C. Cara Isohiet

Cara ini digunakan untuk menentukan curah hujan rata – rata pada daerah bergunung. Dengan rumus :

$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + A_3}$$

Dimana :

R	= curah hujan daerah
n	= jumlah titik – titik pengamatan
R <sub>1</sub> , R <sub>2</sub> , R <sub>n</sub>	= curah hujan di setiap titik (mm)
A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub>	= luas daerah yang mewakili tiap titik pengamatan

### 2.7.2. Periode Ulang Hujan

Periode ulang hujan adalah periode (dalam tahun) dimana suatu hujan dengan tinggi intensitas yang sama, kemungkinan dapat berulang kembali kejadiannya dalam periode waktu tertentu, misal 2, 5, 10, 25 tahun sekali. Penetapan PUH ini dipakai untuk menentukan besarnya kapasitas saluran air terhadap limpasan air hujan. (*Subarkah dalam Chintia, 2005*)

### 2.7.3. Limpasan Air Hujan

Limpasan air hujan dihitung dengan menggunakan metode rasional. Metode ini banyak dipakai khususnya dalam perencanaan drainase jalan maupun drainase kota karena simple dan mudah penggunaannya. Metode ini menggunakan parameter daerah pengaliran, koefisien pengaliran, intensitas hujan dan waktu konsentrasi. Rumus rasional tersebut adalah sebagai berikut :

$$Q=1.00278.C.I.A$$

- Q = debit rencana (l/dtk)  
C = koefisien pengaliran  
I = intensitas hujan untuk waktu yang sesuai dengan waktu konsentrasi (mm/jam)  
A = luas daerah pengaliran

(Suripin, 2004)

Parameter yang menentukan dalam perhitungan debit rancangan dengan metode rasional ini adalah :

#### A. Koefisien Pengaliran ( C )

Koefisiensi pengaliran sebenarnya merupakan perbandingan antara jumlah hujan yang melimpas dan ditangkap di titik yang ditinjau. Nilai koefisien pengaliran ini pada umumnya ditetapkan pada pola tata guna lahan serta topografi.

$$C_{gab} = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + \dots + C_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

(Rini, 2005)

#### B. Daerah Pengaliran

Daerah pengaliran merupakan daerah tempat kejadian hujan sehingga seluruh air hujan yang jatuh di daerah tersebut tertangkap di suatu titik tinjau tertentu. Umumnya semakin luas daerah pengaliran dan semakin landai topografinya maka akan semakin lama waktu terjadinya banjir puncak (Rini, 2005).

### C. Intensitas Hujan

Intensitas hujan merupakan tinggi hujan yang terjadi per satuan waktu, di lokasi hujan tersebut terkonsentrasi. Besarnya intensitas hujan dengan periode ulang tertentu dan lama waktu hujan tertentu ditentukan dengan menggunakan rumus intensitas yang didapat dari metode kuadrat kecil (Rini, 2005).

### D. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi merupakan waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik terjauh hingga titik yang ditinjau pada suatu saluran drainase. Waktu konsentrasi ( $T_c$ ) adalah penjumlahan dari waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir pada permukaan tanah menuju saluran terdekat ( $t_o$ ) dan waktu untuk mengalir di dalam saluran ke suatu tempat yang ditinjau ( $t_d$ ).

**Jadi,  $T_c = t_o + t_d$**

Waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir pada permukaan tanah menuju saluran ( $t_o$ ) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$T_o = \frac{3.26 (1.1 - C)\sqrt{L_o}}{\sqrt[3]{S_o}}$$

Dimana :

$T_o$  = waktu limpasan (menit)

$C$  = angka pengaliran (*runoff coefficient*)

$L_o$  = panjang limpasan (m)

$S_o$  = kemiringan medan limpasan (%)

(Suripin, 2004)



Untuk luas daerah aliran yang lebih besar dari 80 ha maka perhitungan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional yang dimodifikasi dan dapat dipergunakan sampai luas daerah 5000 ha. Adapun rumus rasional yang dimodifikasi adalah sebagai berikut :

$$Q = \frac{100}{36} \cdot C \cdot Cs \cdot I \cdot A$$

Dimana :

Cs = koefisien penampungan sedangkan semua komponen sama dengan metode rasional.

Cs dihitung dengan rumus :

$$Cs = \frac{2tc}{2tc + td}$$

Dimana :

Td = waktu aliran di dalam saluran (menit)

(Suripin, 2004)

Td dihitung dengan rumus :

$$td = \frac{L}{V}$$

Dimana :

L = panjang saluran (m)

V = kecepatan aliran (m/dtk)

#### **2.7.4. Air Buangan**

Air buangan yaitu air dari hasil kegiatan proses yang dibuang ke dalam lingkungan (*Mustofa, 2000*). Untuk memperkirakan debit air kotor, harus diketahui jumlah penduduk air rata-rata setiap orang dalam satu hari. Sebelum kita lakukan perhitungan debit air buangan, terlebih dahulu kita lakukan proyeksi penduduk.

#### **2.7.5. Debit Genangan**

Debit genangan yang dimaksud adalah selisih antara besarnya debit drainase yang terdiri dari air hujan dan air limbah penduduk dengan kapasitas saluran drainase yang ada. Area (saluran) yang mempunyai nilai debit limpasan ditambah dengan debit air buangan lebih besar dari kapasitas saluran drainase merupakan area genangan atau saluran tersebut tidak mampu menampung air. Debit genangan dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q_g = (Q_1 + Q_2) - Q_3$$

Dimana :

$Q_g$  = debit genangan ( $m^3/dtk$ )

$Q_1$  = debit air hujan ( $m^3/dtk$ )

$Q_2$  = debit air buangan domestik ( $m^3/dtk$ )

$Q_3$  = debit kapasitas saluran drainase ( $m^3/dtk$ )

(*Hurjayanto, 2004*)

## 2.8. Kartografi

Kartografi adalah seni, ilmu pengetahuan dan teknologi tentang pembuatan peta, sekaligus mencakup studinya sebagai dokumen ilmiah dan hasil karya seni (ICA, 1973). Dalam konteks ini peta dianggap termasuk semua tipe peta, plan (peta skala besar), charts, bentuk tiga dimensional dan globe yang menyajikan model bumi atau sebuah benda angkasa pada skala tertentu. Peta menurut ICA (1973) adalah suatu interpretasi atau gambaran unsur-unsur atau kenampakan-kenampakan abstrak, atau yang ada kaitannya dengan permukaan bumi atau benda-benda angkasa, dan umumnya digambarkan. Karena teknik pembuatan peta termasuk ke dalam kajian kartografi maka seorang kartografer haruslah bisa membuat peta, merancang peta (*map layout*), isi peta (*map content*), dan generalisasi (*generalization*). Dalam hal ini pembuat peta harus jelas supaya bisa dibaca oleh orang lain atau pembaca peta. Suatu peta yang menggambarkan fenomena geografikal (tidak hanya sekedar pengecilan suatu fenomena saja. Jika peta di buat dan di desain dengan baik, maka akan merupakan alat yang baik untuk kepentingan:

1. Melaporkan (*recording*)
2. Memperagakan (*displaying*)
3. Menganalisis (*analizing*)

Semua peta mempunyai satu hal yang sifatnya umum yaitu menambah pengetahuan dan pemahaman geografikal bagi si pengguna peta tersebut, karena peta adalah media komunikasi grafis yang berarti informasi yang diberikan dalam peta berupa suatu gambar atau simbol. Dalam pembuatan suatu

peta, ada beberapa prinsip pokok yang harus diperhatikan. Langkah-langkah prinsip pokok dalam pembuatan peta tersebut adalah :

1. Menentukan daerah yang akan dipetakan.
2. Membuat peta dasar (*Base map*) yaitu peta yang belum diberi simbol.
3. Mencari dan mengklarifikasikan data sesuai dengan kebutuhan.
4. Membuat simbol-simbol yang mewakili data.
5. Menempatkan simbol pada peta dasar.
6. Membuat legenda (keterangan).
7. Melengkapi peta dengan tulisan (*lettering*) secara baik dan benar.

Agar peta mudah dibaca, ditafsirkan dan tidak membingungkan ada komponen-komponen yang harus dipenuhi, yaitu :

#### 1. Judul Peta

Judul peta merupakan merupakan komponen yang sangat penting, karena sebelum memperhatikan isi peta pasti judul yang terlebih dahulu dibacanya. Judul peta hendaknya memuat informasi yang sesuai dengan isi peta. Selain itu, judul peta jangan sampai menimbulkan penafsiran ganda pada peta

#### 2. Skala Peta

Skala adalah perbandingan jarak antara dua titik sembarang di peta dengan jarak sebenarnya di permukaan bumi, dengan satuan ukuran yang sama.

Contoh : 1 : 100.000 artinya 1cm di peta sama dengan 100.000 cm jarak yang sebenarnya.

### 3. Legenda

Legenda pada peta menerangkan arti symbol – symbol yang terdapat pada peta. Legenda harus dapat dipahami oleh pembaca peta, agar tujuan pembuatan peta itu tercapai sasaran. Legenda biasanya diletakkan dipojok kiri bawah peta, selain itu legenda dapat juga diletakkan pada bagian lain pada peta, selama tidak mengganggu kenampakan peta secara keseluruhan.

### 4. Orientasi (Tanda arah)

Orientasi atau tanda arah penting adanya pada suatu peta. Tanda ini gunanya untuk menunjukkan arah utara, selatan, timur, dan barat. Orientasi atau tanda arah peta ini perlu dicantumkan untuk menghindari kekeliruan menentukan arah pada peta. Orientasi atau tanda arah pada peta biasanya berbentuk tanda panah yang menunjukkan arah utara. Petunjuk ini dapat diletakkan dibagian mana saja dari peta, asalkan tidak mengganggu kenampakan peta.

### 5. Simbol dan warna

Agar pembuatan dapat dilakukan dengan baik, ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu simbol dan warna. Simbol peta harus memenuhi syarat-syarat seperti :

- Sederhana
- Mudah dimengerti
- Bersifat umum.



Macam-macam simbol pada peta :

- Simbol berdasarkan bentuknya sebagai berikut :

1. Titik
2. Garis
3. Luasan (area)
4. Batang
5. Lingkaran
6. Bola

- Simbol berdasarkan sifatnya, sebagai berikut :

1. Kuantitatif
2. Kualitatif

- Simbol berdasarkan fungsinya, sebagai berikut :

1. Simbol daratan
2. Simbol perairan
3. Simbol budaya

Berdasarkan sifatnya warna pada peta dibagi menjadi dua:

1. Warna kuantitatif
2. Warna kualitatif

Secara sederhana simbol dapat diartikan sebagai gambar atau tanda yang mempunyai arti atau makna tertentu. Simbol mempunyai peranan penting, bahkan dalam peta-peta khusus atau peta tematik

simbol merupakan informasi utama untuk menunjukkan tema suatu peta. Menurut bentuknya simbol dikelompokkan menjadi simbol titik, garis, area atau bidang, aliran, batang, lingkaran, dan bola. Sedangkan wujud simbol dalam kaitannya dengan unsur yang digambarkan dapat dibedakan menjadi abstrak, setengah abstrak, dan nyata atau piktoral. Simbol piktoral adalah simbol dalam kenampakan wujudnya ada kemiripan dengan wujud unsur yang digambarkan, sedang simbol geometrik adalah abstrak simbol yang wujudnya tidak ada kemiripan dengan unsur yang digambarkan. Untuk warna, tidak ada peraturan yang baku mengenai penggunaan warna dalam peta, jadi penggunaan warna dalam peta adalah bebas, sesuai dengan maksud atau tujuan pembuat peta dan kebiasaan umum.

#### 6. Sumber dan tahun pembuatan peta

Sumber memberi kepastian kepada pembaca peta, bahwa data dan informasi yang disajikan dalam peta tersebut benar-benar absah (dipercaya/akurat). Selain sumber, bisa juga memperhatikan tahun pembuatannya. Pembaca peta dapat mengetahui bahwa peta itu masih cocok atau tidak untuk digunakan pada masa sekarang atau sudah kadaluarsa karena sudah terlalu lama.

#### 7. *Lettering*

Para ahli (*kartografer*) membuat kesepakatan, untuk membuat tulisan (*lettering*) pada peta sebagai berikut :

- a) Nama geografis ditulis dengan bahasa dan istilah yang digunakan penduduk setempat.

- b) Nama jalan yang ditulis harus sesuai dengan arah jalan tersebut.
- c) Nama kota ditulis dengan 4 cara, yaitu :
  - Di bawah simbol kota.
  - Di atas simbol kota.
  - Di sebelah kanan simbol kota.
  - Di sebelah kiri kota.

## **2.9. Autodesk 3DS Max**

### **2.9.1. Pengenalan**

*3ds Max*, sebelumnya dikenal sebagai *3D Studio MAX* dan *3dsmax* dan juga disebut "*Max*" oleh penggunanya, adalah paket pemodelan, animasi dan rendering awalnya dikembangkan oleh *Grup Yost* untuk *Autodesk* dan dikembangkan lebih lanjut oleh *Autodesk* dan berbagai divisi di seluruh Multimedia dekade terakhir: *Autodesk Divisi Multimedia*, *Kinetix*, sebuah divisi dari *Autodesk*, *Discreet*, sebuah divisi *Autodesk Media* dan Hiburan (*AMED*).

Berlawanan dengan kepopulerannya, *3ds Max* tidak pernah diakuisisi oleh perusahaan lain, tetapi tetap merupakan produk *Autodesk* sejak versi pertama dari pendahulunya - *Autodesk 3D Studio DOS* - sampai versi saat ini

### **2.9.2. Pengguna Base dan Bidang Penggunaan Utama**

*3ds Max* memiliki basis pengguna terbesar dari setiap aplikasi 3D komersial di pasaran (meskipun jumlah yang pasti sulit untuk mendapatkan). *3ds Max* sedang digunakan terutama di bidang

permainan, pengembangan desain dan visualisasi arsitektur, tetapi juga digunakan dalam bidang produksi TV, video dan film.

### 2.9.3. Produk Terkait

Sebuah fitur khusus paket ditetapkan dikurangi untuk visualisasi arsitektur *Autodesk VIZ* disebut (awalnya bernama *3D Studio VIZ*) yang memiliki beberapa animasi yang lebih tinggi-*end* dan pilihan efek *3ds Max* telah tersedia sejak tahun 1997 dan akan dihentikan pada 2008 untuk digantikan dengan *3ds Desain max 2009*. Versi terakhir adalah *Autodesk VIZ 2007*.

Di masa lalu, dua lainnya produk yang tersedia (baik berdasarkan inti *3dsmax*) - *Plasma*, produk yang ditargetkan pada para pengembang web yang menampilkan flash render vektor dan ekspor *3D Shockwave*, dan *GMax*, produk yang ditujukan untuk mengembangkan ekstensi (*mods*) untuk permainan yang dibuat dengan *3ds Max*. Sebagian besar fitur dari kedua produk kecuali untuk *Flash* vektor penyaji telah dimasukkan ke dalam versi *3ds Max*, sedangkan kedua produk telah dihentikan oleh *Autodesk*. *GMax* masih didistribusikan dan didukung oleh *TurboSquid*, sebuah perusahaan yang mengkhususkan dalam berbagi konten digital *online*.

### 2.9.4. 3ds Max Modeling

*3ds Max* menyediakan sejumlah toolsets pemodelan yang berbeda dan alur kerja, masing-masing dengan sisi positif dan negatif. Ini termasuk Pemodelan Prosedural (obyek parametrik dan non-destruktif pengubah), *Editable Mesh* dan pemodelan eksplisit *Editable Poly*, Alat Permukaan *Spline* Untuk *patch* pemodelan dan *NURBS*.

### 2.9.5. Scripting

3ds Max menyediakan bahasa *scripting powerful* eksklusif yang dapat digunakan untuk mengontrol aplikasi dari baris perintah, membuat fungsi *scripted*, alat, *User Interface*, *plug-in*, membaca dan menulis data biner dan ASCII dan *bitmap*, animasi berkendara prosedural melalui pengendali *scripted* dan banyak lagi.

### 2.9.6. Interoperabilitas

3ds Max bisa membaca dan menulis *file FBX*. 3ds Max saham format *file PointCache* dari Autodesk Maya, memungkinkan *FBX* bergerak panggang penuh animasi objek antara dua aplikasi. 3ds Max juga dapat diintegrasikan ke dalam berkat jaringan pipa lain untuk *Software Development Kit* dan bahasa *MAXScript* - data dapat dengan mudah diekspor atau diimpor dari format pengembang mungkin perlu. Format file lainnya sering digunakan untuk data (terutama geometri) transfer antara 3ds Max dan paket lainnya *OBJ* dan *3DS*, tapi mereka memiliki keterbatasan mereka sendiri.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan Simulasi Model Permukaan Digital ini dikarenakan masih banyak daerah - daerah yang mengalami genangan di Kecamatan Bojonegoro

#### 3.1. Peralatan Penelitian

Peralatan yang di butuhkan dalam pembuatan Model dan Simulasi Permukaan Digital antara lain:

##### 3.1.1. Software yang digunakan :

1. *ArcGis 9.3* untuk pembangunan Model Permukaan Digital.
2. *Global Mapper 12* untuk visualisasi DEM dan analisa lanjut.
3. *AutoCAD Land Desktop 2004* yang digunakan untuk penggambaran peta hasil pengukuran dilapangan.
4. *AutoCAD Map 2009* yang digunakan untuk membuat kerangka 3 dimensi.
5. *Autodesk 3DS Max 2010* untuk pembangunan animasi simulasi dan editing permukaan 3 Dimensi.

##### 3.1.2. Hardware yang digunakan :

*Hadware Laptop ;*

1. *Central Processing Unit ( CPU )*
  - a. *Processor Intel Core i3 2.4 GHz*
  - b. *Memory 2 GB*
  - c. *Hard Disk 320 GB*
  - d. *VGA Intel Graphic Accelerator*
2. *. GPS Handheld Garmin 76Csx*

### **3.1.3. Bahan Penelitian:**

1. Peta RBI Kabupaten Bojonegoro skala 1 : 25.000
2. Peta Daerah Genangan Kecamatan Bojonegoro
3. Citra ASTER G-DEM

## **3.2. Metodologi Penelitian**

Metode penelitian adalah rangkaian penelitian yang mencakup tahapan – tahapan untuk memecahkan suatu permasalahan. Metode penelitian ini sering disebut sebagai strategi pemecahan suatu permasalahan. Adapun beberapa metode yang mendasari penelitian ini agar berjalan dengan baik antara lain :

### **3.2.1. Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data ini nantinya digunakan sebagai dasar pembuatan Model Permukaan Digital. Langkah – langkah yang harus dilakukan antara lain :

1. Mempersiapkan buku – buku referensi dan mengumpulkan parameter – parameter yang berkenaan dengan penelitian ini.
2. Mempelajari cara – cara membuat suatu Model Permukaan Digital dan survey utilitas yang sesuai dengan kebutuhan suatu wilayah

### **3.2.2. Metode Laboratorium**

1. Mendownload menganalisa hasil survey utilitas dan data penunjang lainnya sebagai bahan dasar pembuatan DEM dan juga mempersiapkan *software* yang berkaitan dengan proses pembuatan DEM.
2. Mendesain suatu Model Permukaan Digital sebagai acuan untuk penentuan titik – titik rawan genangan di kecamatan Bojonegoro.

3. Hasil akhir nantinya dapat disajikan di program *AutoCAD* berupa peta digital yang terdiri dari :

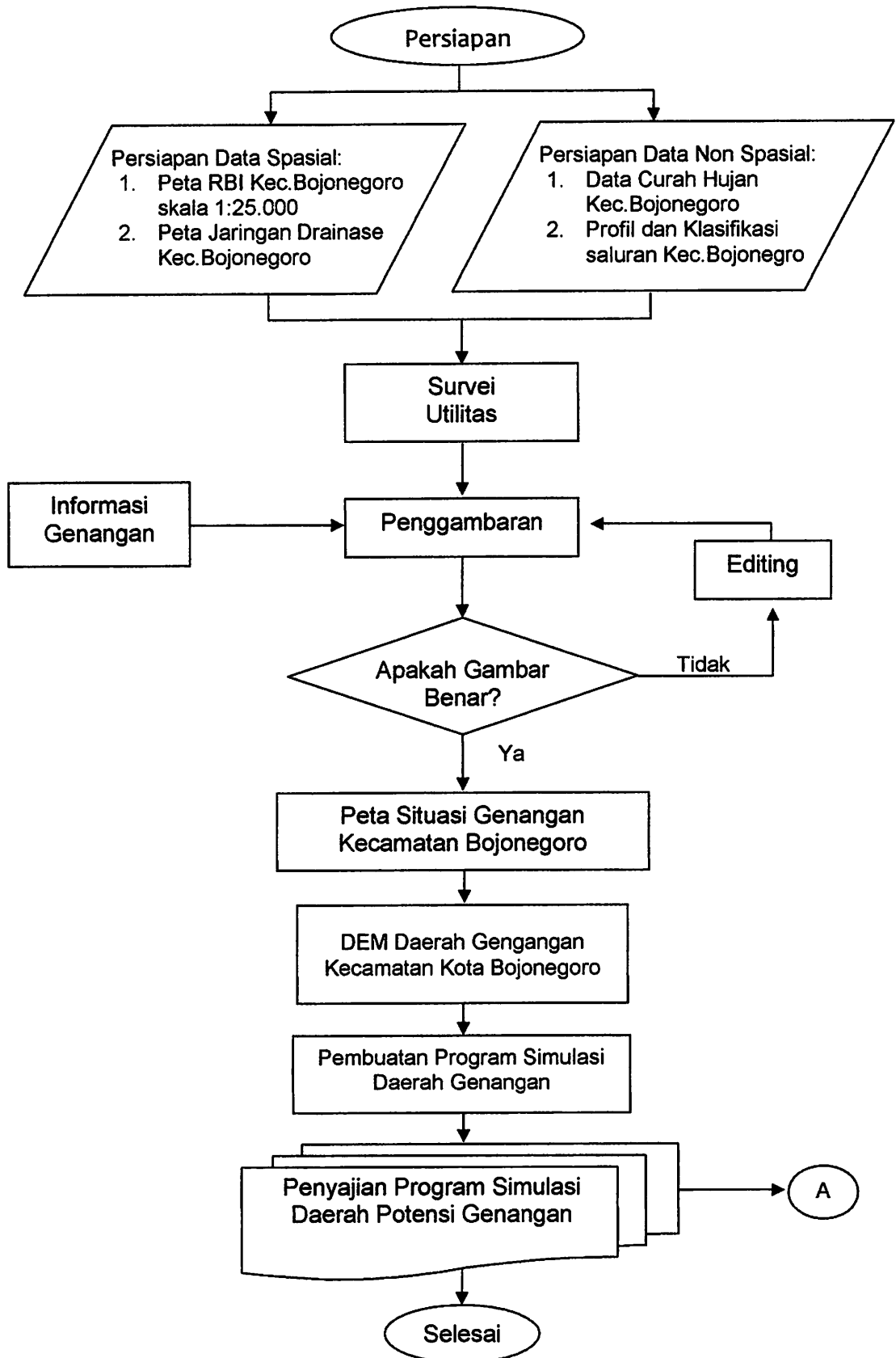
3.1. Peta 3 Dimensi Titik Rawan Genangan

3.2. Animasi Simulasi Model Permukaan Digital Daerah Genangan

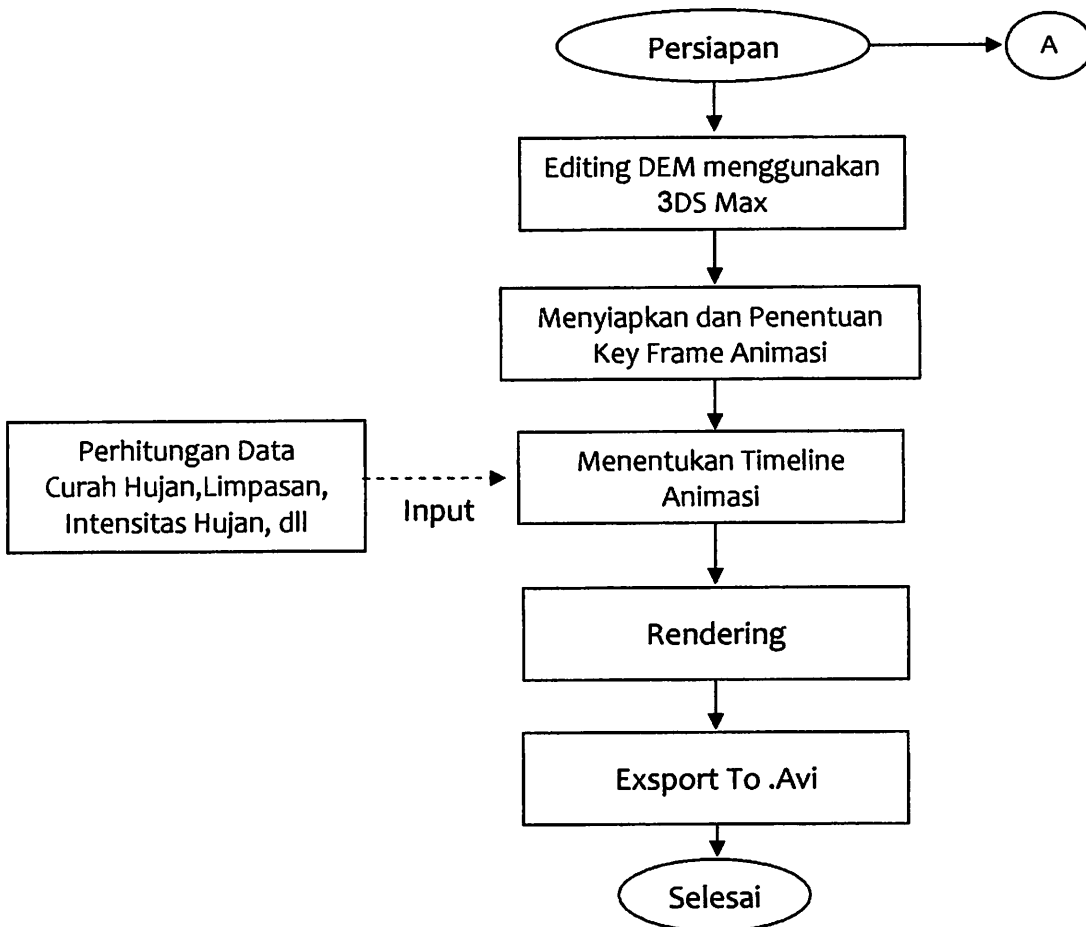
### **3.2.3. Metode Lapangan**

Meliputi pengecekan titik – titik rawan genangan dan menerapkan metode yang tepat untuk survei utilitas sehingga didapatkan faktor – faktor yang menyebabkan genangan.

### 3.3. Alur Penelitian



## DIAGRAM ALIR PEMBUATAN ANIMASI 3 DIMENSI



### 3.3.1. Persiapan Data Spasial

#### 3.3.1.1. Rektivikasi Peta RBI

##### Membuka Program Global Mapper 8

Arahkan pointer pada tombol **Start** yang kemudian akan muncul menu **All Program** dan arahkan pointer pada **Program Global Mapper 12**.

Klik *icon* aplikasi **Global Mapper 12**.

Setelah *default* maka secara otomatis akan keluar seperti gambar 3.1.

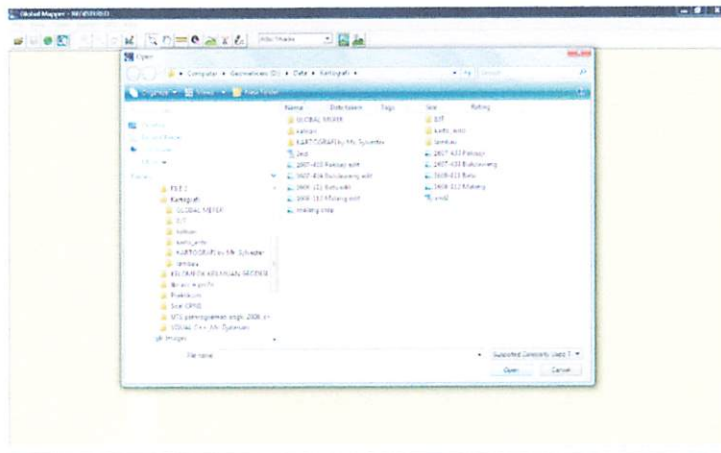




Gambar 3.1 Tampilan awal Global Mapper

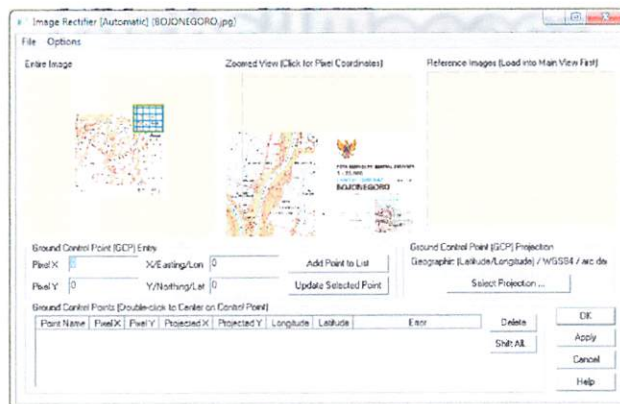
Arahkan *pointer* ke **Open Your Own Data Files**.

Pilih peta RBI yang akan dilakukan rektifikasi. Pilih **Open**.



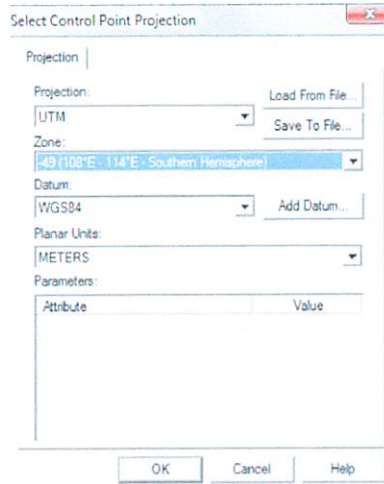
Gambar 3.2 Kotak Dialog Open File

Kemudian akan muncul tampilan awal rektifikasi.



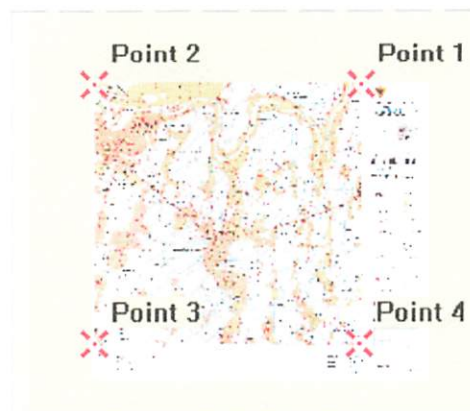
Gambar 3.3 Kotak Dialog Image Rectifier

Pilih **Select Projection**, arahkan pointer ke **Projection** kemudian pilih **UTM**, kemudian pilih **zone -49 ( 108°E - 114°E – Southern Hemisphere )**. Datum yang digunakan **WGS '84**. Tekan **OK**.



Gambar 3.4 Kotak Dialog Select Control Point Projection

Apabila *control point projection*-nya telah diatur, maka mulailah rektifikasi. Tentukan minimal 1 (satu) titik disetiap kuadran untuk mempermudah memasukkan koordinat. Lakukan perlakuan yang sama ketiga titik yang lain.



Gambar 3.5 Titik – titik koordinat acuan

Setelah ke empat titik tersebut sudah dimasukkan pada koordinat acuan maka secara otomatis akan keluar kesalahan ( *error* ) dari titik acuan yang telah kita masukkan.

Ground Control Point (GCP) Entry

Pixel X: 67.99398957751 X/Easting/Lon: 679097

Pixel Y: 3754.9601401998 Y/Northing/Lat: 9115349

Ground Control Point (GCP) Projection: UTM Zone -49 / WGS84 / meters

Ground Control Points (Double-click to Center on GCP)

Point Name	Pixel X	Pixel Y	Projected X	Projected Y	Longitude	Latitude	Error	Delete	OK
Point 1	65.064	41.9623	679151.000	9129173.000	112° 37' 30.00" E	7° 52' 30.00" S	1.26		
Point 2	3775.1	59.6948	692936.000	9129117.000	112° 45' 00.00" E	7° 52' 30.01" S	1.26		
Point 3	3756.99	3767.99	692978.000	9115292.000	112° 45' 00.01" E	8° 00' 00.00" S	1.26		<input type="button" value="Cancel"/>
Point 4	67.9936	3754.96	679097.000	9115349.000	112° 37' 30.00" E	7° 59' 58.99" S	1.26		<input type="button" value="Help"/>

Apabila *error point* lebih dari syarat yang telah ditentukan ( lebih dari 1.40 ) maka lakukan **Update Selected GCP** yang nantinya diperoleh kesalahan seminimal mungkin. Tekan **OK**.

Ground Control Point (GCP) Entry

Pixel X: 4737.722513614 X/Easting/Lon: 665266

Pixel Y: -1440.961157573 Y/Northing/Lat: 9101577

Ground Control Point (GCP) Projection: UTM Zone -49 / WGS84 / meters

Ground Control Points (Double-click to Center on GCP)

Point Name	Pixel X	Pixel Y	Projected X	Projected Y	Longitude	Latitude	Error	Delete	OK
Point 1	33.1242	18.9257	665267.000	9129224.000	112° 30' 00.00" E	7° 52' 30.01" S	0.71		
Point 2	3203.46	24.7167	692917.000	9129136.000	112° 44' 58.39" E	7° 52' 23.39" S	0.71		
Point 3	18.5573	3183.95	665266.000	9101577.000	112° 29' 59.99" E	8° 07' 30.01" S	0.71		<input type="button" value="Cancel"/>
Point 4	3191.24	3181.59	692918.000	9101577.000	112° 44' 59.97" E	8° 07' 26.42" S	0.71		<input type="button" value="Help"/>

Gambar 3.6 Tampilan GCP Entry

Standar *error* maksimal harus 1.40, didapat dari :

Resolusi RBI = 72 pixel/inchi.

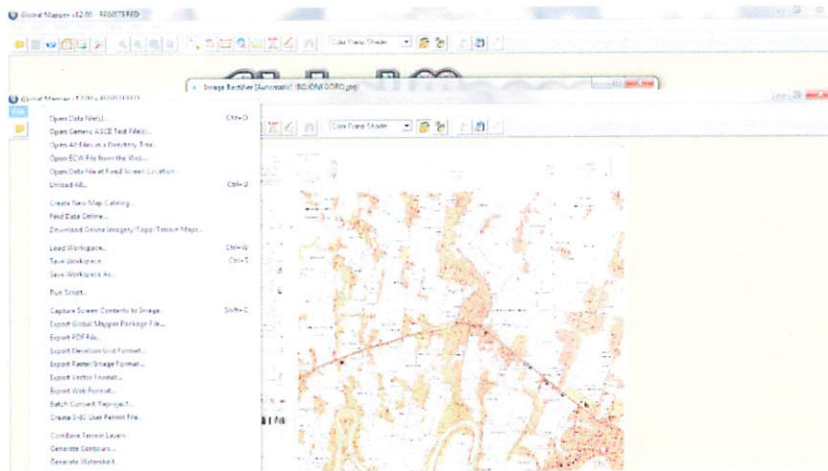
1 inchi = 2.54 cm.

Standar error = 5 kali (Lillesand dan Kiefer, 1979).

$$\text{Jadi, } \left[ \frac{72}{2,54 \times 100} \right] \times 5 = 0.28 \times 5$$

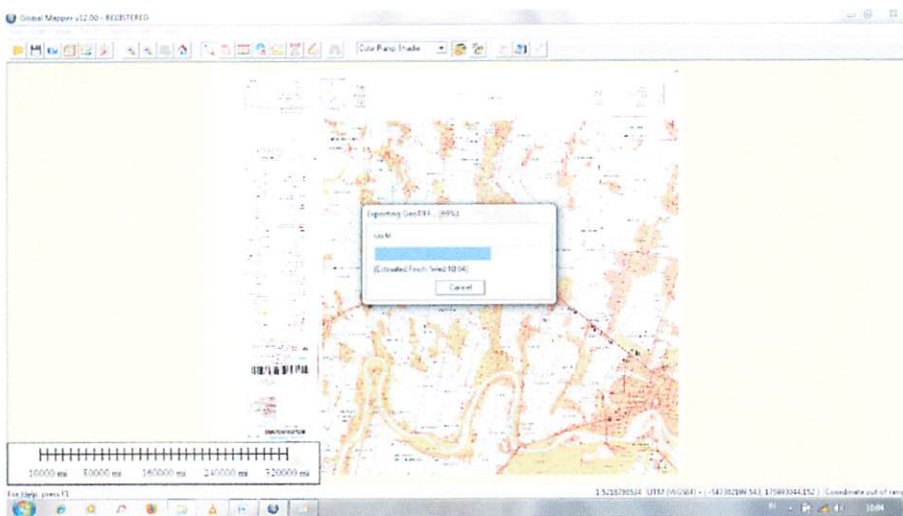
$$= 1.41$$

Muncul tampilan hasil peta yang telah kita rektifikasi, arahkan *pointer* ke **File** kemudian klik **Eksport Raster and Elevation Data** lalu pilih **Eksport GeoTIFF**.



Gambar 3.7. Hasil Rektifikasi

Muncul kotak dialog, pilih **24-bit RGB**. Lalu beri tanda pada **Generate TFW File**. Tekan **OK**, beri nama file lalu simpan file dalam bentuk **(\* .TIFF)**.

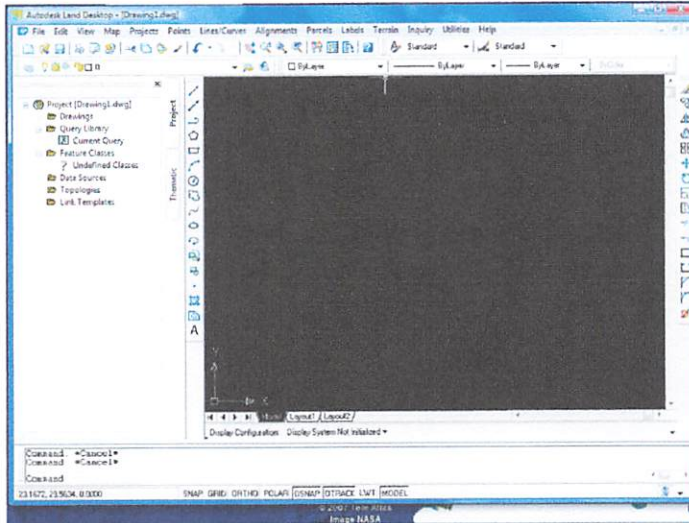


Gambar 3.8 Tampilan Menu Save As

### 3.3.1.2. Proses Digitasi Peta RBI Skala 1 : 25.000

#### 3.3.1.2.1. Membuka Program Autodesk Land Desktop 2004

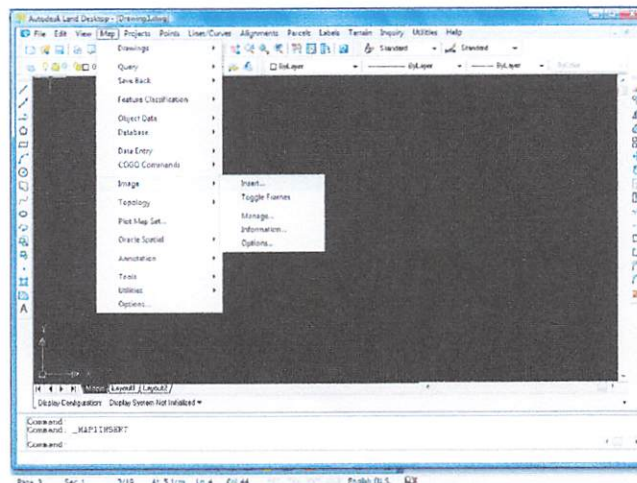
Arahkan pointer pada *icon Autodesk Land Desktop 2004* yang kemudian akan muncul lembar kerja baru.



Gambar 3.8 Tampilan awal AutoCAD

Ambil peta yang akan didigit, peta yang akan didigit adalah peta RBI yang sudah berbentuk file image.

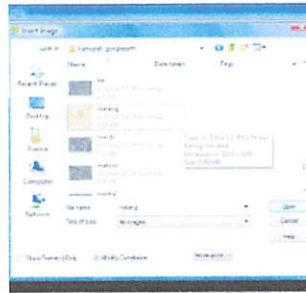
Arahkan *pointer* ke *map* → *image* → *insert*



Gambar 3.9 Kotak Dialog Insert




Kemudian akan muncul menu **insert image (\*.TIFF)**. Pilih peta yang akan dikerjakan, klik **open**.

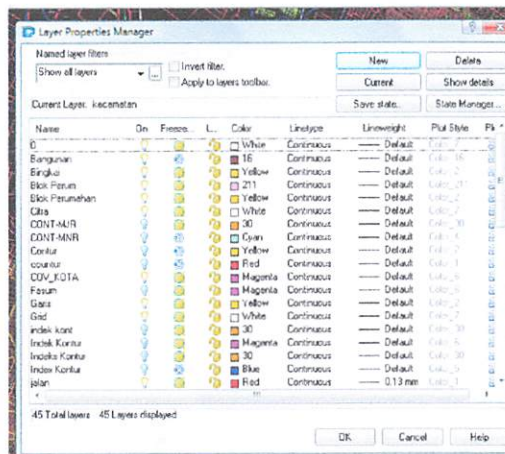


Gambar 3.10 Kotak Dialog Select Image File

Dalam pembuatan **layer** berfungsi sebagai klasifikasi data yang dapat memudahkan dan membedakan antara objek titik, garis dan poligon atau bentuk objek lainnya sehingga objek yang akan didigit dapat dikerjakan tanpa menampilkan layer yang tidak diperlukan.

Cara pembuatan **Layer** :

1. Arahkan pointer pada **icon** , kemudian klik.
2. Pada menu **Layer Properties Manager** terdapat beberapa tampilan menu. Klik **New** untuk menambah layer baru, kemudian namakan sesuai objek yang akan didigit.

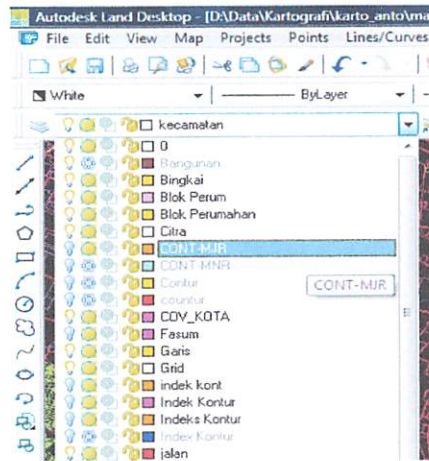


Gambar 3.11 Tampilan Menu Layer Propertis Manager




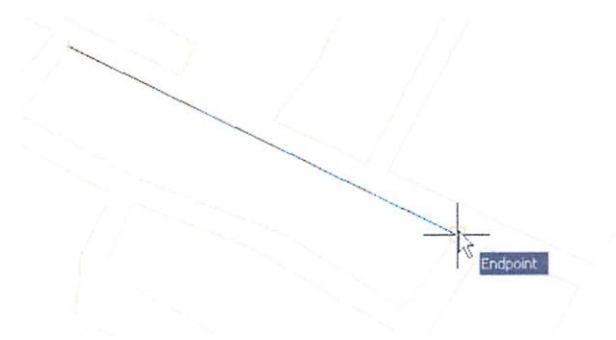
### 3.3.1.2.2. Memulai Proses Digitasi

Pada proses *digit*, sebelumnya pilih objek yang akan *didigit* dengan cara arahkan *pointer* ke menu **ByLayer** pada *toolbar*.



Gambar 3.12 Memilih Objek pada Layer

Arahkan *pointer* pada icon  **Polyline** pada *toolbar* kemudian klik maka pendigitan bisa dilakukan.



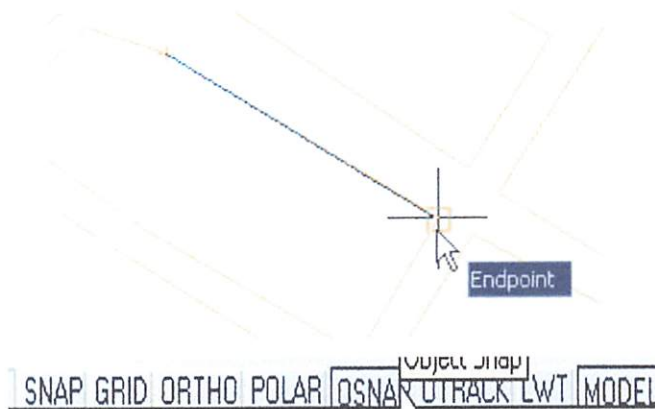
Gambar 3.13 Menggunakan Polyline

Pada *Command* muncul kotak seperti gambar 2.6 yang berarti **polyline** untuk membuat garis berikutnya, pembuatan garis dengan **polyline** bisa dilakukan secara *continue*.

```
Current line-width is 0.00  
Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]:  
Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]:
```

Gambar 3.14 Tampilan Command pada Polyline

Untuk menghubungkan ujung-ujung suatu **polyline** dapat menggunakan sub perintah **Endpoint** serta aktifkan **OSNAP** supaya ujung-ujung dapat bertemu.



Gambar 3.15 Endpoint dan Osnap

Untuk memperbesar gambar dan memudahkan melakukan pendigitan, untuk itu digunakan perintah **Zoom**.

1. Arahkan pointer pada menu bar **View** klik **zoom** kemudian **zoom** sesuai keinginan.
2. Melalui **Command Line**, ketik **z** kemudian **Enter** setelah itu kursor pada **mouse** digerakan naik turun sesuai besar gambar yang diinginkan, atau ketik **e (Extents)** kemudian **Enter** maka gambar akan membesar sendirinya dengan menyesuaikan besar keseluruhan peta.

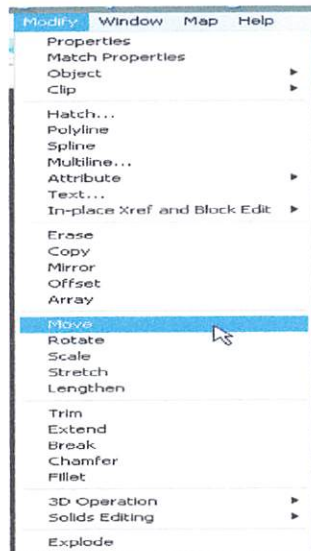
```
Command: z
```

```
ZOOM  
Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or  
[All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window] <real time>: e
```

Gambar 3.16 Command Zoom

Untuk memindahkan suatu objek gunakan perintah **Move**.

- Arahkan pointer pada menu bar **Modify** klik **move** kemudian pindahkan objek sesuai yang diinginkan.



Gambar 3.17 Menu Move

- Melalui **Command Line**, klik terlebih dahulu objek yang akan di-move kemudian ketik **move** atau **m** setelah itu **Enter**.

```
Command:  
Command: move 1 found  
Specify base point or displacement: Specify second point of displacement or <use first point as displacement>:
```

Objek dapat dipindahkan sesuai keinginan setelah objek tepat pada posisinya, kemudian **Enter** maka objek sudah di-move.



Gambar 3.18 Objek yang sedang di Move

- Untuk menambahkan atau memperbanyak objek yang sama digunakan perintah **Copy**.

Langkah – langkahnya sebagai berikut :

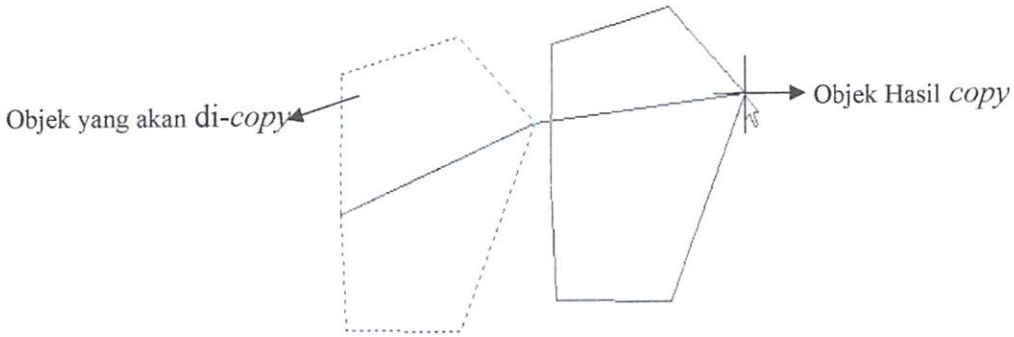
- Melalui menu bar **Modify**
- Klik menu **Copy** kemudian klik objek yang akan ditambah atau dicopy.
- Melalui menu bar
- Melalui **Command line**.

Command: **Copy** 

Select objects: 1 found

Select objects:

*Specify base point or displacement, or [Multiple]: Specify second point of displacement or <use first point as displacement>:*



Gambar 3.19 Perintah menggunakan Copy

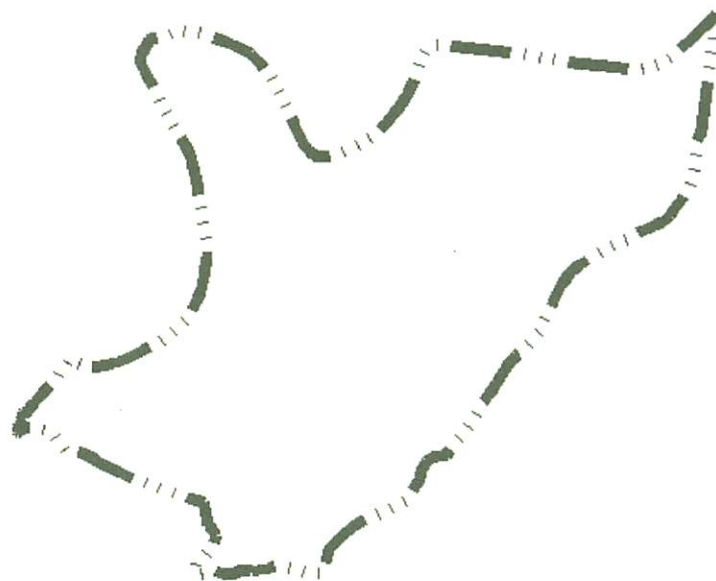
- Setelah proses pendigitan selesai kita bisa melihat objek-objek hasil digitan. Dengan cara :  
Klik *layer* kemudian pilih objek yang diinginkan dan objek yang lainnya yang tidak perlu ditampilkan kita matikan *icon* lampu yang ada pada masing-masing objek pada *layer* ( *Turn a layer On or Off* ).



Gambar 3.20 Turn a layer On or Off

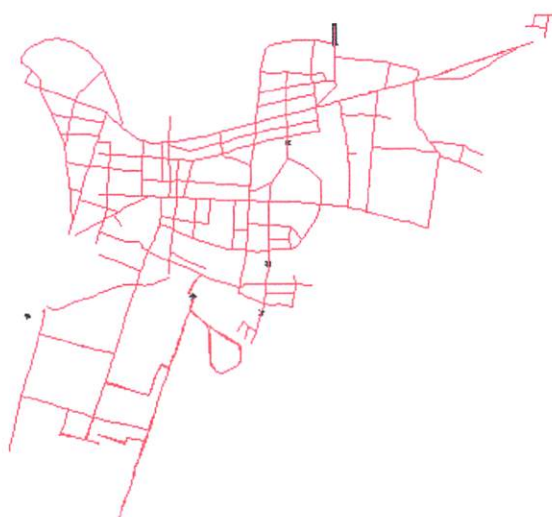
4.1 Objek hasil digitan sebagai berikut :

4.1 Batas Wilayah



Gambar 3.21 Digit Batas Wilayah

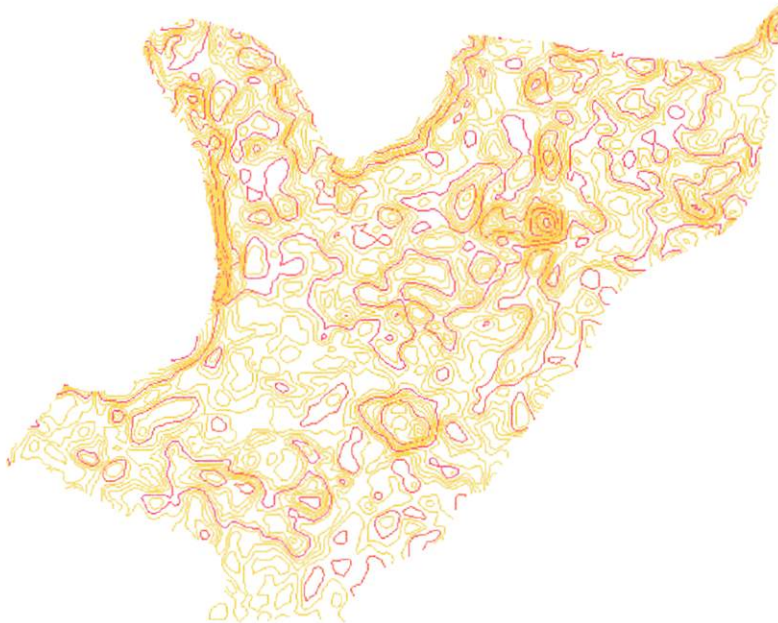
4.2 Jalan



Gambar 3.22 Digit Jalan



### 4.3 Kontur mayor dan minor



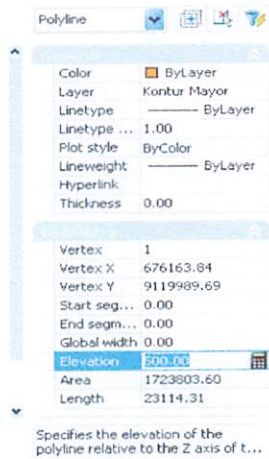
Gambar 3.23 Digit Kontur Mayor dan Minor

Pada pembuatan kontur harus ada elevasinya, supaya kita dapat melihat bentuk 3D dari kontur tersebut. Cara pembuatan Elevasi :

- Klik objek kontur yang akan kita isi elevasinya.
- Klik kanan pada *mouse*, arahkan *pointer* pada *properties* kemudian klik.



- Akan muncul Menu seperti gambar 3.24, kemudian atur elevasinya dengan mengisi angka sesuai elevasi dari kontur tersebut.



Gambar 3.24 Kotak Dialog Properties

- Kemudian Klik **Enter**, setelah itu **exit**. Elevasi yang dituliskan menjadi elevasi pada kontur tersebut.

#### 4.4 Sungai dan Rel Kereta Api



Gambar 3.25 Digt Pemukiman dan Sawah

### 3.3.1.2.3. Topologi

Topologi merupakan tahapan atau proses di dalam membangun data untuk digunakan di dalam membuat informasi pertanahan dengan menggunakan perangkat lunak. Proses pembuatan topologi ini membantu untuk mengidentifikasi kesalahan yang terdapat pada data, misalkan seperti :

- Poligon yang tidak tertutup
- Poligon yang tidak mempunyai titik label atau kelebihan titik label

Perangkat yang digunakan **Arc View 3.2** atau **Autodesk Land Desktop 2004**. Software ini memiliki kelebihan di dalam hal pengoperasiannya, misalnya adanya sebuah indikator jika masih terdapat kesalahan di dalamnya akan ditunjukkan dengan sebuah tanda berupa **Mark Errors** atau **Highlight Errors**.

Jika proses pembuatan topologi sudah benar, maka akan ditunjukkan dengan adanya tanda berupa *point* di tengah area atau *polygon* yang telah terbentuk.

### 3.3.1.2.4. Simbolisasi

Desain grafis merupakan bagian terpenting dari kartografi, karena dibutuhkan komunikasi yang efektif dari simbol-simbol yang didesain. Untuk memudahkan pelaksanaannya maka diadakan suatu klasifikasi simbol yaitu :

- Simbol titik, digunakan untuk menyajikan tempat atau data posisional seperti suatu kota, titik triangulasi, bangunan dan

sebagainya. Simbol ini berupa titik, segitiga, lingkaran dan sebagainya.

- Simbol garis, digunakan untuk menyajikan data-data geografis misalnya sungai, batas wilayah, jalan dan sebagainya.
- Simbol luasan, digunakan bila mewakili suatu area tertentu dengan simbol yang mencakup luasan tertentu misalnya daerah rawa, hutan, padang pasir dan sebagainya.

### **3.3.1.3. Survei Utilitas dan Analisis Hidrologi**

#### **3.3.1.3.1. Survei Utilitas**

Pelaksanaan Survei Utilitas meliputi pengumpulan data – data yang berhubungan dengan daerah genangan. Pengumpulan data utilitas antara lain adalah

1. Dimensi dasar drainase (selokan, saluran irigasi dll).
2. Saluran pembuangan jalan.
3. Type perkerasan jalan.

#### **3.3.1.3.2. Analisa Hidrologi**

Setelah mendapat data utilitas yang diperlukan, maka dapat dianalisa aspek – aspek hidrologinya yang digunakan untuk menentukan berapa besar perubahan muka genangan per satuan waktu.

Beberapa parameter yang dapat diketahui antara lain :

1. Limpasan Air Hujan
2. Air Buangan
3. Debit Genangan

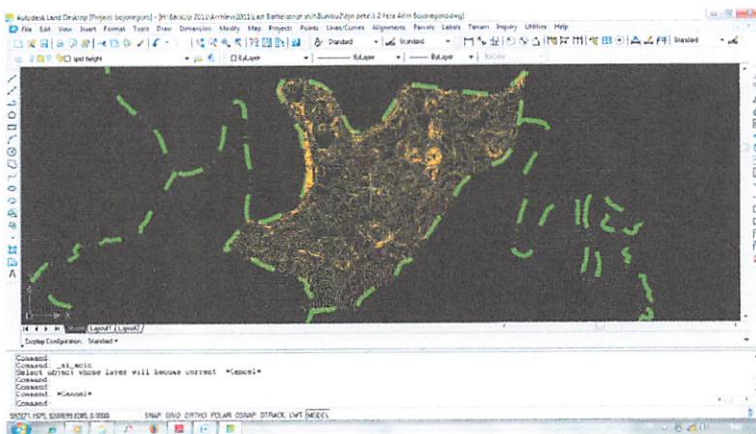
### 3.3.1.4. Pembuatan Model Permukaan Digital

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang prosedur pelaksanaan pembuatan TIN, pembuatan profil memanjang dan profil melintang dengan menggunakan program *ArcScene/ArcGIS* versi 9.3 dengan bantuan program *AutoCAD Map 2004*.

#### 3.3.1.4.1. Editing Data dengan AutoCAD Map 2004

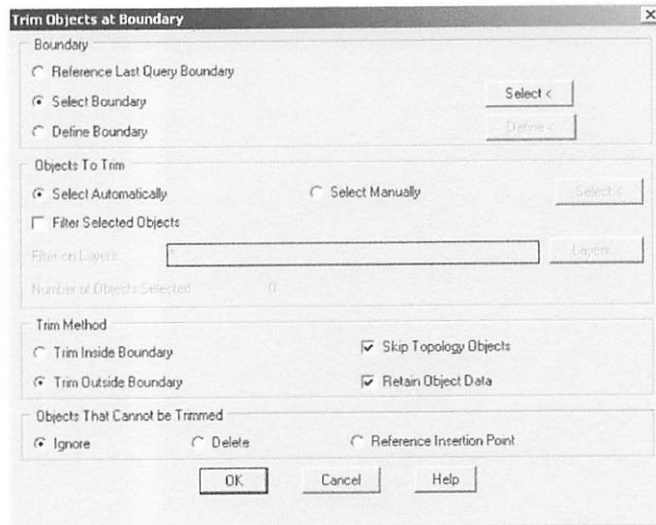
Data yang digunakan adalah peta kontur dengan format \*.dwg dimana format ini adalah ekstensi file dari program *AutoCAD Map 2004*. Pada proses ini akan dilakukan cropping pada area yang akan diolah menjadi 3 dimensi.

- 1) Membuka program *AutoCAD Map 2004* dan membuka file kontur.dwg yang akan diproses.



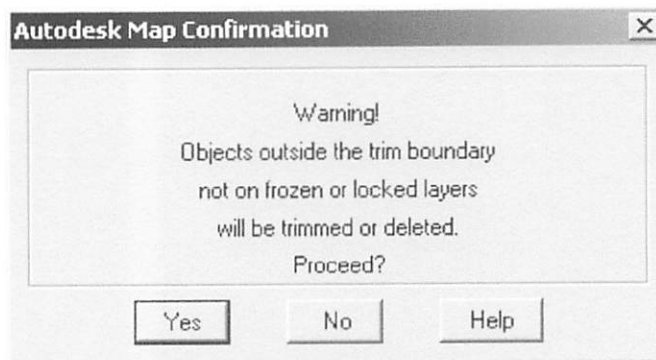
Gambar 3.26 Membuka Data di AutoCAD 2004

- 2) Menggunakan fasilitas *map boundary trim* untuk memotong area studi.
- 3) Kemudian akan muncul kotak dialog *Trim Objects as Boundary* dan lakukan setting seperti gambar di bawah ini. Setelah itu klik *Select* untuk menentukan batas objek yang akan di *trim*. Kemudian klik *Ok*.



Gambar 3.27 Kotak Dialog Trim Objects As Boundary

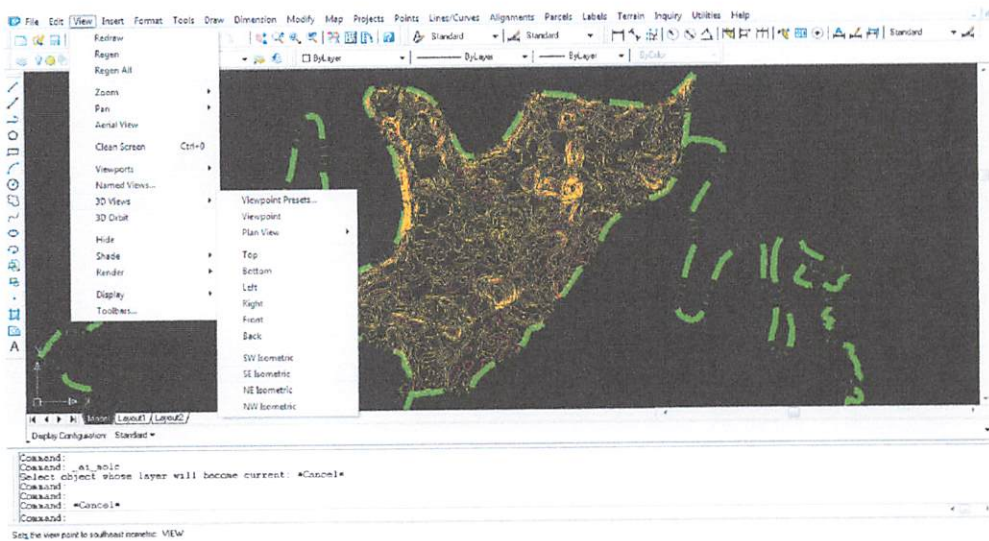
4) Setelah itu akan muncul kotak peringatan, klik Yes.



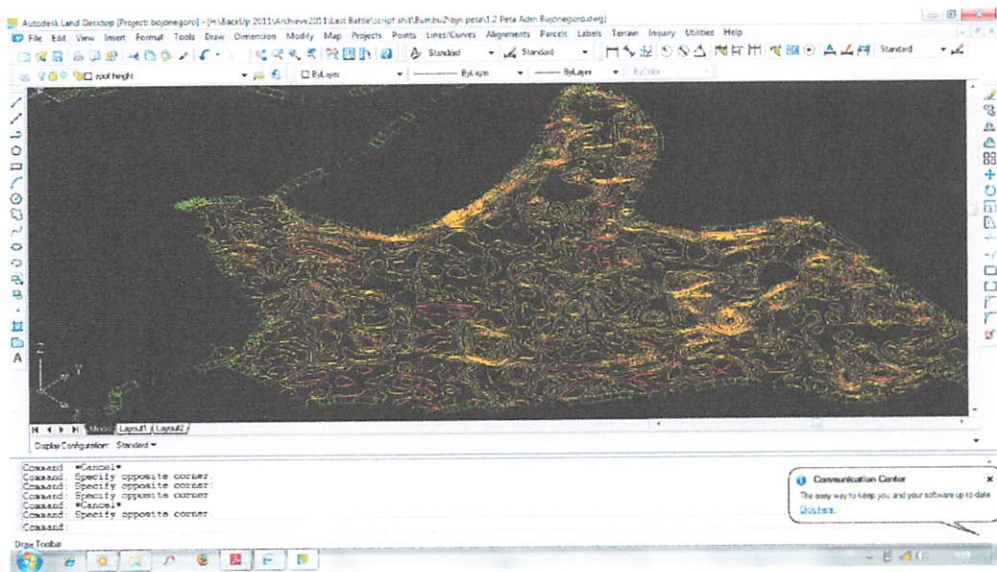
Gambar 3.28 Kotak Dialog Peringatan Autodesk Map Confirmation

- 5) Menyimpan file hasil pemotongan.
- 6) Tampilkan kontur dalam mode *Isometric* untuk memantau *property elevation*.



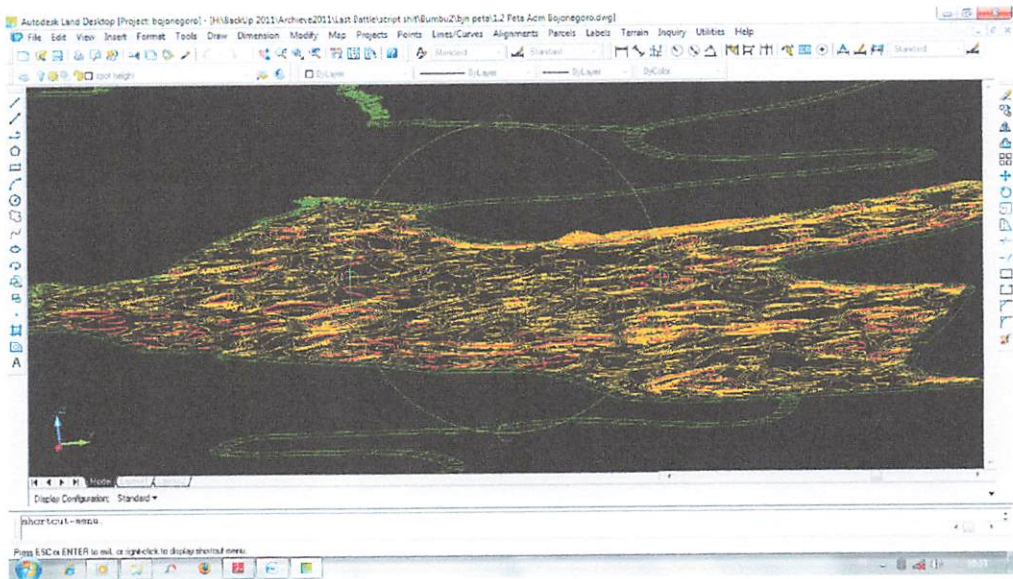


Gambar 3.29 Mode Isometric



Gambar 3.30 Tampilan Mode Isometric

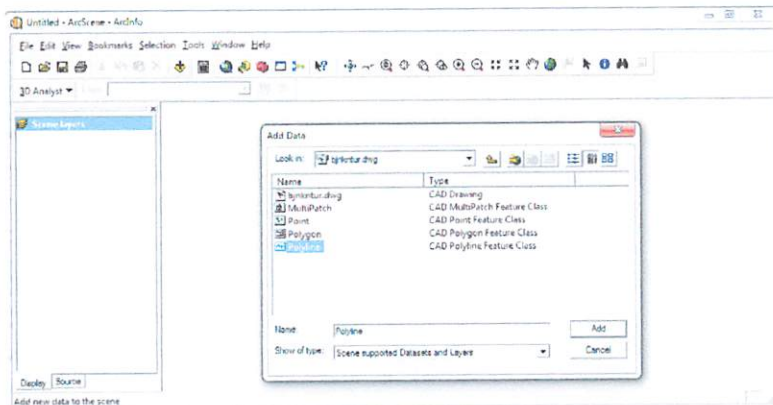
- 7) Aktifkan tampilan *3D Orbit* untuk melihat tampilan tiga dimensi dari kontur tersebut.
- 8) Putarlah objek tersebut untuk melihat kenampakan tiga dimensi.



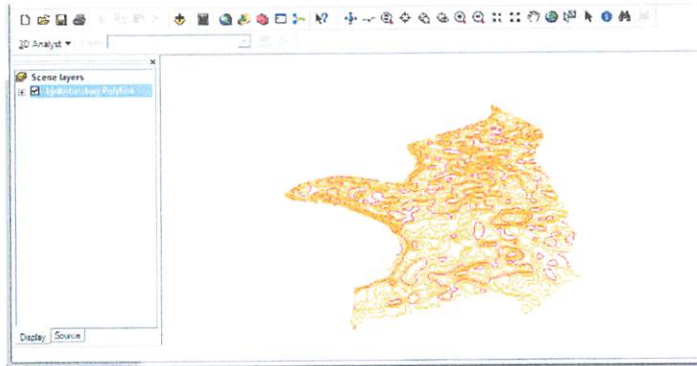
Gambar 3.31 Tampilan 3D Orbit

### 3.3.1.4.2. Editing Data dengan ArcScene/ArcGIS 9.3

- 1) Jalankan aplikasi ArcScene, dan buka file \*.dwg berisi data kontur. Pilih dataset : *polyline*

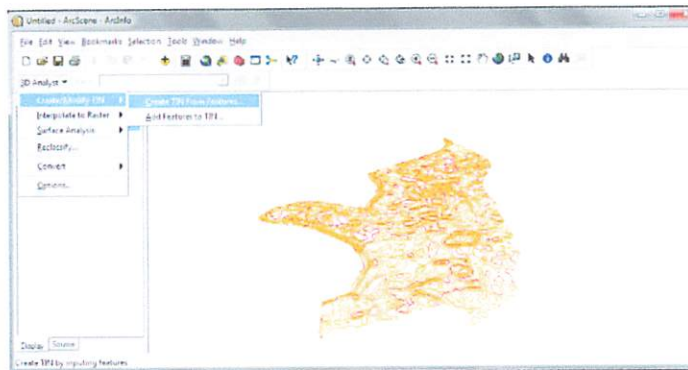


Gambar 3.32 Memilih Dataset Polyline



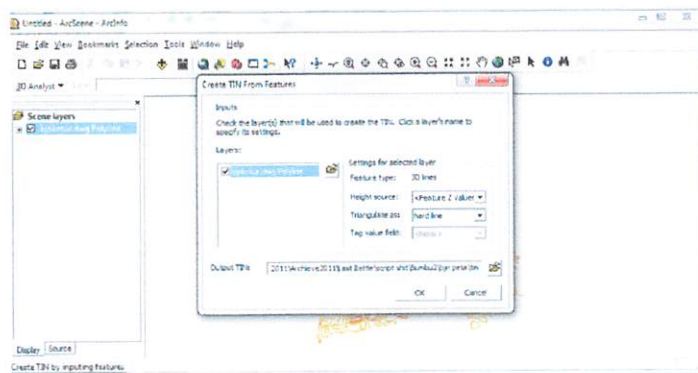
Gambar 3.33 Tampilan Dataset Polyline

- 2) Buka ekstensi 3D analyst dan pilih *Create/Modify TIN => Create TIN from feature*.



Gambar 3.34 Create TIN

- 3) Centang nama data pada menu pemilihan layer dan klik ok.



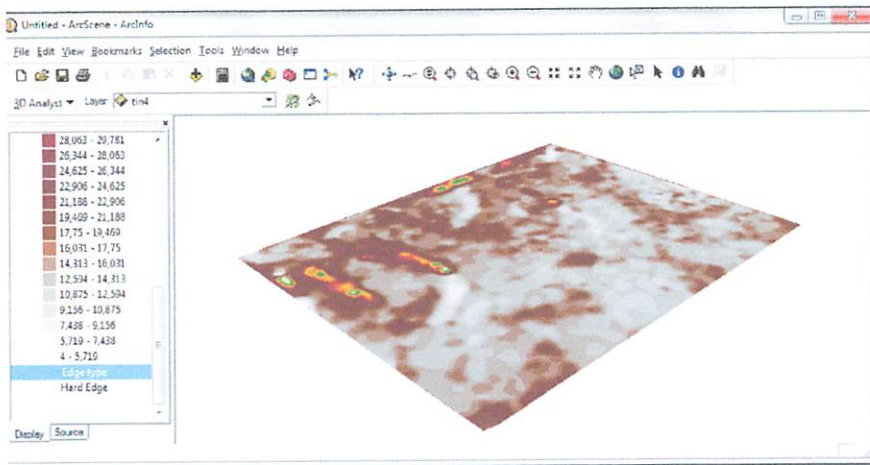
Gambar 3.35 Create TIN from Feature

- 4) Klik kanan pada layer TIN yang baru dibuat, kemudian pilih *properties* untuk menampilkan menu properti layer. Kemudian klik *Tab Symbology*,



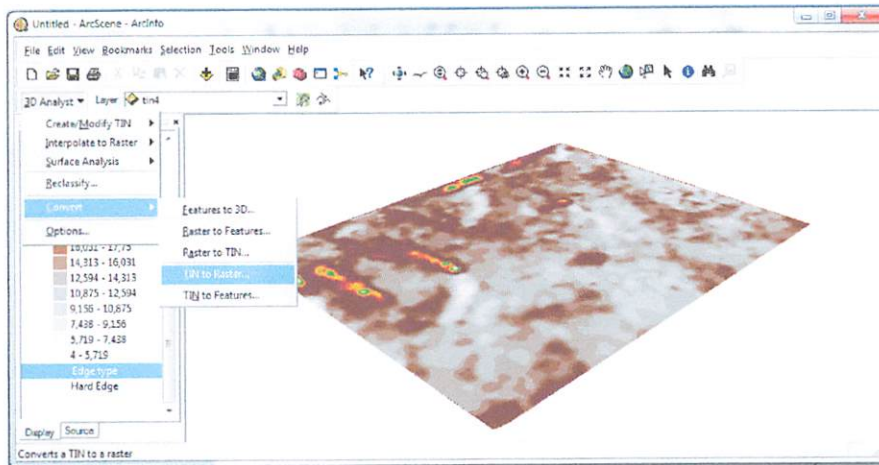
klik *add*, kemudian pilih *Edge type grouped with unique symbol*, klik *add*, klik *dismiss*, klik *apply*, dan klik *Ok*.

5) Kemudian Hasilnya akan seperti gambar di bawah ini.



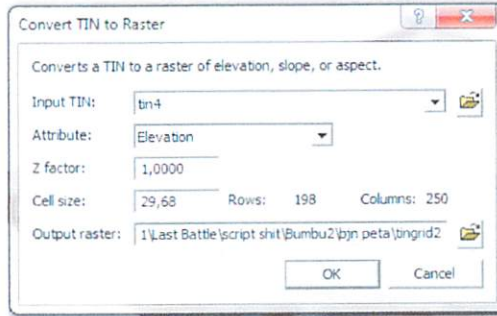
Gambar 3.36 Hasil tampilan TIN dari proses *Create TIN from Feature*

6) Untuk membuat *raster surface*, pilih *Convert => TIN to raster*.



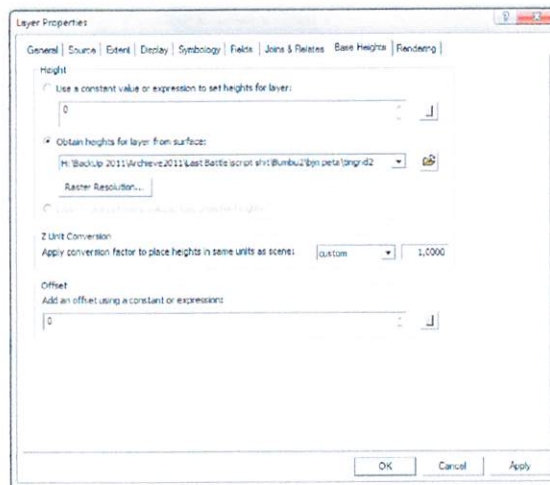
Gambar 3.37 *Convert TIN to Raster*

7) Muncul kotak dialog *Convert TIN to Raster*, lakukan setting seperti gambar 3.38, kemudian klik *OK*.



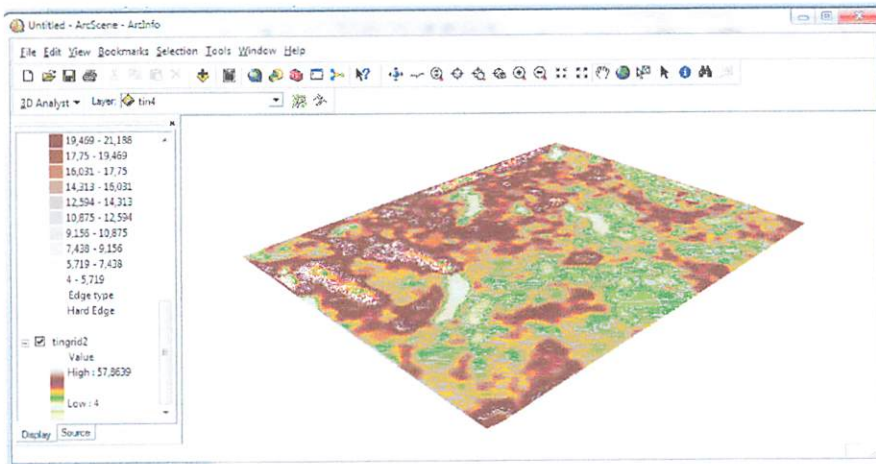
Gambar 3.38 Dialog Box Convert TIN to Raster

- 8) Raster Surface yang dihasilkan nampak datar di bawah Layer TIN.
- 9) Klik kanan pada layer *tingrid* dan pilih *properties*, Aktifkan pilihan *Obtain Height For Layer Surface*.



Gambar 3.39 Melihat Informasi Resolusi Raster

- 10) Untuk mengubah *template* warna, pilihlah *tab symbology* dan pilih variasi warna yang dikehendaki.
- 11) Data Raster dengan warna *non-grayscale*.

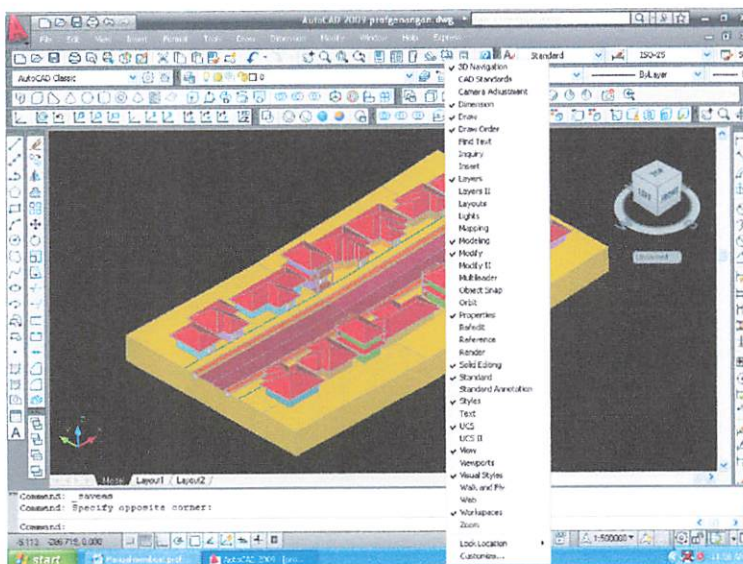


Gambar 3.40 Layer Raster Berwarna

### 3.3.1.5. Pembuatan Animasi Simulasi Daerah Genangan



#### 3.3.1.5.1. Membuat bentukan menggunakan Auto CAD 2009

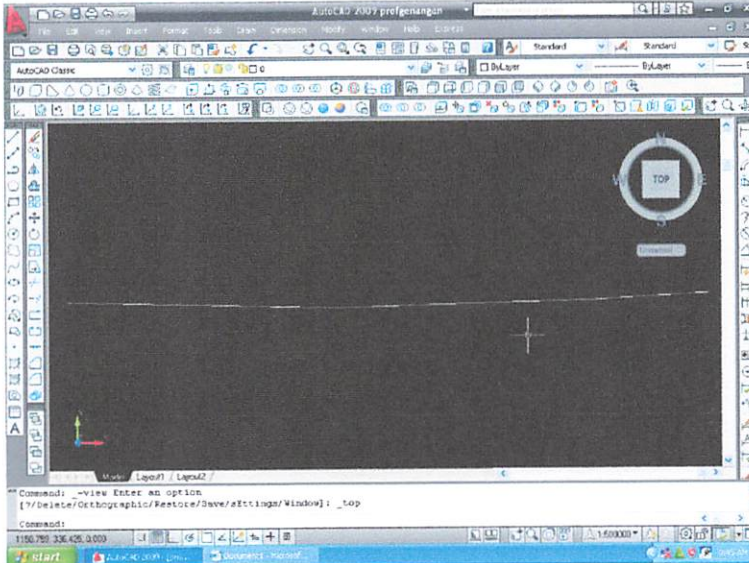
Langkah awal adalah memunculkan semua *tools* yang di gunakan untuk membuat bentuk 3 dimensi. Klik kanan pada salah satu *icon* kemudian aktifkan *toolbarnya* seperti gambar 3.41.





Gambar 3.41 List Tool AutoCAD 2009

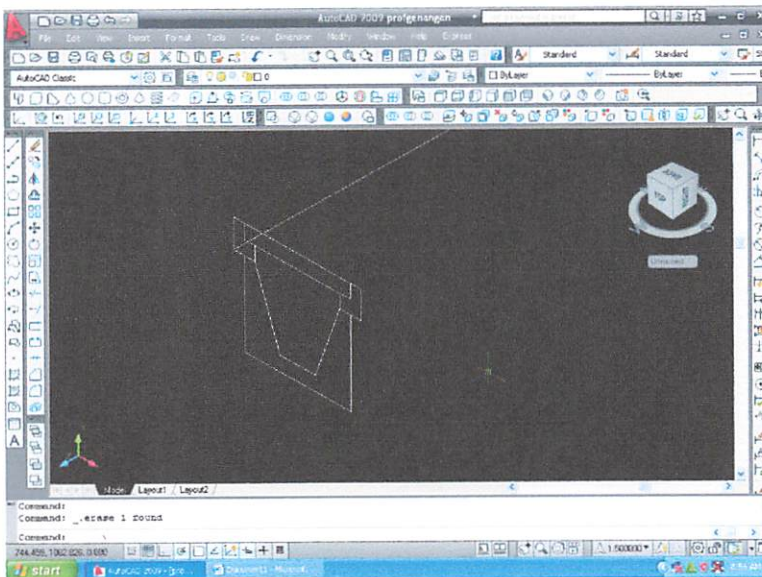


1. Pilih *view front* (tampak depan)  .
2. Buat garis dengan bentukan profil jalan menggunakan *polyline*  .




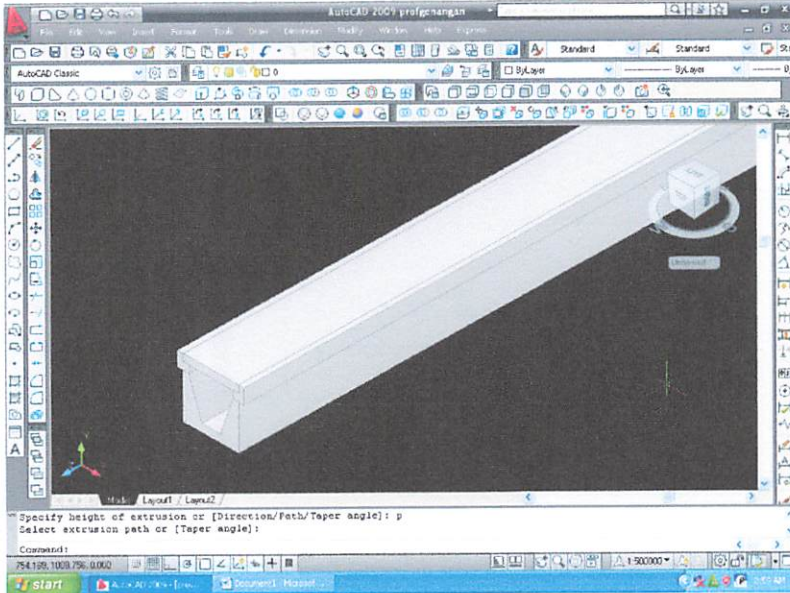
Gambar 3.42 Garis Polyline

3. Tampilkan isometri dengan cara klik *sw isometric*  .
4. Tentukan UCS arah z mengikut garis caranya klik *ucs z*  / klik titik ujungnya dan titik tengahnya.
5. Buat bentukan trotoar pada ujung trotoar menggunakan *polyline*.



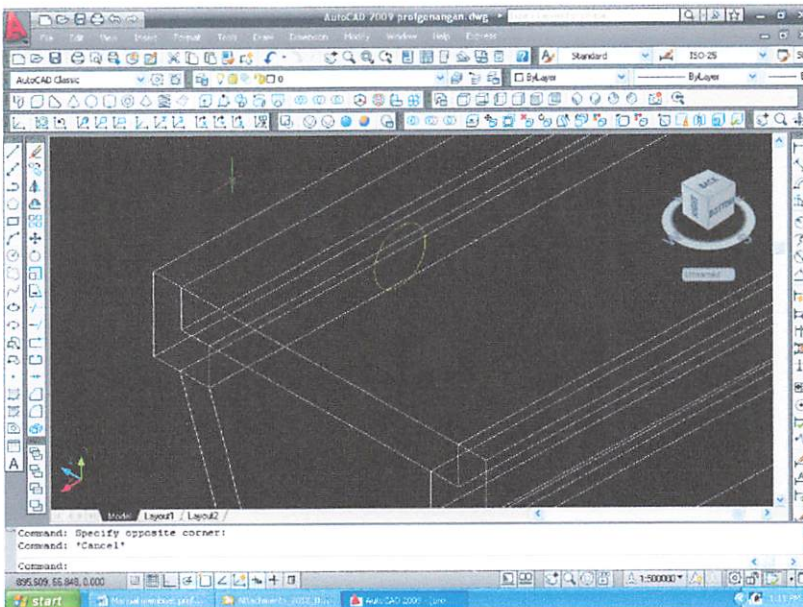
Gambar 3.43 Bentuk Trotoar

6. Pilih *extrude*  select obyek trotoar/ *enter/* ketik *p/ enter/* pilih garis atau jalur *extrude*.



Gambar 3.44 Extrude Bentuk Trotoar

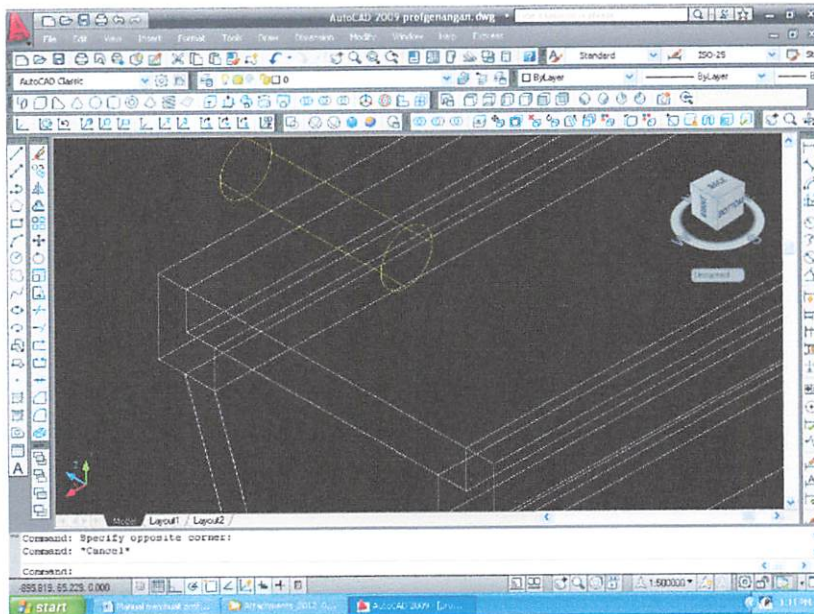
7. Untuk membuat lubang pada trotoar langkah-langkahnya:
1. Buat lingkaran pada tepi trotoar.




Gambar 3.45 Lingkaran Pada Bentuk Trotoar

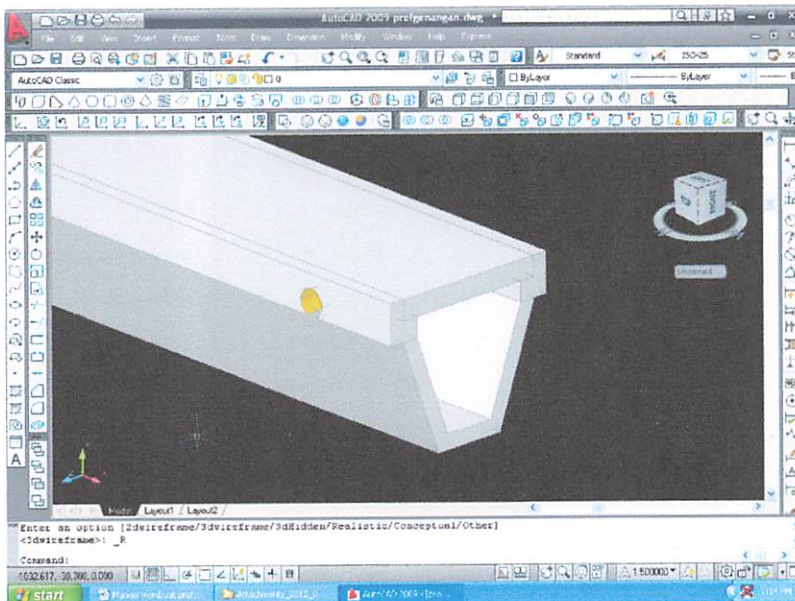


2. *Extrude* lingkaran menembus trotoar.





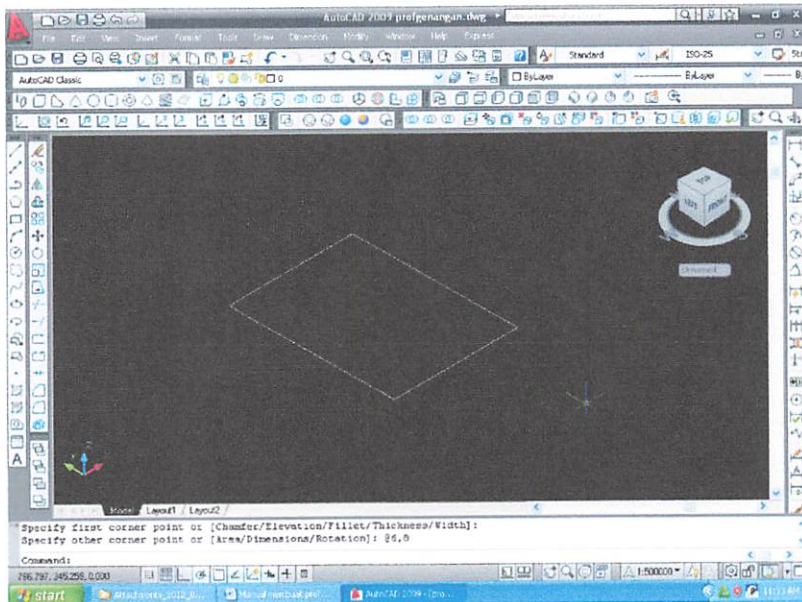
Gambar 3.46 *Extrude* Lingkaran

3. Untuk melubangi, klik *subtract*  /select atau klik obyek *list* trotoar/ klik kanan/ *select* obyek silinder/ klik kanan.




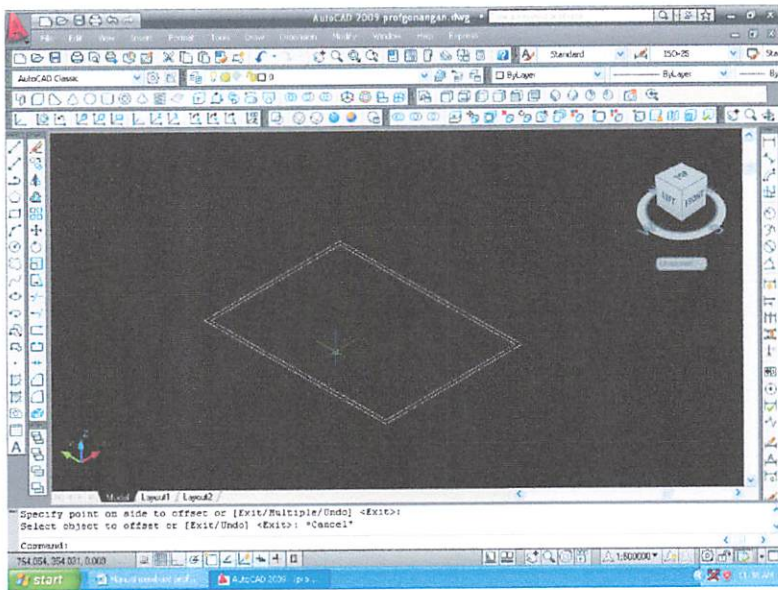
Gambar 3.47 Melubangi Sisi Trotoar

8. Untuk membuat jalan dan tanahnya, langkah-langkahnya sama seperti membuat trotoar.
9. Untuk membuat rumah, langkah-langkahnya:
  1. Tampilkan *sw isometri*  .
  2. Buat kotak dengan ukuran rumah kira-kira 6m x 8m menggunakan *rectangle* caranya klik *rectangle*  / klik titik awal / masukan angka 6,8/ *enter*.




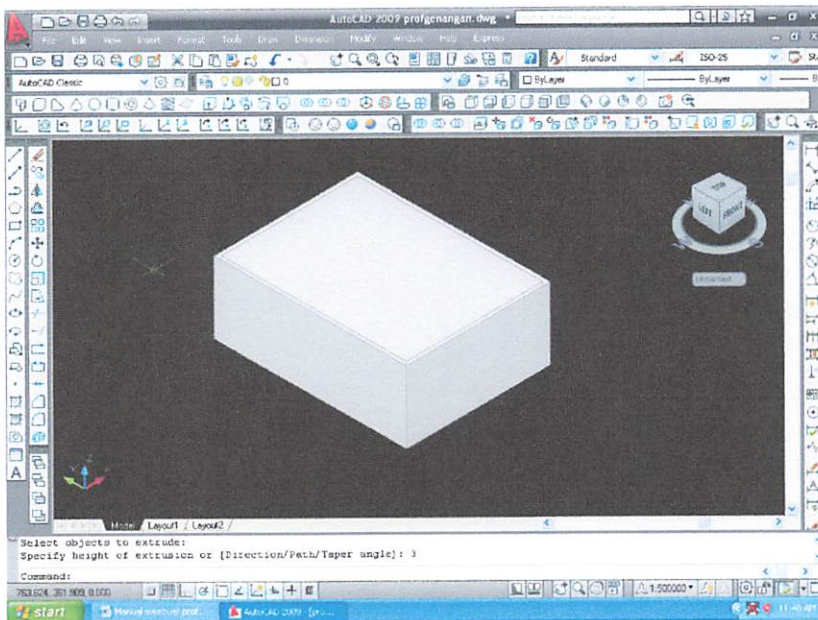
Gambar 3.48 Kerangka Bangunan

3. Untuk membuat dinding, kotak yang sudah ada di-*offset* 0.15 ke dalam. Caranya klik *offset*  / masukan angka 0.15/ *enter* / klik garisnya / klik di tengah-tengah bentuk kotak.




Gambar 3.49 Offset Kerangka Bangunan

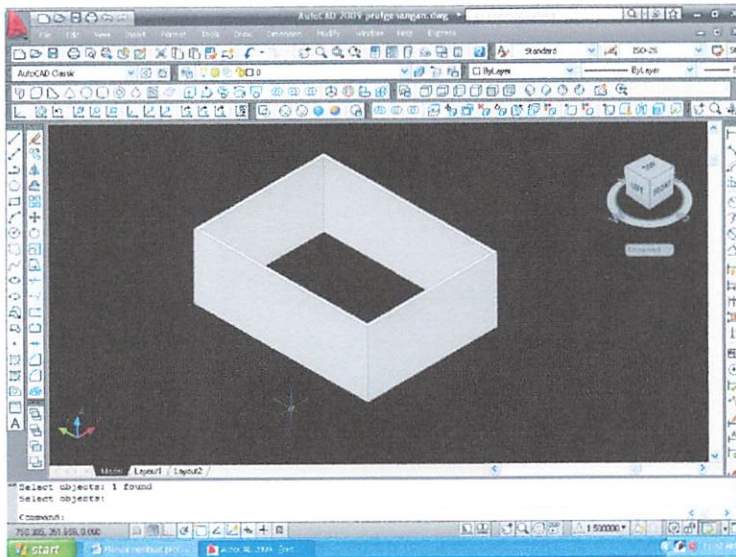
4. Pilih *extrude*  / select kedua obyek kotak/ enter / masukan tinggi tembok rumah misalnya 3 / enter /.




Gambar 3.50 Extrude Kerangka Bangunan

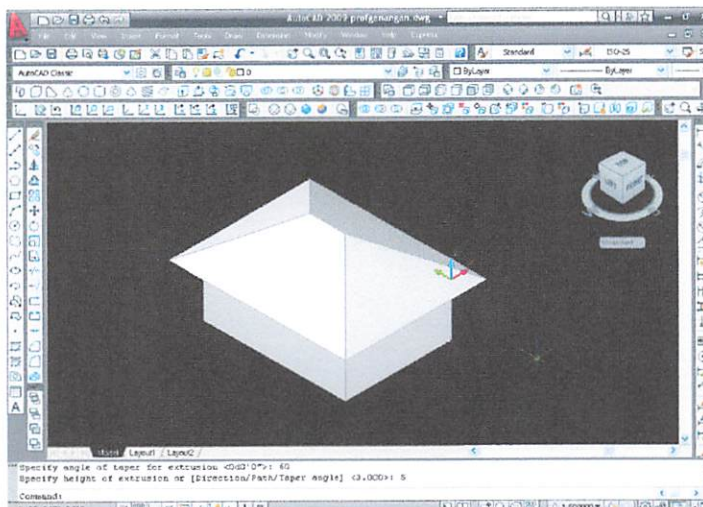


5. Untuk melubangi dinding tembok rumah, klik *subtract*  / *select* atau klik obyek bagian luar / klik kanan / *select* obyek bagian dalam / klik kanan.



Gambar 3.51 Subtract Kerangka Bangunan

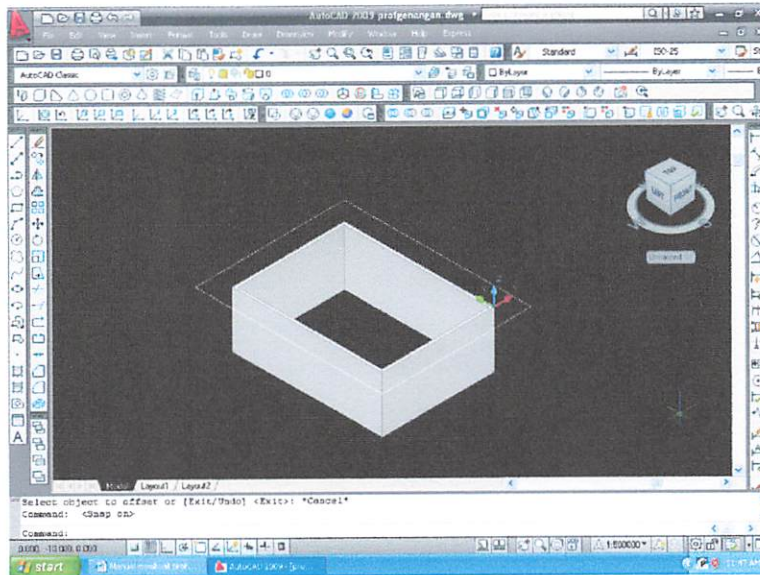
10. Untuk membuat atap, langkah-langkahnya adalah:
1. Letakkan *UCS origin*  pada sudut atas tembok.
  2. Buat *rectangle* mengikuti bentuk tembok bagian atas kemudian di *offset* 1 meter keluar.



Gambar 3.52 Bentuk Atap Bangunan



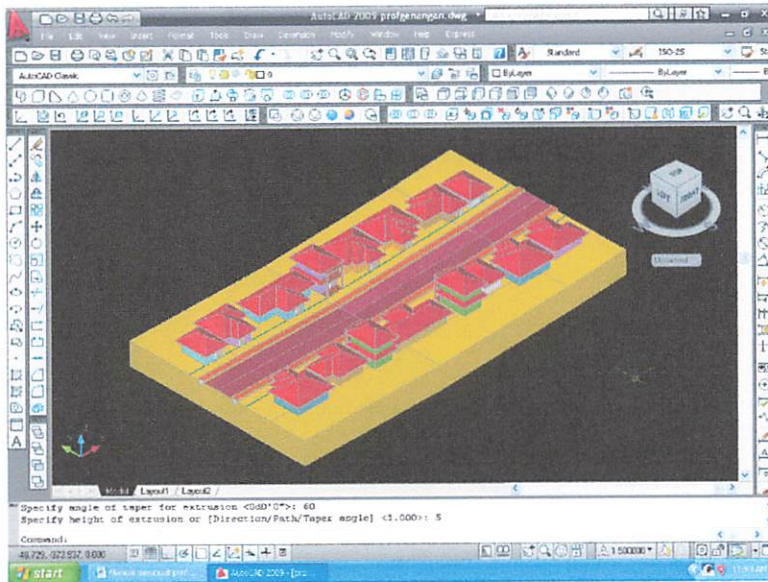
3. Klik *extrude* / *select object* kotak yang sudah di *offset* / *enter* / ketik TA (untuk memasukan kemiringan misalnya 60) / *enter* / masukan ketinggian misalnya 5 / *enter*.



Gambar 3.53 Exctrude Atap Bangunan

Semua bentuk atau jenis elemen harap dimasukan kedalam layer sesuai dengan elemennya seperti trotoar, *list* trotoar, aspal, dinding, atap, tanah. Ini untuk mempermudah pada saat di *render* menggunakan *3ds max*.

Setelah semuanya dibuat, maka bentuknya disusun seperti bentuk gambar 3.54.




Gambar 3.54 Susunan Layer Object 3 Dimensi

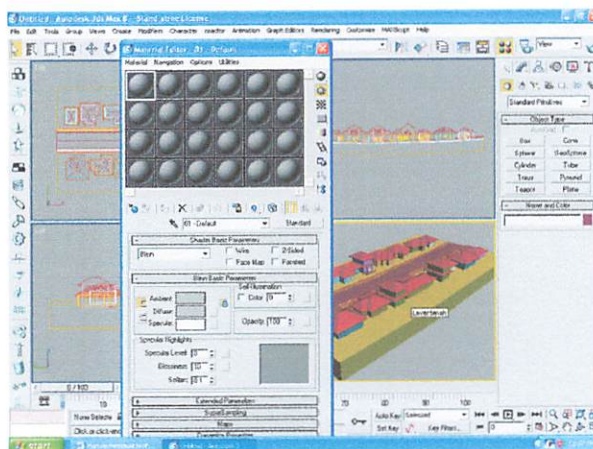
Setelah semuanya jadi *filenya* disave dengan format Auto CAD 2004.

### 3.3.1.5.2. Membangun Animasi Simulasi menggunakan 3DS Max

Klik *file / import / cari file CAD* yang td sudah di buat / *file of typenya* pilih *Auto CAD drawing / open*.

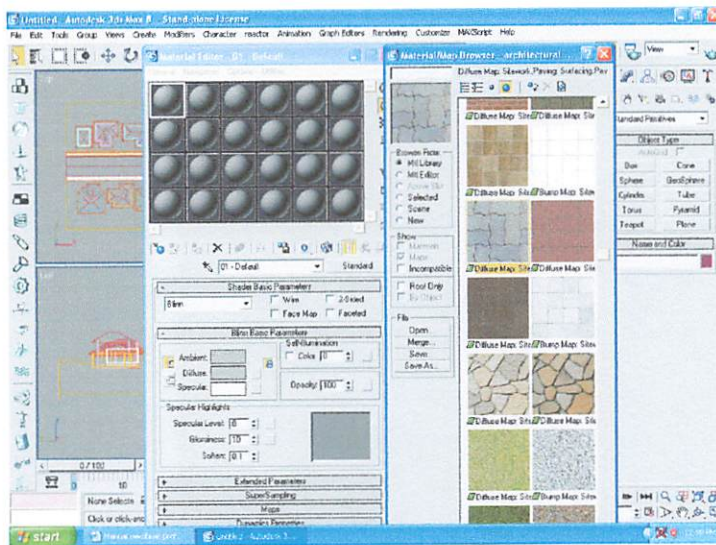
Setelah terbuka, langkah selanjutnya memasukan material:

1. Caranya ketik M atau klik material editor .
2. Pilih 1 bola/ kilik kotak kecil disebelah *diffuse*.






Gambar 3.55 Material Editor

- Setelah keluar *box* material / map browser pilih *mtl library*/ klik *open* kemudian pilih material yang ada / *open*. (material yang ada sudah dikelompokkan berdasarkan jenisnya).
- setelah keluar materialnya, *Double* klik pada material yang diinginkan.



Gambar 3.56 Pilihan Material

- Klik *select by name*  pilih layer yang mau diberikan material misalnya trotoar.
- Setelah itu klik *show Map in view port* .
- Klik *assign material to selection* .
- Untuk mengatur ukuran materialnya, klik *modifie* / *modifier list* / pilih *UVW map* / pilih *box* / kemudian atur nilai *length*, *width*, dan *height*.

Untuk elemen yang lain, masukan material seperti langkah diatas dengan penggunaan 1 bola untuk 1 material pada *material editor*.

Untuk pohon menggunakan support bentuk yang sudah ada yaitu *RPC*.


Caranya:

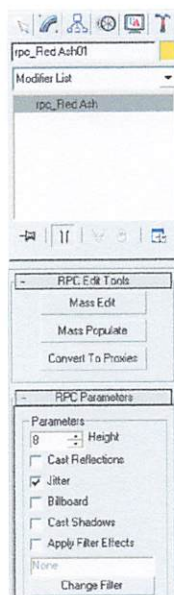
- Klik *geometry* .
- Klik *box standart primitives* dan pilih *RPC*.





Gambar 3.57 Kotak Dialog Standart Primitive


3. Klik *RPC* / klik *box demo* / pilih *trees* / pilih pohonnya.
4. Klik tahan sambil di tarik pada tampilan *top*.
5. Untuk mengatur besarnya, klik obyek pohonnya, klik *modify*  , ganti parameter *heightnya* sesuai dengan ketinggian pohon misalnya 8 .



Gambar 3.58 Kotak Dialog Modify

Langkah selanjutnya adalah membuat animasi hujan sebagai berikut:

1. Klik *geometry* 
2. Klik *box standart primitives* dan pilih *particle systems*.


3. Pilih *blizzard* dan buat kotak dan di-move ke atas obyek.
4. klik *modify*  .
5. Pada *basic parameter* pilih *mesh*.
6. Pada *particle type* menggunakan tetra.
7. Pada *particle parameter use rate* masukan nilainya 800.
8. *Emit stop* masukan nilainya sesuai dengan *time frame*.
9. Untuk *size*-nya masukan 0.5.
10. Setelah itu masukan material yang caranya seperti cara diatas namun menggunakan warna putih.

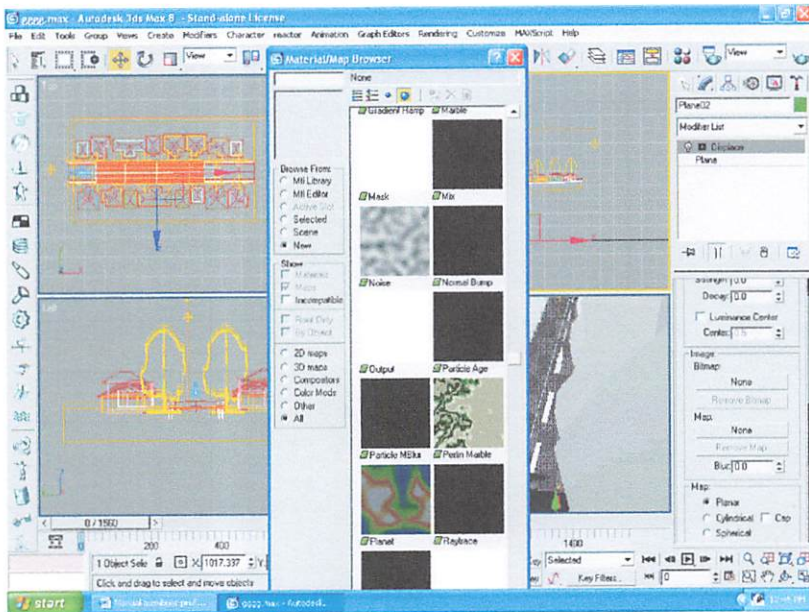
Setelah membuat animasi hujan, maka selanjutnya adalah membuat efek banjir dengan langkah sebagai berikut:

1. Klik *geometry*  .
2. Buat obyek dengan menggunakan *plane* mengikuti bentuk jalan.



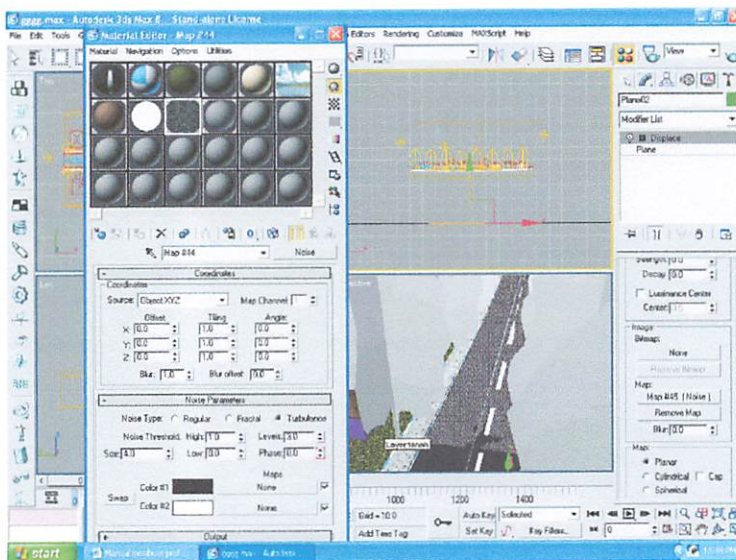
Gambar 3.59 Kotak Dialog Plane

3. klik *modify*  .
4. Untuk mengatur ukuran materialnya, klik *modifie / modifier list / pilih displace*.
5. Klik *none* pada *options map*.
6. Klik *new* pada *option browse from*.
7. Pilih *noise*.



Gambar 3.60 Pilihan Noise

8. Buka *material editor* dengan ketik M kemudian klik tahan *map noise* ke salah satu bola *material* kosong kemudian pilih *instance* dan OK.
9. Pada option *noise* parameter pilih *turbulence* dan sizenya 4.



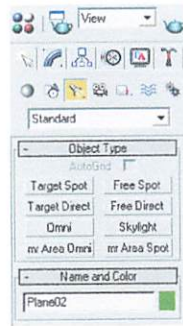
Gambar 3.61 Kotak Dialog Noise Parameter

10. Masukkan material warna putih pada obyek *plane* yang telah di buat.



Setelah semua detail 3 dimensi selesai maka dapat diatur pencahayaan sebagai berikut :

1. Klik *lights*.




Gambar 3.62 Opsi Light

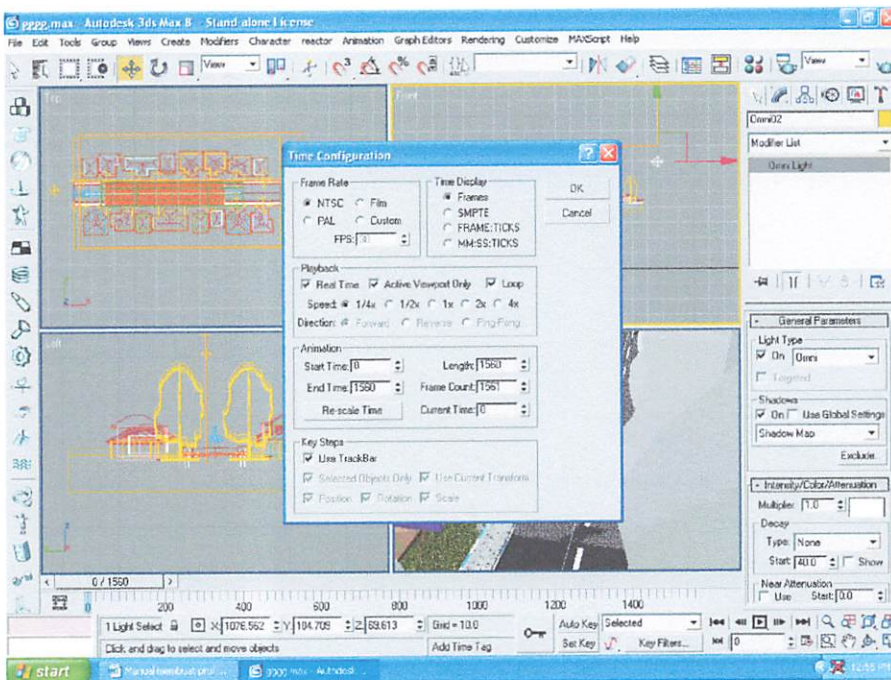
2. Pilih *omni* dan taruh di atas obyek.
3. Untuk intensitasnya dapat di atur pada *modify*.




Gambar 3.63 Pengaturan Pencahayaan

Langkah terakhir untuk pembuatan animasi simulasi adalah proses *rendering*, yaitu proses pewarnaan dan pembangunan *shading* bentukan animasi. Langkah untuk *rendering* adalah sebagai berikut:

1. Atur *time fram*nya dengan klik *time configuration*  yang ada di sudut kanan bawah.
2. *Speed*nya di pilih  $\frac{1}{4}$  x.
3. *End timenya* masukan sesuai dengan kebutuhan misalnya 1560 (100 *frame* menghasilkan animasi selama 3 detik).
4. Klik OK.

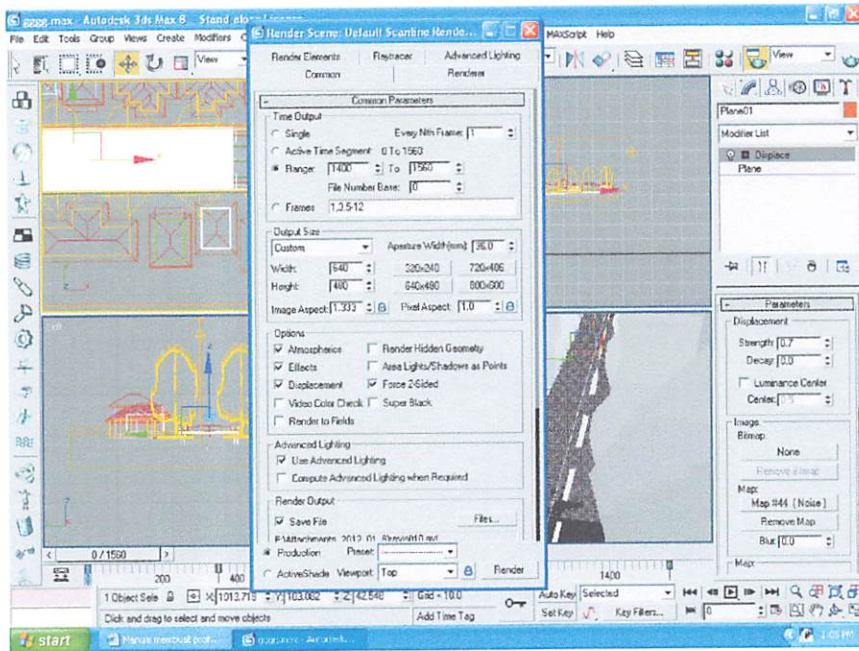


Gambar 3.64 Pengaturan Waktu Frame

5. Klik *Auto Key* kemudian gerak-gerakan bentuk *plane* dan klik gambar kunci untuk mengunci bentuk perubahan.
6. Klik *auto key* lagi untuk mematikan.
7. Ketik *F10* atau klik  sehingga keluar *box render scene*.
8. Pilih *active time segment*.
9. Pilih *force 2 side*.

10. Pada *option render output* Pilih *file* kemudian simpan *filenya*.

11. Klik *render* untuk merender.



Gambar 3.65 Pilihan Render



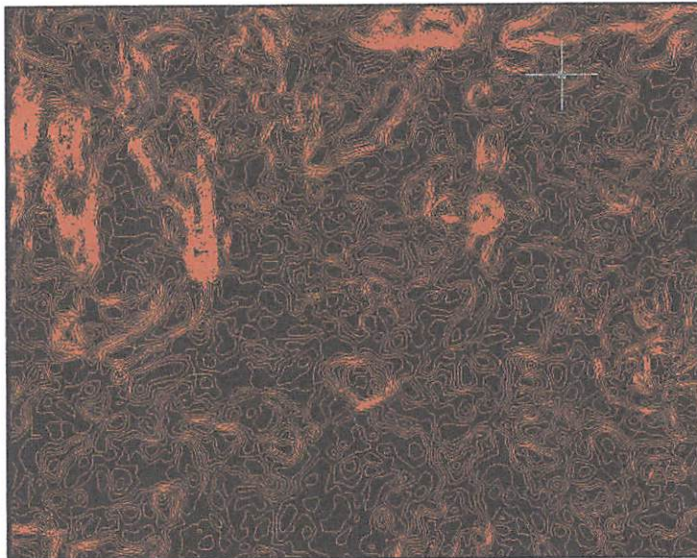
## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini berupa sebuah model permukaan digital yang menunjukkan titik – titik daerah genangan di kecamatan Bojonegoro dan Animasi simulasi titik – titik genangan yang di dapat dari perhitungan debit saluran dan pengaruh dari utilitas yang berada di sekitar titik genangan

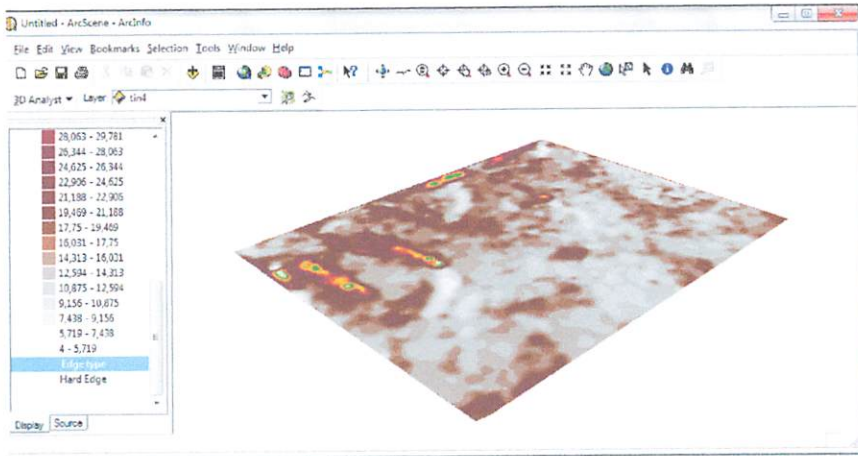
#### 4.1. Ekstraksi DEM dari Data Kontur Kecamatan Bojonegoro

Data kontur diperoleh dari ekstraksi citra *ASTER G-DEM* yang di proses menggunakan *software Global Mapper 12* sehingga didapat garis kontur dengan interval yang diinginkan (pada penelitian ini digunakan garis kontur dengan interval 1 meter).



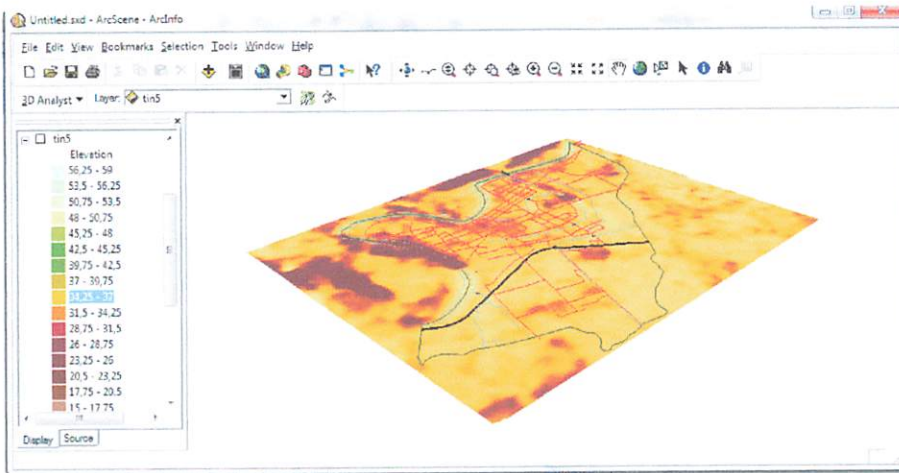
Gambar 4.1 Garis Kontur Hasil Ekstraksi Dari Citra *ASTER G-DEM*

Dari data kontur tersebut maka dapat dibuat permukaan digitalnya dengan menggunakan *software ArcGIS 9.3* yang dapat diatur pewarnaan dan simbologinya.



Gambar 4.2 Permukaan Digital Data Kontur

Model permukaan digital yang sudah terbangun dapat di ubah menjadi data *raster* sehingga dapat di *overlay*kan dengan peta garis kecamatan Bojonegoro.



Gambar 4.3 Hasil Overlay Raster Surface Dengan Peta Garis Kecamatan Bojonegoro

## 4.2. Model 3 Dimensi Daerah Potensi Genangan Kecamatan

### Bojonegoro

Dari hasil *overlay surface DEM* dengan peta garis Kecamatan Bojonegoro dapat di inputkan data titik – titik genangan di kecamatan Bojonegoro yang didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Bojonegoro

Tabel 4.1 Daerah Genangan Air Limpasan Drainase Kota Bojonegoro

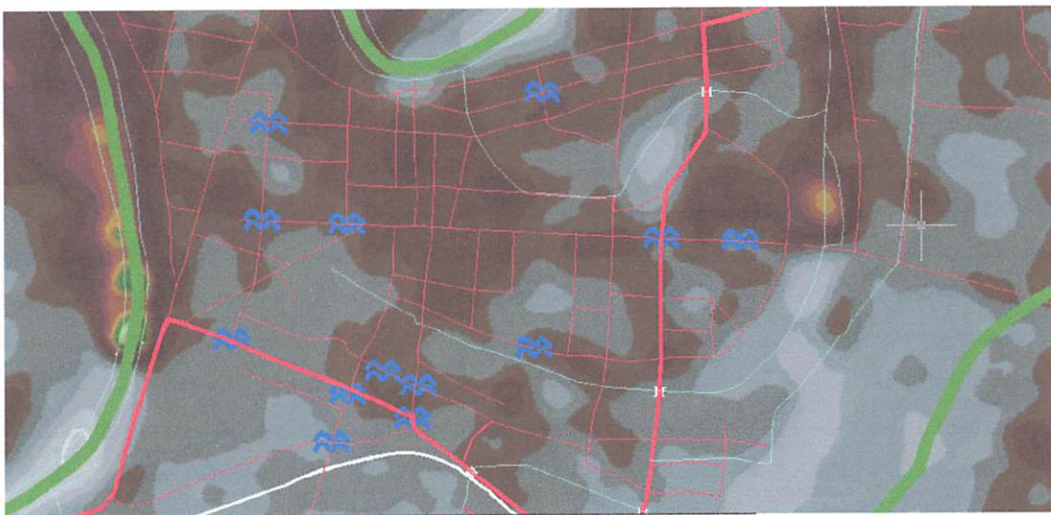
No.	Lokasi
1	Jl. Pemuda (Depan Supermarket Bravo)
2	Perempatan PLN (Jl. Basuki Rahmad, Jl. Teuku Umar, Jl. Sawunggaling, & Jl. Pemuda)
3	Jl. DR. Cipto
4	Gg. Buntu, Jl. DR. Sutomo
5	Pertigaan Jl. Diponegoro dan Jl. Ade Irma Suryani
6	Pertigaan Tugu Adipura
7	Pertigaan Jl. Panglima Sudirman & Taman Makam Pahlawan
8	Perempatan Jl. Hayam Wuruk dan Jl. Mayangkoro
9	BPD Jatim, Jl. Mastrip
10	Jl. Panglima Sudirman
11	Jl. Ade Irma Suryani
12	Perempatan Jl. Untung Suropati, Jl. Panglima Polim, & Jl. DR. Sutomo
13	Pertigaan Jl. Panglima Polim dan Jl. Pattimura
14	Pertigaan Jl. Untung Suropati dan Jl. Setyabudi





Gambar 4.4 Titik – Titik Genangan Di Kecamatan Bojonegoro

Dari hasil *join* data tersebut maka dapat dibuat peta daerah genangan dan model permukaan digital daerah genangan Kecamatan Kota Bojonegoro.



Gambar 4.5 Peta Daerah Genangan Kecamatan Kota Bojonegoro

### 4.3. Hasil Survey Utilitas Titik – Titik Genangan Kecamatan

#### Bojonegoro

Dari hasil survei utilitas di titik – titik genangan di dapatkan data sebagai berikut

Tabel 4.3 Profil Jalan Daerah Genangan Kec. Bojonegoro

No.	Nama Saluran	Kiri Jalan			Kanan Jalan		
		B.Atas	B.Bawah	H.Sal	B.Atas	B.Bawah	H.Sal
		(CM)	(CM)	(CM)	(CM)	(CM)	(CM)
1.	Diponegoro	80	50	100	80	50	100
2.	Mastrip	80	50	100	80	50	100
3.	Teuku Umar	80	50	80	80	50	100
4.	P. Sudirman	80	50	100	80	50	80
5.	Hayam Wuruk	80	80	70	80	50	80
6.	Sawunggaling	80	50	80	80	50	80
7.	Basuki Rahmat	200	120	200	200	120	200
8.	Mayangkoro	80	50	100	80	50	100
9.	Setyobudi	80	50	100	80	50	100
10.	Dr. Cipto	80	80	100	80	80	100
11.	Untung Suropati	80	50	100	80	50	100
12.	Dr. Sutomo	80	50	100	80	50	100
13.	Panglima Polim	100	80	150	100	80	150
14.	Pattimura	80	50	100	80	50	100
15.	Pemuda	80	50	100	80	50	100
16.	Ade Irma Suryani	40	40	60	60	60	60

Tabel 4.3 Profil Jalan Daerah Genangan Kec. Bojonegoro

No.	Nama Jalan	Tepi Lunak Kanan	Lebar Jalan	Tepi Lunak Kiri
		(M)	(M)	(M)
1.	Diponegoro	0	8	0
2.	Mastrip	0	8	0
3.	Teuku Umar	0	8	0
4.	P. Sudirman	0	8	0
5.	Hayam Wuruk	1.5	6	1.5
6.	Sawunggaling	1.5	8	1.5
7.	Basuki Rahmat	1.5	8	1.5
8.	Mayangkoro	1	6	1
9.	Setyobudi	1.5	5	1.5
10.	Dr. Cipto	0	7	0
11.	Untung Suropati	0	11	0
12.	Dr. Sutomo	0	6	0
13.	Panglima Polim	0	7	0
14.	Pattimura	0	8	0
15.	Pemuda	0	11	0
16.	Ade Irma Suryani	0	6	0

#### 4.4. Analisis Hidrologis Hasil Survei Utilitas

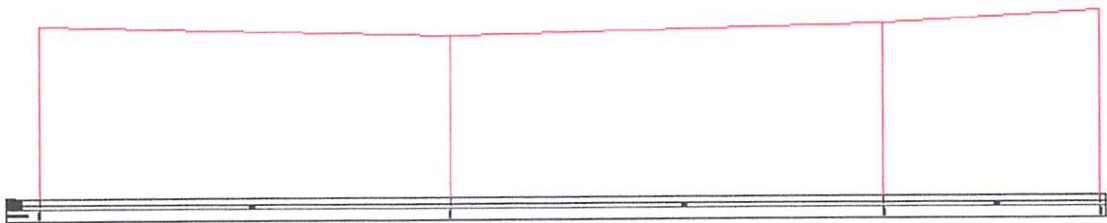
Survei utilitas dilakukan dengan mengambil / mengukur *sample* yang diambil di Pertigaan Taman Makam Pahlawan dan Jalan Panglima Sudirman, Kecamatan Bojonegoro.

Tabel 4.4. Hasil Survei Utilitas

Lokasi	Profil Jalan (Meter)			Profil Saluran						Titik Pembuangan	
	T.Lunak (Kr)	Lebar	T.Lunak (Kn)	Kiri (cm)			Kanan (cm)			Kiri	Kanan
				B.Atas	B.Bwh	H.Sal	B.Atas	B.Bwh	H.Sal		
Pertigaan Jl. Panglima Sudirman & Taman Makam Pahlawan	0	8	0	80	50	100	80	50	80	1	1

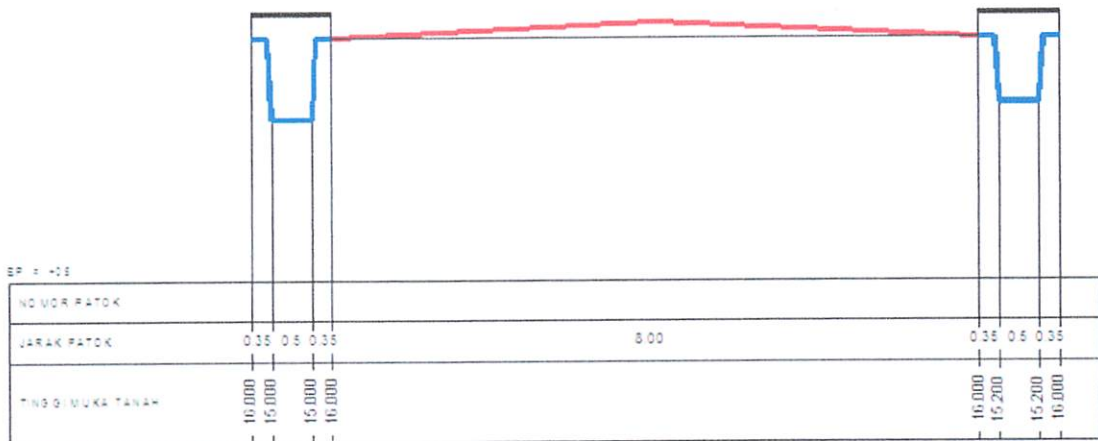
##### 4.4.1. Menghitung Luas Penampang Daerah Genangan

Dari data garis kontur yang ada maka dapat diambil potongan penampang daerah genangan, sehingga dapat di ketahui luasannya dan *volume* genangan.



Gambar 4.5 Profil Memanjang Daerah Genangan





Gambar 4.6 Profil Melintang Daerah Genangan

Dari profil diatas didapatkan luas daerah genangan adalah 127 m<sup>2</sup>.

Volume genangan yang adalah 127 m<sup>2</sup> x Lebar Jalan = 127 x 8 = 1016 m<sup>3</sup>

#### 4.4.2. Menghitung Kecepatan Aliran Air Genangan

- Diketahui :
- Jarak lubang ke tanah = 10 cm
  - Jarak lubang ke permukaan air rata – rata = 50 cm

$$V = \sqrt{(2gh)}$$

$$V = \sqrt{(2 \times 0.1 \times 0.5)}$$

$$V = \sqrt{0.1}$$

$$V = 0.316 \text{ m / s}$$

#### 4.4.3. Menghitung Debit Genangan

$$Q = AV$$

$$Q = 127 \text{ m}^2 \times 0.316 \text{ m / s}$$

$$Q = 40.132 \text{ m}^3/\text{s}$$



- Dimana :
- Q = Debit Genangan
  - A = Luas Penampang
  - V = Kecepatan Aliran

#### 4.4.3. Menghitung Waktu Surut Genangan

Metode Rasional adalah salah satu metode empiris dalam hidrologi. Rumus matematis metode ini adalah:

$$\text{Debit Maksimum (Q}_{\text{Maks}}) = CIA / 360 \text{ (m}^3 \text{/s)}$$

- Dimana :
- C = Koefisien Genangan  
(*Soil and Water Conservation Engineering, John Wiley & Son, New York, 1985*)
  - I = Intensitas Hujan (mm/jam) Bulan Desember  
(*Dinas Pengairan Kabupaten Bojonegoro*)
  - A = Luas Area

$$\begin{aligned} \text{Debit Maksimum (Q}_{\text{Maks}}) &= 0.4 \times 2056 \times 127 / 360 \text{ (m}^3 \text{/s)} \\ &= 290.12 \text{ m}^3 \text{/s} \end{aligned}$$

Jadi pada perhitungannya debit maksimum pada bulan Desember diketahui bahwa terjadi selisih yang cukup besar pada hasil debit *existing* dan debit hasil hitungan yang menyebabkan genangan sebesar 249.9 m<sup>3</sup>/s.

Dari perhitungannya sebelumnya telah didapatkan debit dan volume area genangan. Maka dapat dihitung berapa lama ( t ) genangan yang terjadi akan surut.

$$Q = 40.132 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v_{\text{max}} = 1016 \text{ m}^3$$

$$t = v_{\text{max}} \times l / Q$$

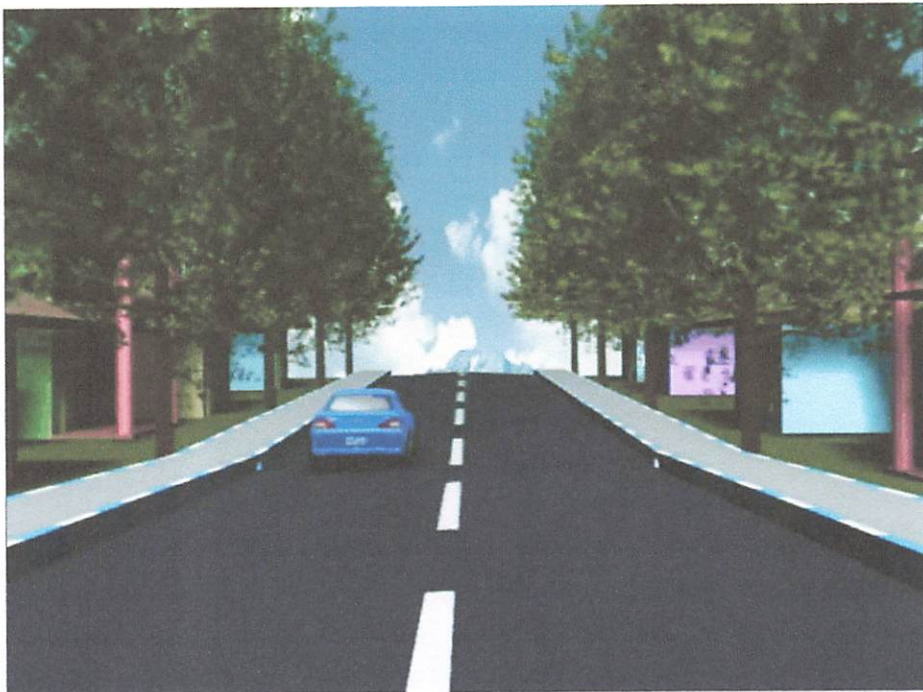
$$t = 1016 \times 2.056 / 40.132$$

$$t = 52 \text{ detik}$$

jadi akan terjadi genangan selama 52 detik setelah terjadi hujan pada bulan Desember pada curah hujan bulanan rata – rata.

#### 4.5. Hasil Animasi Simulasi 3D Daerah Genangan

Dari hasil survei utilitas dan analisis hidrologis di titik genangan maka dapat dibuat animasi simulasi 3D yang mempresentasikan gejala yang terjadi di titik genangan.



Gambar 4.7 Animasi Simulasi 3D Titik Genangan



*Gambar 4.8 Animasi Simulasi 3D Titik Genangan*



*Gambar 4.9 Animasi Simulasi 3D Titik Genangan*

#### 4.6. Pembahasan

Dari analisa dan hitungan di atas, maka didapatkan hasil pembahasan sebagai berikut :

1. Terjadinya genangan air disebabkan oleh banyak faktor, antara lain faktor alamiah dan faktor tindakan manusia. Faktor alamiah, diindikasikan oleh curah hujan yang tinggi, topografi suatu daerah dan kondisi alam daerah itu (jenis tanah, bentuk aliran sungai, dsb). Sedangkan faktor tindakan manusia antara lain: perubahan tata guna lahan akibat penggundulan hutan (*deforestasi*) dan perluasan kota.
2. Data kontur pada peta RBI skala 1 : 25.000 belum bisa digunakan untuk membangun model permukaan digital untuk analisa daerah genangan. Pada Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 25.000 tidak terdapat garis kontur yang sesuai kerapatannya dengan kebutuhan untuk membangun model permukaan digital. Maka pada penelitian ini digunakan ekstraksi garis kontur dari citra *ASTER G-DEM* yang bisa di ekstrak hingga interval 1 meter.
3. Analisa rata – rata curah hujan dan survei utilitas dapat dijadikan parameter untuk menentukan daerah genangan. Kondisi utilitas – utilitas jalan yang baik dan sesuai dengan limpasan air hujan yang terjadi mempengaruhi skala genangan yang terjadi. Pada daerah genangan yang terjadi, rata – rata mempunyai bangunan utilitas yang tidak sesuai. Contohnya pada daerah sample yang akan dijadikan proyek simulasi, jumlah lubang resapan hanya terdapat 2 buah saja. Sehingga tepat pada cekungan tempat limpasan air hujan berkumpul, proses pembuangan air genangan memakan waktu lebih lama.

4. Dari hasil survei utilitas dapat dihitung luas penampang genangan, kecepatan aliran air genangan dan debit genangan. Perhitungan debit eksisting genangan pada daerah sample ( Pertigaan Taman Makam Pahlawan dan Jalan Panglima Sudirman ) didapatkan debit sebesar  $40.132 \text{ m}^3/\text{s}$ , dengan luas daerah genangan sebesar  $127 \text{ m}^2$ . Sedangkan dari perhitungan debit maksimum aliran yang dihitung dari parameter koefisien genangan, intensitas curah hujan pada bulan Desember dan luas area genangan didapatkan debit maksimum aliran sebesar  $290.12 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Maka dapat disimpulkan bahwa terjadi kekurangan besarnya debit aliran sebesar  $249.9 \text{ m}^3/\text{s}$  yang mengakibatkan terjadinya genangan. Lama genangan yang terjadi dihitung dari debit aliran eksisting yang menyebabkan terjadi genangan selama 52 detik dengan rata – rata waktu hujan satu jam.

5. Titik – titik genangan yang terjadi ternyata tidak hanya pada daerah yang memiliki kelereng yang tinggi saja. Pada model permukaan digital yang telah dibangun dapat dilihat pada lokasi lain yang berupa cekungan tidak terdapat titik – titik genangan. Sedangkan titik – titik genangan dari data Dinas PU Kabupaten Bojonegoro beberapa diantaranya terjadi pada daerah yang relatif datar atau tidak mempunyai cekungan yang cukup besar. Hal tersebut dikarenakan oleh faktor pembangunan utilitas jalan. Jika utilitas jalan ( drainase, trotoar, lubang resapan, dll ) kondisinya tidak baik, maka terdapat potensi daerah tersebut akan terjadi genangan. Sebaliknya jika utilitas jalan yang ada kondisinya baik dan sesuai dengan lokasinya, maka tidak terdapat potensi terjadi genangan meskipun lokasinya berupa cekungan.



6. Pada penggunaan elevasi hasil ekstraksi dari *ASTER G-DEM* meskipun bisa disesuaikan intervalnya hingga 1 meter tetapi sebenarnya adalah dari citra dengan skala kecil. Sedangkan pada lokasi penelitian cakupan jaraknya relatif kecil dibandingkan skala cakupan dari citra *ASTER G-DEM* sehingga terjadi *missed* relevansi penggunaan bahan dasar ukuran nilai elevasi. Jika penggunaan data sumber elevasi didapatkan dari sumber peta dengan skala besar maka akan lebih relevan dengan cakupan wilayah lokasi penelitian.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembuatan model permukaan digital daerah genangan di Kecamatan Bojonegoro dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Ekstraksi data kontur pada citra *ASTER G-DEM* dapat digunakan untuk membangun model permukaan digital karena dapat diekstrak sampai ke interval yang terendah ( pada penelitian ini digunakan interval 1 meter ).
2. Dari hasil survei utilitas antara lain profil jalan, profil saluran dan jumlah titik pembuangan dapat dihitung luas penampang genangan, kecepatan aliran air genangan dan debit genangan.
3. Genangan air akan terjadi jika ada kelebihan antara debit perhitungan dengan debit hasil pengukuran. Dalam hal ini titik genangan pada Jalan Panglima Sudirman Kecamatan Kota Bojonegoro memiliki kelebihan debit sebesar  $249.9 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Dengan demikian daerah tersebut diprediksi sebagai daerah yang rawan terkena genangan air hujan.
4. Untuk menentukan lokasi rawan genangan, diperlukan suatu rujukan. Dalam hal ini digunakan data daerah rawan genangan dari Dinas PU Kabupaten Bojonegoro, berupa data tabular. Dengan melakukan 'cross check', dapat dibuat peta rawan genangan untuk daerah penelitian.
5. Potensi terjadinya genangan ternyata sangat dipengaruhi oleh kondisi utilitas jalan pada daerah tersebut. Jika utilitas baik, maka tidak berpotensi terjadi genangan meskipun berada di daerah yang memiliki kelerengan yang tinggi atau berupa cekungan.

## 5.2 Saran

Untuk perbaikan dan pengembangan penelitian ini maka penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Pembangunan utilitas drainase yang baik dapat mengurangi potensi terjadinya genangan, terutama pembuatan lubang pembuangan air seharusnya dibuat beberapa titik pada lokasi yang memiliki kelerengan yang relatif tinggi.
2. Penggunaan peta dasar yang tepat adalah peta yang memuat data ketinggian atau garis kontur dengan interval yang rapat, sehingga dapat diklasifikasikan secara lebih *detail* lagi.
3. Penelitian sebaiknya dilakukan pada musim – musim penghujan dengan curah hujan yang relatif tinggi, sehingga dapat didapatkan data penelitian yang bagus dan lebih banyak parameter untuk perhitungannya.
4. Pembuatan animasi sebaiknya disesuaikan dengan kondisi yang sebenarnya dari daerah genangan yang disimulasikan.
5. Data – data penelitian harus relevan dengan tujuan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Risworo, Irwansyah, 2010. ***Penentuan Daerah Limpasan dan Genangan Air Hujan Menggunakan Software ArcGis 9.2***. Tugas Akhir, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Hardaningrum, Farida. 2005, ***Pemanfaatan Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Untuk Analisa Limpasan Dan Genangan Air Hujan Di Kabupaten Sidoarjo***. Program Studi Magister Teknik Sipil Bidang Keahlian Penginderaan Jauh ITS. Surabaya
- Djurjani, 1999. ***Model Pemukaan Digital***, Jurusan Teknik Geodesi FT-UGM, Yogyakarta.
- Hartanto. 2007, 3D Analyst Untuk Menentukan DAS, ***<http://hartanto.wordpress.com/category/notas-rapidas/gisproc/>***.
- Hartanto. 2007, 3D Analyst Untuk Menghitung Volume Material, ***<http://hartanto.wordpress.com/category/notas-rapidas/gisproc/>***.
- Sosrodarsono, Suyono, 1976. ***Hirodolgi Untuk Pengairan***. Pradya Paramitha, Jakarta.
- <http://www.3dsmaxtutorials.net/>***



Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2  
Malang

Gyson Meihendra Widodo  
08.25.908.

**SEMINAR HASIL SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN**

NO	MATERI REVISI

**DOSEN PENGUJI**

*Edwin*  
(M. Edwin Tjahjadi)





Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2  
Malang

**SEMINAR HASIL SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN**

*Byson MW : cd. 25.900*

NO	MATERI REVISI
1.	<p><i>Data<sup>2</sup> hrs relevant d2 tujuan penelitian.</i></p> <p><i>Sudah direvisi.</i></p> <p><i>Acc 17/12</i></p> <p><i>[Signature]</i></p>

**DOSEN PENGUJI**

*[Signature]*  
(.....)

# LAMPIRAN

**FOTO TITIK GENANGAN KECAMATAN BOJONEGORO**

**Pertigaan Jl. Panglima Polim dan Jl. Pattimura**



**Perempatan Jl. Untung Suropati, Jl. Panglima Polim, & Jl. DR. Sutomo**





**Pertigaan Jl. Untung Suropati dan Jl. Setyabudi**



**Jl. Panglima Sudirman**



**Pertigaan Jl. Panglima Sudirman & Taman Makam Pahlawan**



**BPD Jatim, Jl. Mastrip**





**Jl. DR. Cipto**



**Perempatan PLN (Jl. Basuki Rahmad, Jl. Teuku Umar, Jl. Sawunggaling & Jl. Pemuda)**



**Jl. Pemuda (Depan Supermarket Bravo)**



**Perempatan Jl. Hayam Wuruk dan Jl. Mayangkoro**





**Jl. Ade Irma Suryani**




**Pertigaan Tugu Adipura**



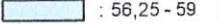
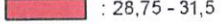
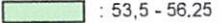
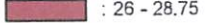
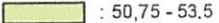
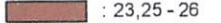
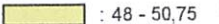
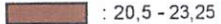

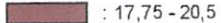

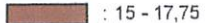
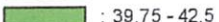
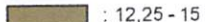
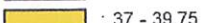
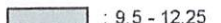
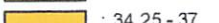
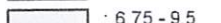
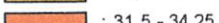

Judul Peta :

**PETA LOKASI TITIK GENANGAN  
 KECAMATAN BOJONEGORO**

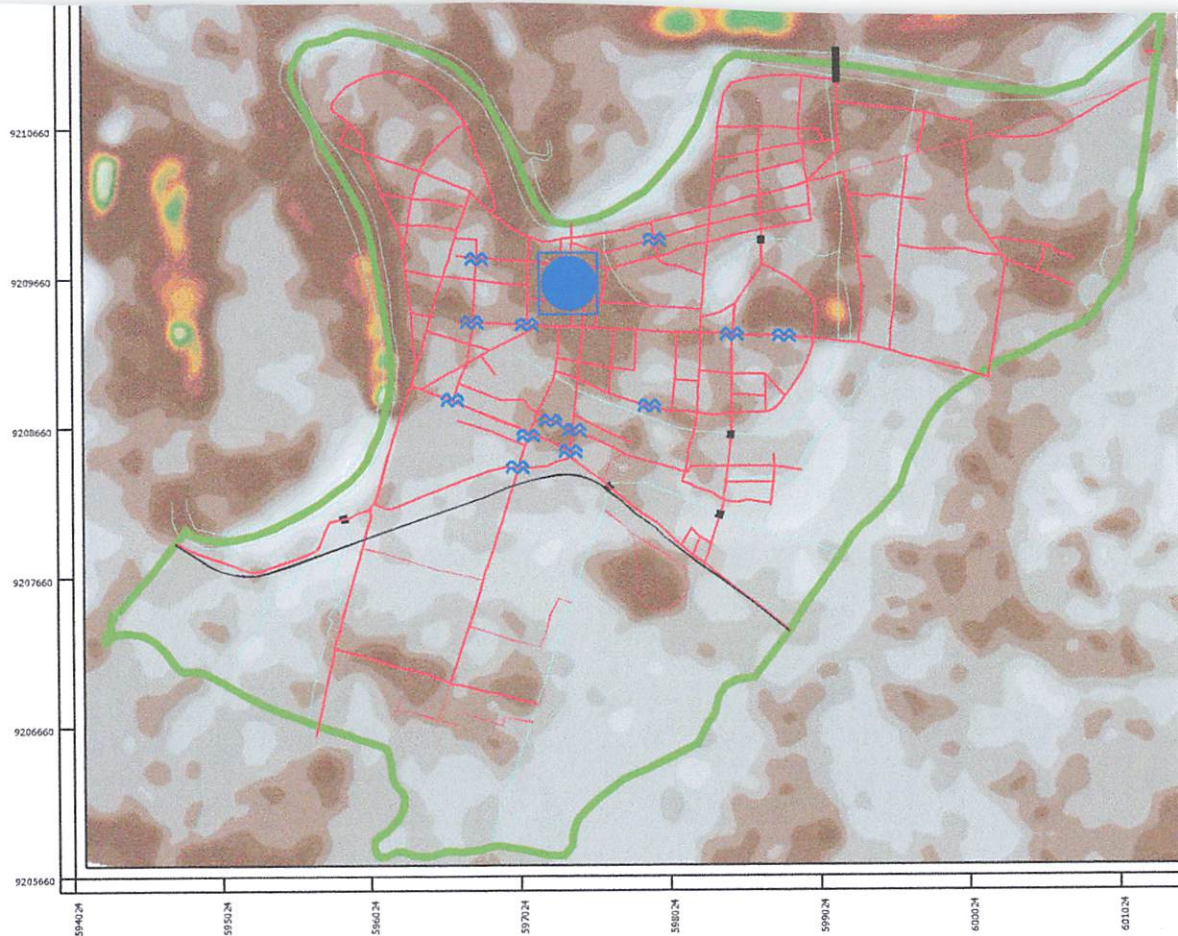
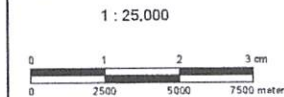
Legenda :

-  : Ibukota Kabupaten
-  : Batas Propinsi
-  : Batas Kabupaten
-  : Batas Kecamatan
-  : Jalan Propinsi
-  : Jalan Kabupaten
-  : Jalan Desa
-  : Rel KA
-  : Sungai
-  : Waduk/Bendungan
-  : Jembatan
-  : Lokasi Genangan

Elevasi ( m )

	: 56,25 - 59		: 28,75 - 31,5
	: 53,5 - 56,25		: 26 - 28,75
	: 50,75 - 53,5		: 23,25 - 26
	: 48 - 50,75		: 20,5 - 23,25
	: 45,25 - 48		: 17,75 - 20,5
	: 42,5 - 45,25		: 15 - 17,75
	: 39,75 - 42,5		: 12,25 - 15
	: 37 - 39,75		: 9,5 - 12,25
	: 34,25 - 37		: 6,75 - 9,5
	: 31,5 - 34,25		: 4 - 6,75

Sumber Peta : RBI Bakosurtanal Skala 1 : 25.000



# KECAMATAN BOJONEGORO