

# PERMODELAN ELEVASI DIGITAL PADA LAHAN RAWA

Ferry Sobatnu <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin

## Ringkasan

*Salah satu perkembangan pemetaan secara digital adalah pemodelan peta dalam bentuk tiga dimensi secara visual. Dengan menampilkan peta secara tiga dimensi, dapat dengan mudah mengidentifikasi perbedaan ketinggian suatu lokasi. Digital Elevation Model (DEM) merupakan salah satu model untuk menggambarkan bentuk topografi permukaan bumi sehingga dapat divisualisasikan kedalam tampilan 3D (tiga dimensi). Salah satu cara untuk memperoleh data DEM saat ini adalah dengan pemanfaatan teknologi Penginderaan Jauh (Remote Sensing). Metode DEM ini dapat dipakai sebagai model, analisa, representasi fenomena yang berhubungan dengan topografi atau permukaan lain. Penggunaan DEM dalam proses analisis limpasan permukaan akan membantu ketelitian dalam mengidentifikasi kemiringan lahan, arah aliran, akumulasi aliran, panjang lintasan aliran dan penentuan daerah pengaliran.*

*Metode penelitian yang diterapkan untuk menggambarkan DEM, yaitu menerapkan struktur dalam bentuk Raster-Grids yang sering pula digunakan terminologi lattice untuk merujuknya; yaitu interpretasi permukaan grids yang disajikan oleh sejumlah titik sample yang berukuran sama (equally Spaced) yang direferensikan terhadap titik awal yang sama (origin) dan jarak sampling konstan yang sama pula dalam arah absis (x) dan ordinat (y). Setiap mesh point (grid atau piksel) 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 ditaksirkan dengan menginterpolasikan berupa nilai ketinggian milik mesh point yang bersebelahan.*

*Hasil penelitian ini menunjukkan keberhasilan dalam membangun proses penyiapan /pengadaan, updating data untuk pembuatan DEM dengan melakukan interpretasi citra satelit LandSAT-7 dan melakukan interpolasi nilai elevasi berdasarkan tingkat warna pada fixsel citra dengan mengacu pada sempel topografi lapangan.*

**Kata Kunci :** DEM, Interpretasi, Interpolasi, Citra

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Sejak ditemukannya pemetaan secara digital, perkembangan pemetaan dari waktu ke waktu semakin berkembang pesat. Hal ini dikarenakan permintaan pemakai peta yang semakin meningkat dan variasi permintaan dari kebutuhan peta yang semakin beragam dengan informasi selengkap mungkin agar peta tersebut nilai manfaatnya semakin tinggi. Salah satu perkembangan yang dimaksud adalah pemodelan peta dalam bentuk tiga dimensi secara visual. Dengan menampilkan peta secara tiga dimensi, sehingga dapat dengan mudah mengidentifikasi perbedaan ketinggian suatu lokasi. Dari sini juga dapat lebih representatif dalam membuat suatu perencanaan untuk mengembangkan daerah.

Delta Pulau Petan sejak tahun 1971 sampai tahun 1983 telah menjadi pusat perhatian Pemerintah melalui para ahli untuk

menjadi objek pengembangan daerah pembudidayaan lahan persawahan pasang surut. Hingga saat ini Delta Pulau Petak terus menjadi perhatian dalam perancangan pengembangan daerah rawa. Lahan pulau petak secara administratif saat ini berada di perlintasan batas provinsi Kalimantan Tengah pada Kabupaten Kapuas dan Provinsi Kalimantan Selatan pada Kabupaten Barito Kuala dan sisi utara dari laut Jawa.

Digital Elevation Model (DEM) merupakan salah satu model untuk menggambarkan bentuk topografi permukaan bumi sehingga dapat divisualisasikan kedalam tampilan 3D (tiga dimensi). Salah satu cara untuk memperoleh data DEM saat ini adalah dengan pemanfaatan teknologi Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*) seperti contohnya; Interferometry SAR (Synthetic Aperture Radar) merupakan salah satu algoritma untuk membuat data DEM yang relative baru. Data citra SAR atau citra radar yang digunakan dalam

proses interferometri dapat diperoleh dari wahana satelit SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) merupakan misi untuk membuat data topografi (DEM).

Metode DEM ini dapat dipakai sebagai model, analisis, representasi fenomena yang berhubungan dengan topografi atau permukaan lain. Penggunaan DEM dalam proses analisis limpasan permukaan akan membantu ketelitian dalam mengidentifikasi kemiringan lahan, arah aliran, akumulasi aliran, panjang lintasan aliran dan penentuan daerah pengaliran. Terdapat beberapa metode untuk menggambarkan bentuk permukaan dalam DEM, yaitu antara lain model grid dalam bentuk bujursangkar, model TIN (*Triangulated Irregular Network*) dalam bentuk segitiga yang tidak beraturan dan yang terakhir adalah *Cellular Automata* (CA) yaitu dalam bentuk segitiga, segiempat dan segi enam beraturan.

#### Rumusan Masalah

Teknologi Penginderaan jauh dikembangkan dengan konsep sebagai perangkat observasi tentang kebumihan beserta sumber daya alamnya termasuk lahan rawa. Data Topografi tidak terpisahkan dari seluruh rangkaian kegiatan penyelidikan di bidang rekayasa pengelolaan sumber daya rawa.

DTM (*Digital Terrain Model*) atau pun DEM (*Digital Elevation Model*) pada prinsipnya merupakan permodelan visual tiga dimensi dari data Topografi, dengan demikian dapatkah membangun DEM melalui teknologi Penginderaan jauh sebagai bagian metodologi rekayasa pengelolaan lahan rawa.

#### Tujuan Penelitian

Membangun konsep permodelan elevasi secara digital pada lahan rawa dengan memanfaatkan citra satelit pada teknologi penginderaan jauh dan memvisualisasikan secara 3D (tiga dimensi) daerah Delta Pulau Petak.

#### Manfaat Penelitian

1. Menjadi metode alternatif namun dapat dipertanggungjawabkan secara teknis dalam melakukan secara sistematis kajian terhadap karakteristik dan fenomena lahan rawa.
2. Menjadi kajian khusus tentang wilayah delta pulau petak, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengelolaan lahan rawa bagi tiap-tiap daerah yang memiliki lahan rawa.
3. Tersedianya metadata lahan rawa Delta Pulau Petak yang berguna dalam melaku-

kan rancang bangun (rekayasa) infrastruktur dan bentuk reklamasi lahan dimasa mendatang.

#### Lingkup Penelitian

1. Penelitian terfokus pada wilayah studi rawa pasang surut delta pulau petak kepulauan Kalimantan.
2. Pemanfaatan sumber *open source* Citra Satelit LanSET 7 dengan sensor SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) dan ASTER Image dengan sensor Terra.
3. Peta Jaringan Irigasi hasil digitasi *on screen* pada citra. Peta Muara Saluran Primer Tabunganen sebagai acuan ketinggian (referensi) tahun 2012.
4. Peralatan penelitian menggunakan beberapa piranti lunak yaitu,
  - Global Mapper 10 berfungsi sebagai perangkat untuk memperoleh citra satelit dan alat visualisasi DEM,
  - AutoCAD Civil 3D 2009 berfungsi sebagai perangkat pembuatan surface dengan hasil akhir DEM,
  - Microsoft Office berfungsi sebagai perangkat untuk penyusunan laporan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh sekarang tidak hanya menjadi alas bantu dalam menyelesaikan masalah. Begitu luasnya lingkup aplikasi penginderaan jauh sehingga dewasa ini bidang tersebut telah menjadi semacam kerangka kerja (*framework*) dalam menyelesaikan berbagai masalah terkait dengan aspek ruang (lokasi, area), lingkungan (ekologis), dan kewilayahan (regional). Perkembangan ini meliputi skala besar (lingkup sempit) hingga skala sangat kecil (lingkup sangat luas). (Danoedoro, 2002).

Kehadiran Teknologi SIG yang diintegrasikan dengan teknologi pengolahan citra digital saat ini juga telah mampu meningkatkan potensi pemanfaatan citra satelit sehingga informasi yang dapat disadap dari citra digital tak lagi hanya berdasarkan aspek spektralnya (*spectral-based*) saja. Sebagai contoh, informasi mengenai aspek fungsi penggunaan lahan dan aspek rotasi tanaman pun dapat disadap dari citra digital satelit melalui pengolahan yang diintegrasikan dengan SIG. Pandangan secara proposional akan manfaat citra digital satelit, yaitu mengerti akan manfaat dan sekaligus keterbatasannya, itulah yang akan membawa pada pemanfaatan dan se-

kaligus keterbatasannya itulah yang akan membawa pada pemanfaatan informasi yang optimal. Survei dan pemetaan geologi serta pertambangan, evaluasi kemampuan dan kesesuaian lahan, perencanaan pengembangan wilayah, pengolahan wilayah pantai, pengolahan Daerah Aliran Sungai (DAS), serta mitigasi bencana alam merupakan contoh-contoh di antara banyak aplikasi yang membutuhkan informasi dasar berdasarkan citra satelit.

### **SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)**

SRTM meruakan wahana satelit yang dilengkapi dengan alat penghasilan gelombang satelit yang dilengkapi dengan alat penghasil gelombang *Synthetic Aperture Radar Interferometry* (InSSAR) yang diluncurkan pada tahun 2000. Data SRTM menghasilkan DEM terutama untuk are dalam cakupan lintas 60 N dan 85 S, mempunyai jenis datum WGS 84 dan ketinggian ellipsoid (Yastikh, 2006). Menurut Van Zyl (2001) SRTM merupakan produk penginderaan jauh yang menghasilkan DEM dunia dengan resolusi spasial 30 meter dan 90 meter.

### **LandSAT-7**

Teknologi penginderaan jauh satelit dipelopori oleh NASA Amerika Serikat dengan diluncurkannya satelit sumberdaya alam yang pertama, yang disebut ERTS-1 (Earth Resources Technology Satellite) pada tanggal 23 Juli 1972, menyusul ERTS-2 pada tahun 1975, satelit ini membawa sensor RBV (Retore Beam Vidcin) dan MSS (Multi Spectral Scanner) yang mempunyai resolusi spasial 80 x 80 m. Satelit ERTS-1, ERTS-2 yang kemudian setelah diluncurkan berganti nama menjadi Landsat 1, Landsat 2, diteruskan dengan seri-seri berikutnya, yaitu Landsat 3, 4, 5, 6 dan terakhir adalah Landsat 7 yang diorbitkan bulan Maret 1998. Landsat 5, diluncurkan pada 1 Maret 1984, sekarang ini masih beroperasi pada orbit polar, membawa sensor TM (*Thematic Mapper*), yang mempunyai resolusi spasial 30 x 30 m pada band 1, 2, 3, 4, 5 dan 7. Landsat 5 mempunyai kemampuan untuk meliputi daerah yang sama pada permukaan bumi pada setiap 16 hari, pada ketinggian orbit 705 km (Sitanggang, 1999 dan Ratnasari, 2000).

Program Landsat merupakan tertua dalam program observasi bumi. Landsat dimulai tahun 1972 dengan satelit Landsat-1 yang membawa sensor MSS multispektral. Setelah tahun 1982, Thematic Mapper TM ditempatkan pada sensor MSS. MSS dan TM merupakan *whiskbroom scanners*. Pada April 1999 Landsat-7 diluncurkan dengan membawa ETM

+scanner. Saat ini, hanya Landsat-5 dan 7 sedang beroperasi.

### **Prinsip Dasar aljabar citra**

Banyak operasi pengolahan citra bertumpu pada operasi titik (*point operation*). Di samping perhitungan statistik citra dan operasi ketetanggaan (*neighbourhood operation*). Operasi titik yang dimaksud di sini adalah bahwa target operasi pengolahan fokuskan pada nilai piksel (BV) tertentu, dimapun titik piksel itu berada. Misalakan kita ingin menunjuk pada suatu nilai 20 maka melalui operasi sembarang titik piksel dalam suatu citra dengan nilai 20 akan dipelakukan sama.

Liu dan Mason (2009) secara spesifik memandang aljabar peta yang d terapkan pada citra merupakan kelompok operasi titik multipeta (*multiimage point operations*), operasi ini berlangsung secara multivariat, di mana jumlah saluran menggantikan jumlah variabel dan dijalankan pada piksel–demi-piksel secara independen tanpa mempertimbangkan kondisi piksel–piksel bertetangga secara. Umum terlihat pada fungsi berikut :

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n),$$

di mana  $n$  adalah jumlah saluran atau lapisan.

Syarat utama suatu himpunan citra atau himpunan saluran dapat diproses dengan operasi aljabar adalah bahwa seluruh citra harus sudah dikoreksi geometrik atau adalah mengalami ko-registrasi sehingga semua kenampakan pada cirta sudah mengacau ke sistem koordinat yang sama, setidaknya berupa registrasi citra-ke-citra dan hanya mempunyai koordinat baris kolom saja. Koreksi geometri atau ko-registrasi membawa konsekuensi pada kesamaan ukuran piksel.

Perlu ditekankan di sini bahwa operasi aljabar citra (atau peta) sepenuhnya bersifat lokal, berbasis *piksel-to-piksel*. Untuk itu dapat di turunkan suatu deskriptor.  $X_i$  dimana  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  merepresentasikan baik saluran ke 4 maupun sembarang piksel di dalam saluran ke- $i$  himpunan data citra  $X$ , di mana  $X_i \in X$

Ada empat macam operasi aritmetik dasar yang bisa digunakan pada citra, yaitu penjumlahan (*addition*), pengurangan (*subtraction*), perkalian (*multiplication*), dan pembagian (*division*). Operasi-operasi dasar ini nantinya akan terkombinasi dengan operasi matematis lain, misalnya fungsi trigonometrik. Operasi ini juga kemudian bisa dipadukan dengan operasi logis, misalnya IF-THEN atau IF-THEN-ELSE.

### **Model Permukaan Digital**

Konsep pembuatan model-model digital untuk permukaan tanah belum terlalu lama ditemukan. Penggunaan istilah "model per-

mukaan digital” baru dipopulerkan oleh (dua orang) *engineer* Amerika Serikat (*Miller dan La Flamme*) yang bekerja di laboratorium Fotogrametri MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) di akhir tahun 1950-an. Sebagai contoh berikut ini adalah beberapa deskripsi diantaranya (*Prahasta, 2008*).

1. Model kuantitatif (numerik) permukaan tanah (topografi) aspek ketinggian dalam bentuk digital.
2. Merupakan data topografi (khususnya aspek ketinggian permukaan bumi atau *terrain features*) dalam format digital beserta beberapa produk turunannya (*slope* dan *aspect*).
3. Merupakan sekumpulan (hasil) pengamatan data ketinggian di beberapa lokasi yang terdistribusi di atas permukaan bumi.
4. Merupakan representasi statistik diwakili oleh sejumlah besar titik-titik yang dipilih dan koordinat tiga dimensinya ( $x, y, z$ ) diketahui atau dihitung permukaan kontinyunya.
5. Sekumpulan titik-titik yang diketahui koordinat ruangannya ( $x, y, z$ ) yang diharapkan dapat mewakili karakteristik suatu permukaan fisik (tanah/bumi) tiga dimensi.

Sebagaimana deskripsinya yang beragam, bahasan yang beragam, di dalam banyak literatur sering pula dirujuk dengan menggunakan beberapa istilah yang berbeda. Istilah-istilah yang dimaksud diantaranya adalah: *digital terrain model (DTM)*, *digital elevation model (DEM)*, *digital terrain data (DTD)*, *digital terrain elevation data (DTED)*, *digital ground model (DGM)*, *digital surface model (DSM)*.

### Digital elevation model (DEM)

DEM merupakan bentuk tiga dimensi dari permukaan bumi yang memberikan data berbagai morfologi permukaan bumi, seperti kemiringan lereng, aspek lereng, ketinggian tempat, dan area DAS (Zhou dan Liu 2003). Pembuatan DEM pada dasarnya merupakan proses matematis terhadap data ketinggian yang diperlukan dari peta kontur. Hasil DEM yang biasa dibuat berbentuk data vektor (TIN) dan data raster (Grid). Jenis TIN (Triangulated Irregular Network) merupakan representasi dari permukaan bumi, digambarkan dalam tiga dimensi berkoordinat ( $x, y$  dan  $z$ ).

Sehubungan dengan hal ini menurut prahasta. E. 2008, dari polanya, pengambilan titik-titik data DEM atau menurut literatur istilah lainnya adalah *Digital Terrain Model (DTM)* dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu:

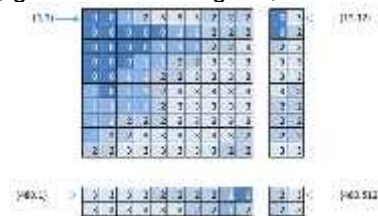
1. DTM irregular, titik-titik data dipilih cenderung secara subjektif oleh pengamat berda-

sarkan prioritas objek atau unsur didalam pandangan visualnya. Titik-titik data yang diambil cenderung mereupakan titik-titik yang menggambarkan perubahan permukaan bumi (topografi). Contoh jenis DTM irregular diantaranya, DTM acak dan DTM kontur.

2. DTM Regular, adalah DTM yang memiliki sebuah komponen planimetris dengan pola atau keteraturan jarak tertentu. Contoh jenis DTM Regular yaitu, DTM grid, DTM rectangular, DTM triangular, dan DTM profit

### Representasi DTM

Pada umumnya, DTM di sajikan dengan menggunakan tiga metode yaitu garis-garis kontur, grids atau raster grids, dan TIN.



Gambar 2. Tampilan struktur DTM dalam bentuk Raster-Grids (Sumber: Prahasta E. 2008)

Konteks DTM grids sering pula digunakan terminologi *lattice* untuk merujuknya; yaitu interpretasi permukaan grids yang disajikan oleh sejumlah titik sample yang berukuran sama (*equally Spaced*) yang direferensikan terhadap titik awal yang sama (*origin*) dan jarak sampling konstan yang sama pula dalam arah absis ( $x$ ) dan ordinat ( $y$ ). Setiap *mesh point* (grid atau piksel) ini berisi nilai ketinggian ( $z$ ) untuk lokasi yang bersangkutan yang merujuk pada nilai dasarnya.

Lattice, setiap mesh point merepresentasikan sebuah nilai ketinggian di atas permukaan; hanya saja nilai ini hanya berlaku di pusat sel-grid yang bersangkutan. Jadi hal ini tidak mengimplikasikan bahwa nilai ketinggian tersebut milik keseluruhan area sel-grid (atau piksel) terkait. Walaupun demikian, sistem grid yang lain (sebagai contoh adalah *categorical grids* atau *surface grids*) bisa saja menganggap bahwa setiap sel-grid merupakan sel bujur sangkar dengan nilai atribut ketinggian konstan. Artinya, nilai ketinggian akan memiliki keseluruhan area sel-grid yang bersangkutan; atau semua lokasi yang terdapat di dalam setiap sel-grid yang bersangkutan dianggap memiliki nilai ketinggian ( $z$ ) yang semua Hal inilah yang nampaknya terjadi pada kebanyakan file data DEM (USGS DEM

\*.dem, SRTM, dan lain yang setipe) yang dimunculkan oleh perangkat lunak Global Mapper dan Arc View (*extensions 3D Analyst & Spatial analyst*), (Prahasta.E, 2008).

### Interpretasi Citra

Interpretasi citra merupakan suatu kegiatan untuk menentukan bentuk dan sifat objek yang tampak pada citra, berikut deskripsinya. Interpretasi citra dapat dilakukan secara manual atau visual, dan dapat pula secara digital. Interpretasi citra secara visual sering disebut dengan interpretasi fotografik, sekalipun citra yang di gunakan bukan citra foto, melainkan citra non foto yang telah tercetak. Istilah Interpretasi fotografik juga diberikan pada berbagai kegiatan interpretasi visual citra-citra non foto, karena prinsip-prinsip interpretasi yang digunakan tidak jauh berbeda dari prinsip-prinsip interpretasi foto udara. Unsur-unsur Interpretasi yaitu, **Rona, Warna, Bentuk, Ukuran, Tekstur, Pola, Bayangan, Situs dan Asosiasi.**

### Interpolasi

Permasalahan yang banyak berhubungan dengan pola suatu data adalah fungsi yang melibatkan data. Untuk dapat menyajikan fungsi, yang dapat dilakukan adalah menggunakan fungsi pendekatan, yaitu fungsi yang paling sesuai untuk menyatakan suatu data berdasarkan model fungsi tertentu seperti model fungsi linear, fungsi eksponensial, dan fungsi polinomial. Cara pendekatan semacam ini di namakan dengan regresi.

Cara pendekatan yang lain bukan untuk menyatakan fungsi tetapi untuk mencari nilai-nilai antara titik-titik yang di ketahui sehingga pola fungsinya semakin jelas terlihat atau membentuk suatu kurva. Cara pendekatan ini di namakan dengan interpolasi.

### World Geodetic System 1984 (WGS'84)

Datum global adalah datum geodesi yang menggunakan ellipsoid referensi yang dipilih sedekat mungkin (paling sesuai) dengan bentuk geoid untuk seluruh permukaan bumi.

### Universal Traverse Mercator (UTM)

Salah satu sistem proyeksi peta yang terkenal dan sering digunakan adalah *UTM*. Pada sistem proyeksi ini didefinisikan posisi horizontal dua dimensi (X,Y) utm dengan menggunakan proyeksi silinder, transversal, dan konform yang memotong bumi pada dua bagian meridian standar. Meridian standar ini diproyeksikan secara equidistan.

Wilayah Indonesia terbagi dalam 9 *zone UTM*, mulai dari meridian 90° BT hingga 140°

BT dengan batas paralel (lintang) 11°LS hingga 6°LU. Dengan demikian, wilayah Indonesia dimulai dari *zone* 46 (meridian sentral 93° BT) hingga *zone* 54 (meridian sentral 141°BT) (Prahasta, 2001).

## 3. METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pulau Petak, Kepulauan Kalimantan, yang berlokasi diantara Provinsi Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah.

### Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian yang digunakan untuk mendukung jalannya pelaksanaan penelitian ini meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Bahan penelitian ini terdiri dari data primer berupa citra satelit yang diperoleh secara online yaitu LanSAT-7 dari USGS pada tanggal 24 Juni 2013, dan data sekunder berupa topografi dilapangan pada muara saluran primer unit Tabunganen tahun 2012.



Gambar 3. Hasil zoom lokasi penelitian (Sumber : USGS LanSAT-7 Image)

### A. Klasifikasi Sumber Data

1. Data primer diperoleh dari citra satelit yang menghasilkan metadata dari proses *interpolasi*. dengan bantuan perangkat aplikasi Global Mapper 10 secara online.
2. Data Sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang diperoleh dari data topografi Tabunganen yang dilakukan pengukuran lapangan oleh pihak surveyor dalam format x,y,z sebagai referensi interpolasi data citra.

### B. Penskalaan Citra dan Orientasi

Pada tahap penskalaan peta dan orientasi peta dilakukan menggunakan software AutoCAD. Koordinat BM Tabunganen X=21471.000, Y=9622696.000 sebagai referensi titik koordinat yang ada di Pulau Petak

### C. Interpretasi Pixel pada Citra

Proses ini adalah cara untuk menentukan nilai di setiap point yang akan di olah dengan cara menafsirkan perubahan warna pada pixel sesuai referensi point Tabunganen.

### D. Export Point

Titik-titik interpolasi dibuat sesuai dengan nilai ketinggian, langkah berikutnya yaitu

meng-export point interpolasi menjadi data x,y,z dalam format \*.txt.

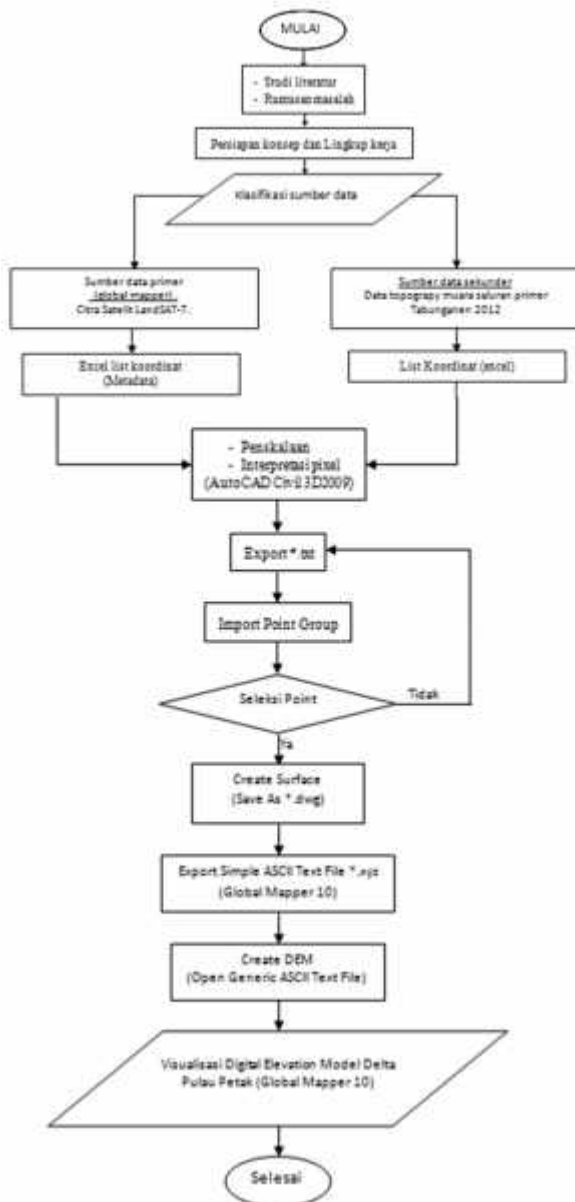
**E. Create Surface**

Proses ini adalah langkah untuk pembuatan peta 2D dalam bentuk vektor sebagai tahapan awal dalam pembuatan DEM.

**F. Create DEM**

Proses ini adalah langkah terakhir dalam penelitian. Hasil akhir pada penelitian ini yaitu memvisualisasikan Digital Elevation Model Delta Pulau Petak.

Alur pelaksanaan penelitian secara keseluruhan ditunjukkan pada diagram alir penelitian ini.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Interpretasi Titik Ketinggian pada Citra**

Interpretasi dilakukan pada citra satelit yang sudah direktifikasi menggunakan lembar kerja AutoCAD dengan perintah (*insert*) image. Metode yang digunakan adalah memberikan klasifikasi nilai elevasi pada masing-masing rona pixel berdasarkan nilai elevasi acuan/referensi yang sudah diketahui. Berikut ini adalah hasil sebaran titik yang telah diinterpretasi pada AutoCAD



Gambar 5. Hasil Create Surface

Hasil akhir dari proses Create DEM sebagai berikut,



Gambar 6. Hasil Create DEM

Jumlah titik pada ketinggian 4 meter sebanyak 1.297 titik, 4.935 titik pada ketinggian 3 meter, 6.701 titik pada ketinggian 2 meter, 6.651 titik pada ketinggian 1 meter, 1.916 titik pada ketinggian 3,5 meter, 2.944 titik pada ketinggian -0,5 meter, 2.944 titik pada ketinggian -1 meter, 2.944 titik pada ketinggian -2 meter, 2.944 titik pada ketinggian -3 meter, 5.888 titik pada ketinggian -4 meter, 2.944 titik pada ketinggian -5 meter, 2.803 titik pada ketinggian -6 meter, 1.480 titik pada ketinggian -8 meter, 393 titik pada ketinggian -10 meter, 394 titik pada ketinggian -12 meter, 383 titik pada ketinggian -14 meter, 378 titik pada ketinggian -16 meter, dan 372 titik pada ketinggian -18 meter. Dengan jumlah keseluruhan 48.311 titik ketinggian.

Agar dapat diproses lebih lanjut maka data yang dihasilkan di susun ke dalam bentuk daftar *list* dengan bantuan lembar kerja excel dan kemudian di simpan ke dalam format \*.txt. Berikutnya adalah melakukan perintah *export* yang disimpan dalam format \*.dxf bertujuan untuk proses pembuatan DEM.

File	Titik	Format	Warna	Integ
48265	967018	4200	248027	3300
48266	967069	2100	245988	9400
48267	967060	0800	245944	3100
48268	9670630	3000	245903	7100
48269	9670601	7100	243805	1100
48270	9670572	3400	245824	5000
48271	9670543	2100	245784	0500
48272	9670313	8900	243743	3300
48273	9670484	4600	245701	1000
48274	9670455	0700	245662	6100
48275	9670425	4400	245622	4100
48276	9670387	9700	245389	3100
48277	9670339	4300	245369	1100
48278	9670289	5400	245382	9800
48279	9670239	8300	245387	4100
48280	9670190	1300	245392	8100
48281	9670140	4300	245398	4900
48282	9670091	0200	249806	0900
48283	9670041	3900	245831	3200
48284	9669992	1500	245821	0100
48285	9669943	0800	245830	5200
48286	9669894	6300	245842	6100
48287	9669846	8700	245857	2100
48288	9669799	5600	245873	5100
48289	9669752	0300	245889	0900
48290	9669704	2900	245703	8900
48291	9669656	3400	245733	7800
48292	9669608	8300	245733	6800
48293	9669561	1000	245748	5700
48294	9669513	3700	245763	4400
48295	9669465	3400	243778	0500
48296	9669418	7800	245789	0400
48297	9669369	0000	245800	0400
48298	9669321	3100	245821	0100
48299	9669270	4100	245822	0900
48300	9669221	0700	245832	9900
48301	9669172	8900	245843	8800
48302	9669123	9200	245854	0100
48303	9669074	8100	245863	4100
48304	9669025	3000	245868	9700
48305	9668975	3000	245869	9200
48306	9668925	3700	245870	8000
48307	9668876	4200	245860	4100
48308	9668827	8700	243844	5700
48309	9668779	9000	245824	4700
48310	9668729	9400	245835	1500
48311	9668681	8800	243826	2100

Gambar 7. List Titik Ketinggian Pada format \*.txt.

## 5. PENUTUP

### Kesimpulan

Tersedianya model elevasi digital untuk delta pulau petak ini diharapkan membantu para ahli dalam melakukan berbagai kajian lebih lanjut. Adapun kesimpulan berdasarkan hasil DEM yang diperoleh adalah sebagai berikut,

1. Bahwa dengan teknologi Penginderaan Jauh menggunakan citra satelit dapat diterapkan pembuatan peta topografi

suatu wilayah dalam hal ini Delta Pulau Petak.

2. Penerapan teknik intervolasi data pada rona pixel dapat dilakukan guna mengembangkan model tiga dimensi (3D) permukaan lahan rawa dengan acuan topografi lapangan yang mewakili semua tingkat pixel sebagai sempel lahan.
3. Peta Topografi yang diperoleh dapat divisualisasikan menjadi tampilan tiga dimensi dalam bentuk permukaan *relief* secara digital, sehingga memungkinkan melakukan analisis hidrotografi lahan.
4. Ketersediaan data analisis pasang surut elevasi muka air dan permodelan elevasi secara digital menjadi komponen utama dalam melakukan berbagai analisis di atas lahan rawa.

Sedangkan kesimpulan yang diperoleh dari kajian karakteristik lahan delta pulau petak adalah sebagai berikut,

1. Hasil dari analisis pasang surut, Level air surut mencapai 73 cm, level rata-rata muka air berada pada 179,89 cm sedangkan level air pasang mencapai 283,88 cm. Hasil analisis ini dapat berguna untuk menentukan zona hidrotografi lahan pada kegiatan rekayasa pengelolaan sumberdaya lahan rawa.
2. Permukaan lahan rawa delta pulau petak rata-rata berada di ketinggian 3,5 meter dari permukaan air tersurut dan permukaan lahan tertinggi mencapai 4 meter.
3. Delta pulau petak berada pada wilayah rawa yang terkena langsung rambatan gelombang pasang surut laut.
4. Hasil perhitungan luas lahan Delta Pulau Petak mencapai 277.795 Hektar.

### Saran

Dapat disampaikan beberapa saran sebagai berikut,

1. Rekayasa pengelolaan lahan rawa delta pulau petak kedepan perlu mempertimbangkan ketinggian permukaan tanah berbanding ketinggian elevasi air yang terjadi dalam menerapkan sistem kelola tata air yang tepat guna dan aman untuk jangka waktu panjang.
2. Konsep metodologi yang telah dilakukan melalui penelitian ini dapat diterapkan oleh semua pihak yang berkepentingan dalam pengelolaan lahan di daerahnya masing-masing. Kesiapan sumberdaya manusia yang menguasai di bidang teknologi dan sumber data yang akurat dan terbaru (*Update*) menjadi syarat utama.

3. Proses interpretasi pixel pada citra harus benar-benar diperhatikan agar dalam penentuan titik dapat lebih akurat. Hal ini memerlukan pemahaman keilmuan di bidang rekayasa *engineering*.
4. Sumber citra yang lebih akurat dengan tingkat akuisisi ketelitian yang tinggi, akan memberikan hasil yang lebih baik.
5. Pengembangan model tiga dimensi (3D) lahan dapat di kembangkan terus menerus dengan mencoba pada pendekatan matematis lainnya dan program permodelan lahan yang lainnya pula.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Budiyanto. E, Edisi I, 2005, *Pemetaan Kontur dan Pemodelan 3 Dimensi Menggunakan Surfer*, Andi Offset, Yogyakarta..
2. Danoedoro. P, 2012, Edisi I, *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*, Andi, Yogyakarta.
3. Estes/Simonet, 1975, Cetak III, *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
4. Lillesand/Kiefel, 1997, Cetak III, *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
5. Prahasta. E, 2008, Cetakan I, *Model Permukaan Dijital*, Informatika, Bandung.
6. Prahasta. E, 2008, Cetakan I, *Remote Sensing Praktis Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra Digital dengan Perangkat Lunak ER Mapper*, Informatika, Bandung.
7. Sutanto, 1994, Cetak III, *Penginderaan Jauh Jilid I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
8. Susanto, 1994, Cetak II, *Penginderaan Jauh Jilid II*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
9. Sitanggang, 1999, Edisi I, *Kemampuan Spektral dan Landsat*, Informatika, Jakarta
10. Liu. Manson, 2009, Edisi I, *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*, Andi, Yogyakarta.
11. Santosa, 2005, *Tampilan Pemetaan 2D Berbasis CAD*, Bandung.
12. Zuidam Van, 1979, Cetak IV, *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta