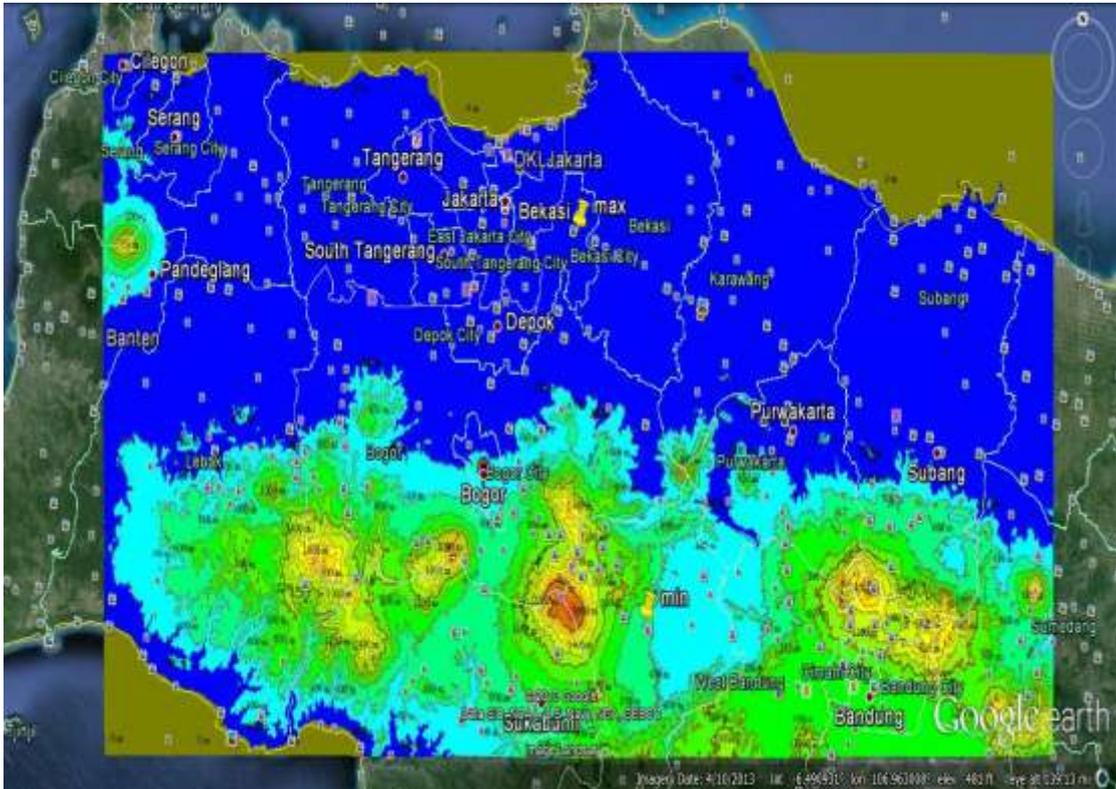


BAB III METODOLOGI

3.1 Daerah dan Data Penelitian



Gambar 3.1. Daerah Penelitian (Sumber : *Google Earth*)

Gambar 3.1 menggambarkan area yang diteliti pada penelitian ini dengan batas pengukuran terletak pada 6.2603° - 6.81535° LS dan 106.8272° - 107.2438° BT yang meliputi kawasan Bogor, Bekasi, Cianjur dan stasiun Kereta Api Tanah Abang. Data – data yang digunakan adalah :

1. Data pengukuran gayaberat

Data pengukuran ini adalah data yang berasal dari tugas akhir yang ditulis oleh Agus Suprihatin Utomo pada tahun 2011 yang berjudul ***“Interpretasi Struktur Geologi Bawah Permukaan Daerah Lembar Cianjur Menggunakan Aplikasi Kontinuasi Ke Atas dan Analisis Spektral Data***

Deni Kamaludin Jamil, 2014

PROGRAM PEMBUATAN KONTUR ANOMALI GAYABERAT MENGGUNAKAN METODE MESH POLYGON

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gayaberat “ dan tidak melakukan akuisisi data secara langsung, data ini digunakan untuk memastikan bahwa program yang dibuat pada penelitian ini dapat bekerja sesuai dengan kebutuhan.

2. Data grid area penelitian

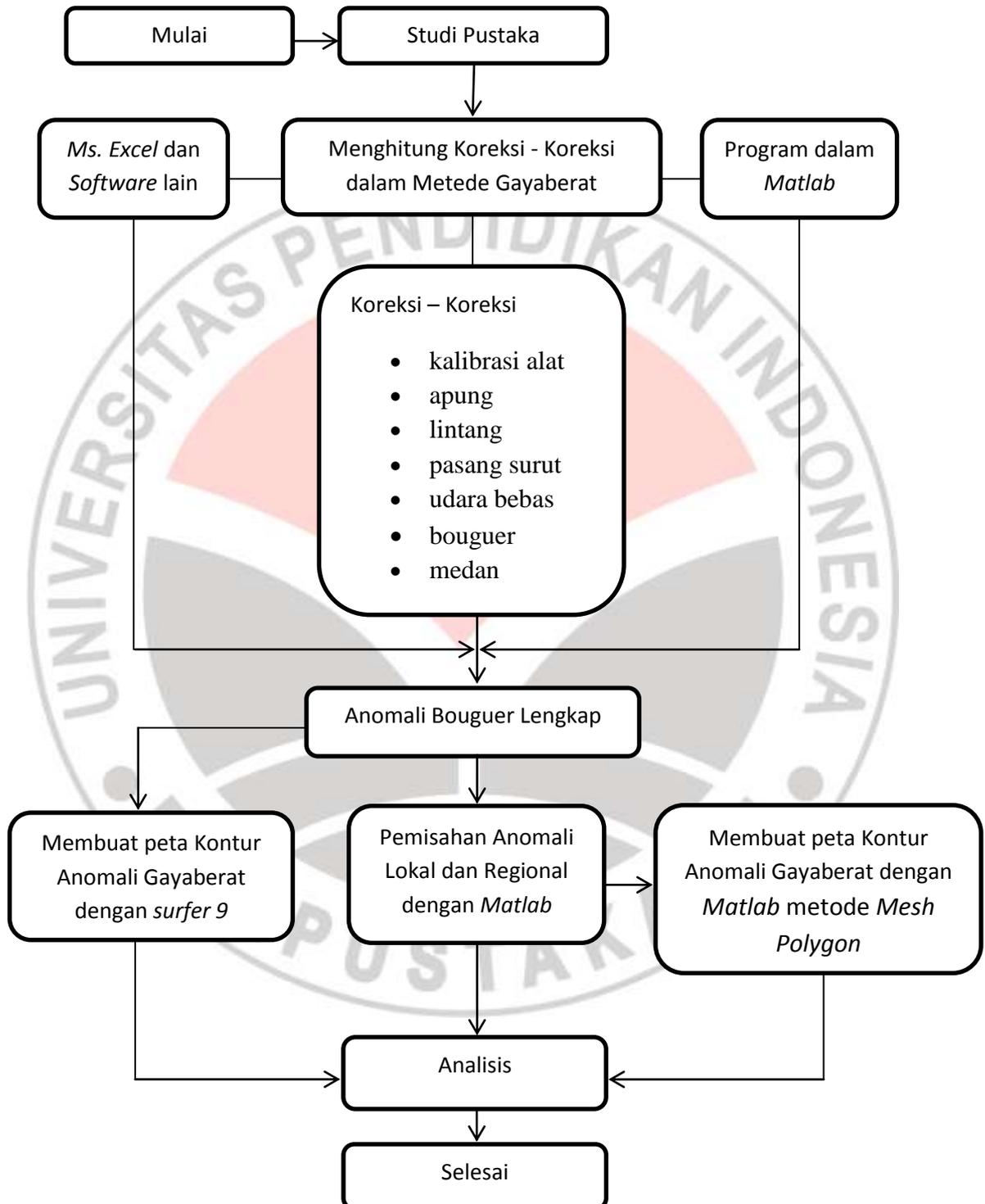
Data grid area penelitian adalah data yang diperlukan untuk menghitung koreksi medan (*Terrain Correction*). Data ini dapat diunduh secara gratis di <http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/> atau ASTER GDEM (*Global Digital Elevation Model*) yang merupakan situs yang mudah digunakan untuk mendapatkan informasi topografi secara global. Selanjutnya, hasil unduhan tersebut diekstrak menggunakan *software Global Mapper* dengan spasi grid yang dapat ditentukan, semakin rapat spasi grid maka data grid tersebut semakin akurat.

3. Tabel kalibrasi gravimeter

3.2 Bentuk Penelitian

Bentuk penelitian ini adalah membuat program pembuatan kontur anomali gayaberat (Gravity) menggunakan *mesh* pada perangkat lunak *Matlab* dengan menambahkan *include – include* untuk perhitungan koreksi – koreksi pada metode gayaberat yang meliputi : kalibrasi pembacaan alat, koreksi *drift*, koreksi pasang surut, koreksi lintang, koreksi udara bebas, koreksi *bouguer* dan koreksi medan. Kemudian kontur anomali hasil dari program ini, akan dibandingkan dengan kontur anomali yang dibuat dengan menggunakan *Surfer 9*.

3.3 Alur Penelitian



Gambar 3.2. Alur Penelitian

Deni Kamaludin Jamil, 2014

PROGRAM PEMBUATAN KONTUR ANOMALI GAYABERAT MENGGUNAKAN METODE MESH POLYGON

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.4 Parameter Masukan (*Input Parameters*)

Input parameters merupakan data masukan yang dibutuhkan untuk menghitung anomali *bouguer* (*Bouguer Anomaly*) yaitu diantaranya nama dan jumlah stasion, stasion referensi (*Base Station*), waktu pengukuran, posisi pengamatan yang sesuai dengan referensi berdasarkan WGS84, data grid topografi dalam UTM dan tabel konversi gravimeter.

3.5 Processing

Pembuatan program ini dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman *Matlab* dengan variabel input dalam format (*.xls) sehingga langkah pertama yang dilakukan adalah memanggil *file* (*.xls) tersebut agar dapat terbaca oleh *Matlab*, dalam hal ini penulis menggunakan *syntax xlsread*. Variabel input dalam *file* (*.xls) terletak pada *cell* atau *column* yang telah ditentukan dan pasti posisinya, oleh karena itu pengalamatan yang dilakukan dengan menggunakan *Matlab* harus sesuai dengan yang ada dalam *file* (*.xls) tersebut. Misalnya *syntax raw(:,1)*, ini menunjukkan pengalamatan bahwa input yang diambil atau dibaca adalah semua yang ada dalam *column* satu atau A. Sementara, untuk pengalamatan dan pembacaan *file* tabel kalibrasi penulis menggunakan *syntax : xlsread ('G804.xls')* dan untuk *file* data grid topografi daerah penelitian menggunakan *syntax : xlsread ('topog.xls')*

Dalam proses perhitungan koreksi – koreksi sampai pada perhitungan anomali *bouguer* lengkap memerlukan banyak waktu dan ketelitian yang lebih, sehingga untuk mempermudah dan menghemat waktu dibutuhkan perancangan format parameter masukan yang sesuai dengan pengalamatan yang dibuat pada program yang bersangkutan. Dalam hal ini format yang dibuat penulis adalah sebagai berikut :

- *Column A* : Nama Stasion

Nama stasion ini diperlukan untuk mencari *base stations* yang akan digunakan untuk menghitung koreksi apungan.

- *Columns B, C dan D : Latitude, Longitude dan Altitude*

Latitude (lat), Longitude (lon) dan Altitude (alt) digunakan untuk menghitung koreksi pasang surut, koreksi lintang, koreksi udara bebas dan koreksi *bouguer*.

- *Columns E sampai H berturut – turut : Jam, menit, detik dan durasi*

Jam, menit, durasi dan durasi digunakan untuk menghitung koreksi apungan dan koreksi pasang surut.

- *Columns I sampai M berturut – turut : Date dalam format (mm/dd/yy), date in number, tanggal, bulan dan tahun*

Data ini digunakan mengitung pasang surut.

- *Column N : Harga pembacaan gravimeter*

Harga pembacaan gravimeter selanjutnya akan dikonversi sesuai dengan tipe gravimeter yang digunakan dimana tabel konversi terletak dalam *file* yang terpisah dengan parameter masukan ini.

- *Column O : Nilai gravitasi di BS*

3.6 Parameter Keluaran (*Output Parameters*)

Parameter keluaran merupakan data hasil perhitungan koreksi yang telah dilakukan, keluaran yang dimaksud dapat berupa grafik dalam bentuk kontur atau angka – angka yang disimpan kembali dalam format (*.xls). Keluaran dalam bentuk kontur dapat digambarkan dengan menggunakan fungsi – fungsi internal *Matlab* seperti *syntax : surf* untuk *surface* , *mesh* untuk *mesh* dan *contour* untuk kontur dimana parameter yang digambarkan adalah *latitude*, *longitude* dan anomali gayaberatnya. Sedangkan keluaran dalam angka – angka

Deni Kamaludin Jamil, 2014

PROGRAM PEMBUATAN KONTUR ANOMALI GAYABERAT MENGGUNAKAN METODE MESH
POLYGON

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

dibuat dengan menggunakan dengan *syntax* : *xlswrite*. Format keluaran yang dibuat penulis disimpan dengan nama *file* : *file_output.xls* dan format pengalamatan sebagai berikut :

- *Column A* : hasil konversi pembacaan gravimeter (*mGal*)
- *Column B* : nilai koreksi pasang surut (*T_i*)
- *Column C* : nilai pembacaan gravimeter terkoreksi pasang surut (*GST*)
- *Column D* : nilai koreksi *drift* (*D_c*)
- *Column E* : nilai pembacaan gravimeter terkoreksi pasang surut dan *drift* (*GSTD*)
- *Column F* : nilai *different in reading* (*g_{diff}*)
- *Column G* : nilai medan gravitasi observasi (*g_{obs}*)
- *Column H* : nilai koreksi lintang (*g_t*)
- *Column I* : nilai koreksi udara bebas (*g_{FAC}*)
- *Column J* : nilai koreksi *bouguer* (*K_b*)
- *Column K* : koordinat UTM (*x*)
- *Column L* : koordinat UTM (*y*)
- *Column M* : koreksi medan (*T_c*)
- *Column N* : anomali udara bebas (*g_{fa}*)
- *Column O* : anomali *bouguer* slab (*g_b*)
- *Column P* : anomali *bouguer* lengkap (*CBA*)
- *Column Q* : nilai anomali regional (*A_R*)
- *Column Q* : nilai anomali lokal/residual (*A_L*)

3.7 Penerapan Algoritma dan Flow Chart pada Perangkat Lunak

3.7.1 Koreksi kalibrasi pembacaan alat

Koreksi ini dilakukan untuk mengkonversi harga bacaan pada gravimeter ke dalam satuan *milligal* (mGal), persamaan dan algoritma yang digunakan untuk melakukan koreksi kalibrasi pembacaan alat adalah :

$$mGal = [(a - CR)FI + VM]CCF \quad (2.8)$$

Dimana :

$mGal$ = satuan dalam (mGal)

a = harga pembacaan alat

CR = *Counter Reading*

FI = *Factor Interval*

VM = *Value in MilliGal*

CCF = *Calibration Correction Factor*

Sebagai salah satu contoh, misalkan skala yang terbaca pada gravimeter tipe G-525 dengan CCF 1,000437261 adalah sebesar 1645,327. Maka nilai ini dibulatkan menjadi 1600 kemudian dengan menggunakan tabel konversi gravimeter tipe G-525 hasil pembulatan tersebut dapat digunakan sebagai CR dengan VM 1629,070 dan FI 1,01774.

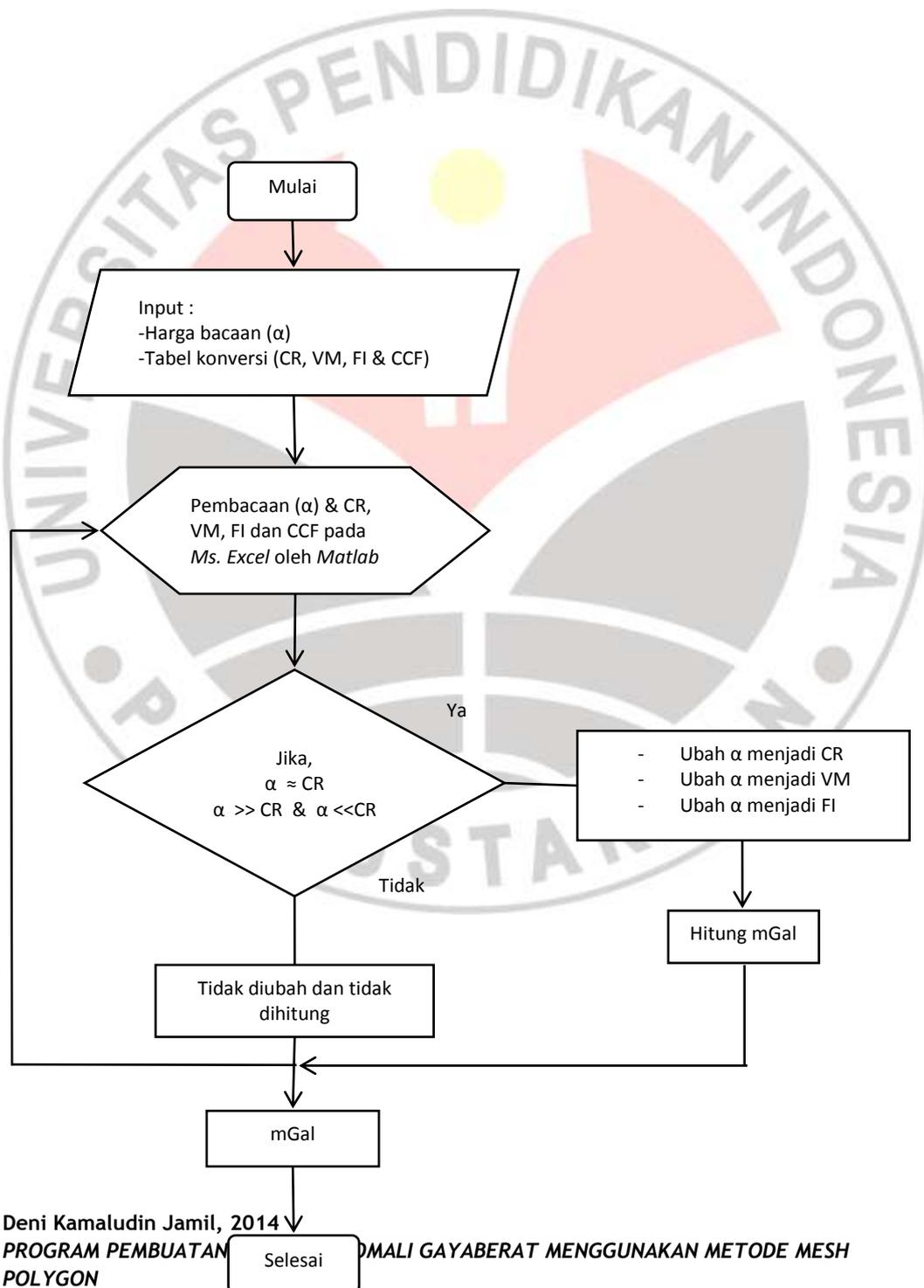
Tabel 3.1. Kutipan tabel konversi gravimeter tipe G-525

Counter Reading	Value in Milligals	Factor for Interval
1600	1629,070	1,01774
1700	1730,844	1,01772
1800	1832,616	1,01770

$$mGal = [((1645,327 - 1600)1,01774 + 1629,070)]1,000437261$$

$$mGal = (1675,2011)(1,000437261)$$

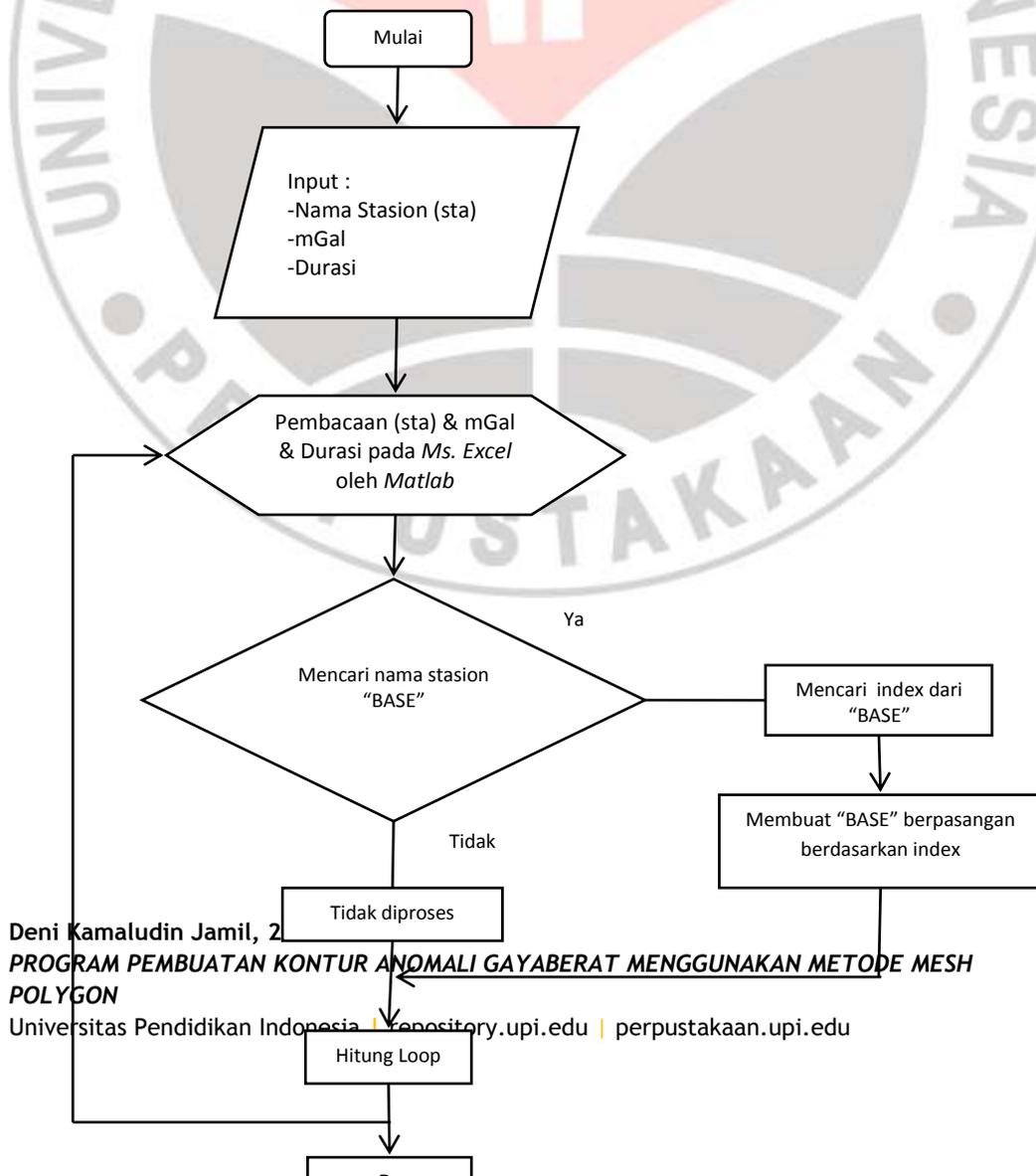
$$mGal = 1675.934203$$



Gambar 3.3. *Flow chart* kalibrasi alat pada perangkat lunak

3.7.2 Koreksi Apungan (*Drift Correction*)

Koreksi ini dihitung dengan menggunakan persamaan (2.9) dengan algoritma seperti di bawah ini.



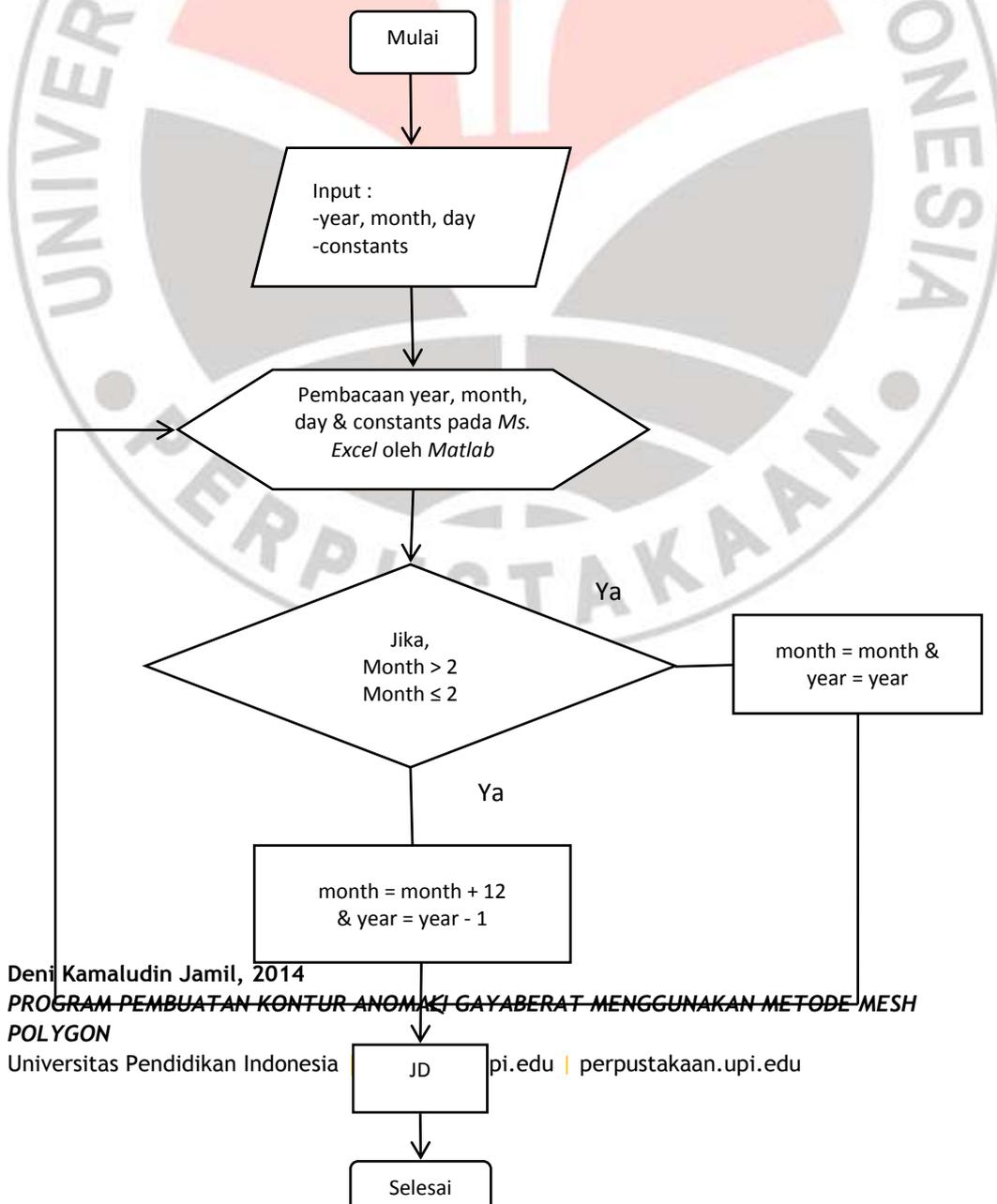
Gambar 3.4. *Flow chart* koreksi *drift* pada perangkat lunak

3.7.3 Koreksi Pasang Surut (*Tide Correction*)

Koreksi ini dilakukan untuk menghilangkan efek benda – benda langit lain yang posisinya berdekatan dengan bumi. Dengan menggunakan persamaan (2.11) langkah pertama adalah menghitung sudut zenith bulan dan matahari terhadap bumi berdasarkan oleh posisi bujur, lintang dan waktu (tahun, bulan, hari, jam, menit dan detik). Sudut zenith merupakan sudut yang diukur dalam arah vertikal.

- Menghitung zenith matahari dilakukan dengan mengkonversi program yang tersedia di www.patarnott.com/atms360/general/SimpleSolarAngle.xls ke dalam bahasa pemrograman *Matlab*
- Menghitung zenith bulan seperti dikutip dalam (www.eramuslim.com) dilakukan dengan langkah – langkah :
 1. Menghitung data ephemeris menggunakan algoritma Jean Meeus yaitu mengukur posisi bulan dari titik pusat bumi sampai dengan titik pusat bulan. Algoritma Jean Meeus meliputi perhitungan *Julian Day* (JD), ΔT dan *Julian Day Ephemeris* (JDE)
 2. Mengkonversi waktu dengan menggunakan algoritma Brown yaitu mengkonversi waktu dalam UT (jam - 7) untuk WIB. Dari UT menjadi TD Selanjutnya menentukan nilai *Julian Day Ephemeris* (JDE) untuk waktu TD tersebut.
 3. Menghitung bujur ekliptika bulan (λ), lintang ekliptika bulan (β)

4. Menghitung *right ascension* bulan (α) dan deklinasi bulan (δ) dengan nilai epsilon (sudut kemiringan ekliptika-ekuator) adalah 23,439607 derajat. Alpha dan delta dapat dicari dengan menggunakan transformasi koordinat dari ekliptika geosentrik ke ekuator geosentrik.
5. Dari nilai alpha dan delta tersebut, azimuth dan altitude bulan pada waktu tertentu yang diamati di tempat tertentu (Bujur dan Lintang Geografis) juga dapat diketahui. Dengan melakukan transformasi koordinat dari Ekuator Geosentrik (α, δ) ke Horison (A, h) dengan terlebih dahulu dicari nilai *Hour Angle* (HA) yang dihitung dari *Local Sidereal Time* (LST), bujur geografis dan zona waktu lokal tempat tersebut. Dari *Hour Angle*, delta dan lintang geografis yang telah diketahui, maka azimuth, altitude dan zenith bulan dapat ditentukan.



Gambar 3.5. *Flow chart* algoritma Jean Meeus

3.7.4 Koreksi Lintang (*Latitude Correction*)

Koreksi lintang dilakukan untuk menghilangkan efek perbedaan posisi lintang yang diakibatkan oleh bentuk bumi yang tidak bulat sempurna. Koreksi ini dihitung dengan menggunakan model matematika pada persamaan (2.10) berdasarkan pada WGS 84.

3.7.5 Koreksi Udara Bebas (*Free Air Correction*)

Koreksi udara bebas dilakukan untuk menghilangkan efek ketinggian terhadap gravitasi bumi. Semakin tinggi suatu tempat di permukaan bumi maka percepatan gravitasi bumi semakin kecil karena jarak antara pusat bumi dan titik pengamatan semakin bertambah. Dengan menganggap bahwa tidak ada material yang berada di antara datum titik pengamatan, koreksi udara bebas dihitung dengan menggunakan model matematika pada persamaan (2.17).

3.7.6 Koreksi *Bouguer* (*Bouguer Correction*)

Koreksi *bouguer* merupakan koreksi yang hampir sama dengan koreksi udara bebas yaitu untuk menghilangkan efek ketinggian terhadap percepatan gravitasi namun dalam koreksi *bouguer* menganggap bahwa terdapat material di antara datum titik pengamatan yang memiliki densitas atau rapat jenis (ρ). Koreksi

bouguer ini dihitung dengan menggunakan model matematika pada persamaan (2.21)

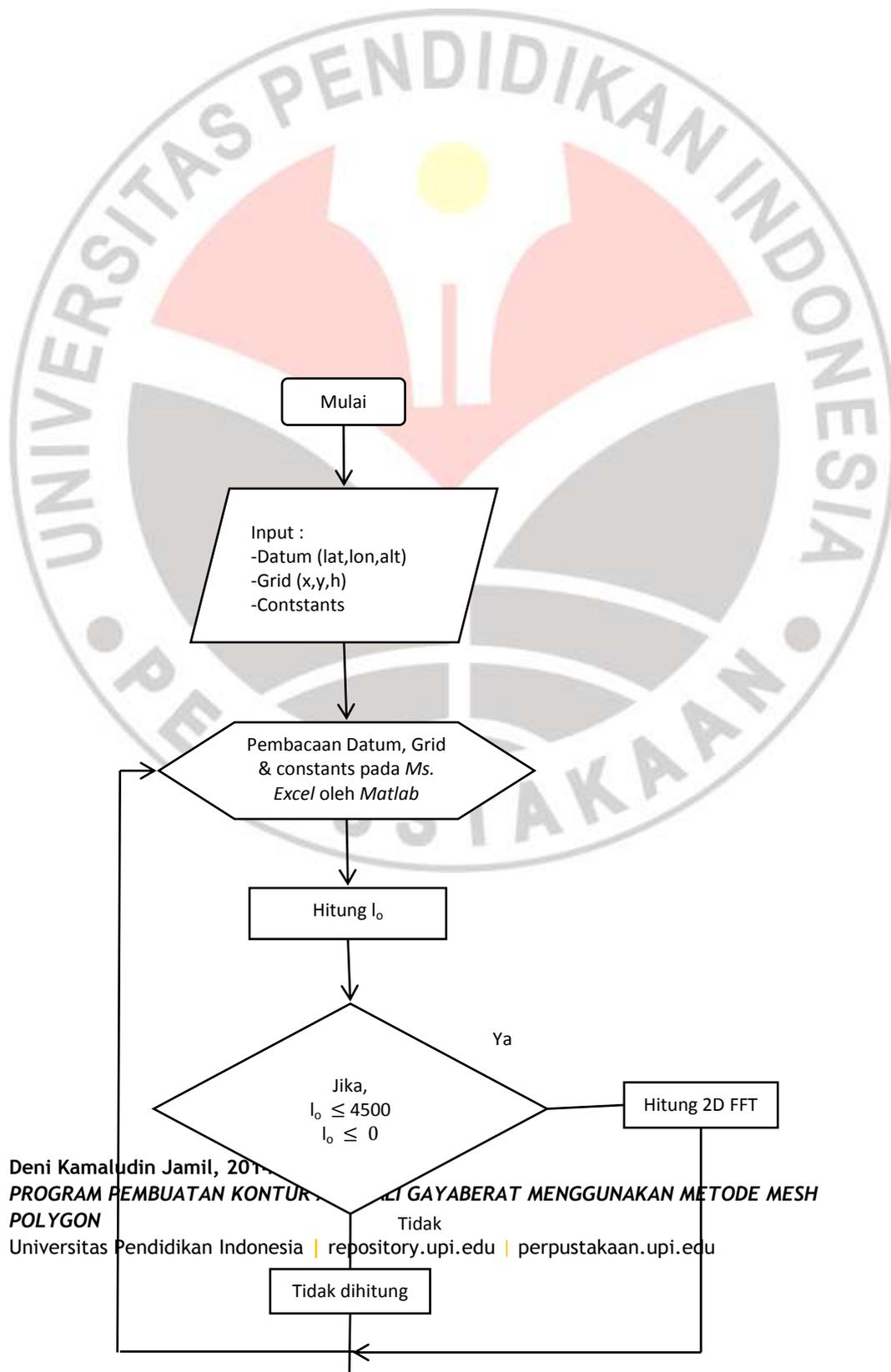
3.7.7 Koreksi Medan (*Terrain Correction*)

Koreksi medan merupakan koreksi yang dilakukan untuk menghilangkan pengaruh permukaan bumi yang tidak rata. Untuk menghitung koreksi ini, penulis menggunakan metode *2D Fast Fourier Transform* (2D-FFT) sebagai *include* dalam program pembuatan peta kontur anomali gayaberat. Pada penelitian sebelumnya telah dibuat program untuk menghitung koreksi medan dengan metode 2D-FFT secara digital menggunakan perangkat lunak *Matlab* oleh Galuh Elisa pada tahun 2011. Jika pada penelitian sebelumnya (Elisa *et al.*, 2011) telah dibuat program untuk menghitung koreksi medan hanya pada tujuh stasiun saja, maka pada penelitian kali ini penulis sedikit memodifikasi program tersebut supaya dapat menghitung koreksi medan untuk seluruh stasiun yang diamati. Model matematika yang digunakan adalah persamaan (2.24) dan (2.25).

Program ini dibuat untuk bekerja pada koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) bukan pada koordinat geografis (*latitude* dan *longitude*). Sehingga untuk memudahkan pengolahan data dibuat program untuk mengkonversi koordinat geografis ke koordinat UTM juga sebagai *include* yang harus ditambahkan dalam program utama. Sebagai referensi dalam pembuatan program konversi koordinat geografis ke UTM ini adalah program yang dibuat oleh Steve Dutch pada 2010 yang ditulis dalam *Spreadsheet* dan *Javascript page*. Maka, langkah selanjutnya adalah mengkonversi bahasa pemrograman *Spreadsheet* (*Ms. Excel*) ke dalam bahasa pemrograman *Matlab* dengan sedikit modifikasi sesuai dengan kebutuhan.

Selanjutnya, untuk menghitung koreksi ini diperlukan data grid topografi yang mencakup daerah penelitian. Data grid tersebut dapat diunduh secara gratis melalui ASTER GDEM (*Global Digital Elevation Model*) kemudian hasil unduhan

tersebut diekstrak ke dalam (*.xls) menggunakan *Global Mapper* dengan grid spasi 300 meter.



Gambar 3.6. *Flow chart* koreksi medan pada perangkat lunak

3.7.8 Anomali Gayaberat (*Bouguer Anomaly*)

Anomali gayaberat adalah besar simpangan antara harga percepatan gravitasi pengamatan (g_{obs}) dengan harga percepatan gravitasi normal (g_{θ}) di titik tersebut. Berikut model matematika yang digunakan :

- Menghitung nilai gravitasi yang terkoreksi pasang surut (GST) menggunakan persamaan (2.26)
Menghitung nilai gravitasi setelah terkoreksi *drift* (GSTD) menggunakan persamaan (2.27)
Menghitung *Different in Reading* (g_{diff}) menggunakan persamaan (2.28)
Maka medan gayaberat observasi (g_{obs}) dinyatakan dengan menggunakan persamaan (2.29)
- Anomali Udara Bebas atau *Free Air Corrected Gravity* (g_{fa}) menggunakan persamaan (2.30)

Deni Kamaludin Jamil, 2014

PROGRAM PEMBUATAN KONTUR ANOMALI GAYABERAT MENGGUNAKAN METODE MESH POLYGON

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Anomali *Bouguer Slab* atau *Bouguer Slab Corrected Gravity (gb)* menggunakan persamaan (2.31)
- Anomali *Bouguer Lengkap* atau *Complete Bouguer Anomaly (CBA)* menggunakan persamaan (2.32)

3.7.9 Pemisahan Anomali Menggunakan Metode *Polynomial Least Square*

Pemisahan ini dilakukan untuk memisahkan anomali lokal dan regional guna menghasilkan interpretasi yang lebih akurat, metode ini dilakukan dengan menggunakan fungsi – fungsi dalam *Matlab* sehingga perhitungan yang rumit seperti persamaan 2.34 dan 2.35 dapat dilakukan dengan lebih sederhana dan mudah yaitu dengan menggunakan *syntax* $p = \text{polyfit}(x_i, y_i, N)$ untuk menghitung koefisien - koefisien $a_0, a_1, a_2, \dots \dots a_n$ yang menghasilkan simpangan minimum dimana x_i dan y_i sudah diketahui. Sedangkan untuk menghitung besar simpangan (*error*) yaitu menggunakan *syntax* $Z = \text{polyval}(p, x_i)$. Maka, untuk menghitung anomali lokalnya dapat dilakukan dengan mengurangi nilai anomali *bouguer* lengkapnya dengan nilai anomali regionalnya (persamaan 3.35).

3.7.10 Pembuatan Kontur dan *Mesh* Anomali Gayaberat

Pembuatan Kontur Menggunakan *Mesh Polygon* dapat dilakukan dengan sangat sederhana dengan menggunakan perangkat lunak, langkah pertama adalah menentukan nilai minimum dan maksimum pada koordinat (x, y) dimana $x = \text{latitude}$ dan $y = \text{longitude}$ yaitu

latmin	-6.8153	lonmin	106.8272
latmax	-6.2603	lonmax	107.2438

Kemudian langkah selanjutnya adalah menentukan resolusi dari grid yang akan dibuat kontur dengan menggunakan fungsi *linspace*, fungsi *linspace* menghasilkan vektor spasi grid secara linear sama halnya seperti operator titik

dua “ : “ tetapi *linspace* memberikan kontrol secara langsung terhadap jumlah poin. Secara *default*, vektor spasi grid yang dibentuk antara nilai minimum dan maksimum adalah 100 poin. Dan dapat diatur sedemikian rupa sehingga menghasilkan resolusi yang lebih rapat. Selanjutnya pembuatan *Mesh* dibuat dengan *syntax* : *mesh(xi, yi, z)* dengan z adalah anomali gayaberat.



Deni Kamaludin Jamil, 2014

**PROGRAM PEMBUATAN KONTUR ANOMALI GAYABERAT MENGGUNAKAN METODE MESH
POLYGON**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu