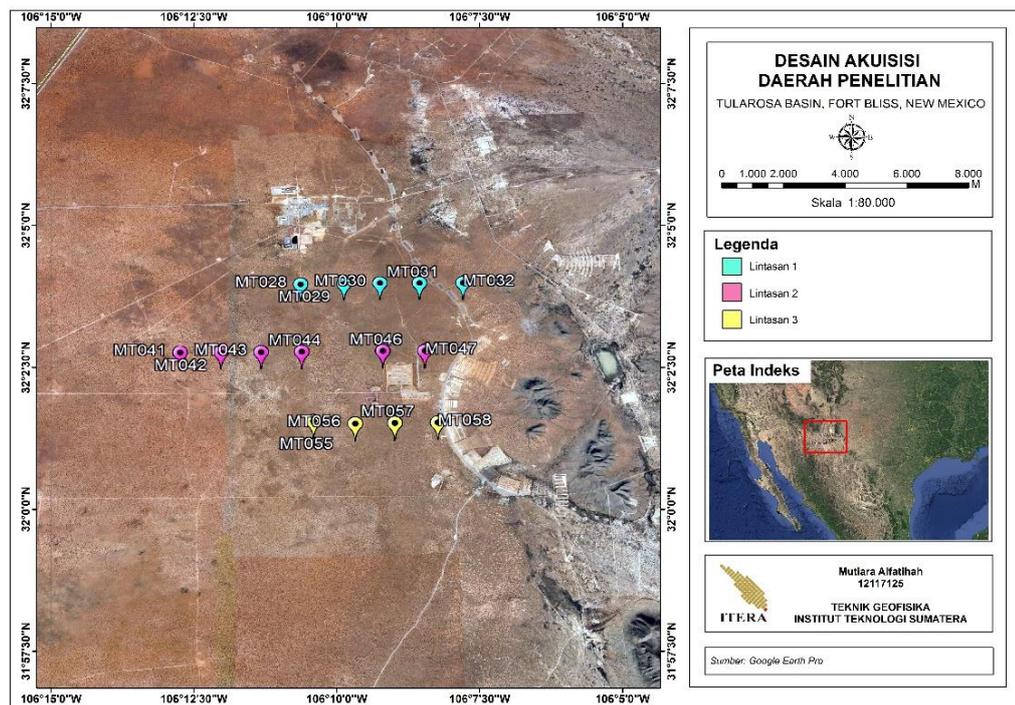


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu, Tempat Penelitian dan Desain Akuisisi

Data yang digunakan di penelitian ini merupakan data *open source* dalam format *.edi yang diperoleh dari situs resmi *OpenEI* dan di publikasi oleh Greg Nash pada tahun 2017. Lokasi penelitian tepatnya terletak di Tularosa Basin yang terdiri dari 15 titik pengukuran MT (Gambar 3.1). Tularosa Basin merupakan cekungan *graben* terbesar yang memiliki luas wilayah ± 6.500 mil persegi (16.800 km^2) yang sebagian besar wilayah pada lokasi penelitian ini adalah gurun atau semi-gurun. Tularosa Basin terletak di Rio Grande Rift, New Mexico yang secara geologis telah dikenal sebagai daerah yang ekstensional dengan aliran panas tinggi. Secara geografis lokasi penelitian terletak pada koordinat $32^{\circ}2'12.17''\text{N}$ dan $106^{\circ}9'57.93''\text{W}$.



Gambar 3.1 Desain akuisisi metode MT yang berada di Tularosa Basin, terdiri dari 15 titik pengukuran yang terbagi oleh 3 profil lintasan

Jadwal kegiatan penelitian Tugas Akhir ini dimulai pada bulan November 2020 hingga bulan Juli 2021 yang meliputi kegiatan studi literatur, pengolahan data, pemodelan, interpretasi, dan penyusunan laporan penelitian (Tugas Akhir) yang dinyatakan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jadwal kegiatan penelitian

Kegiatan	2020		2021						
	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul
Studi Literatur									
Pengolahan Data									
Pemodelan Sementara									
Penulisan Proposal									
Seminar Proposal									
Pemodelan Lanjut									
Interpretasi Data									
Penulisan Laporan Akhir									
Ujian Komprehensif									
<i>Review Draft</i>									
Sidang Akhir									

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Laptop

Laptop berperan sebagai alat utama yang digunakan dalam penelitian, mulai dari tahap pengolahan data Magnetotellurik (MT), pemodelan, interpretasi, dan penyusunan laporan penelitian Tugas Akhir.

2. *Software WinGLink*

Software WinGLink merupakan perangkat lunak utama yang digunakan dalam pengolahan data Magnetotellurik (MT) dan melakukan pemodelan 2D kondisi bawah permukaan.

3. *Software GeoRose*

Software GeoRose merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan *plotting* analisis data Magnetotellurik (MT) agar dapat mengetahui arah struktur utama daerah penelitian.

4. *Software Google Earth*

Software Google Earth merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengetahui sebaran titik koordinat pengukuran MT dengan menggunakan data koordinat yang terdapat dalam data sekunder MT, dan kemudian akan dilanjutkan untuk membuat desain akuisisi daerah penelitian.

5. *Software ArcGis*

Software ArcGis merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat *layout* peta desain akuisisi daerah penelitian, peta geologi daerah penelitian dan melakukan *overlay* antara hasil *phase tensor* dengan peta geologi daerah penelitian.

6. *Microsoft Office*

Microsoft Office yang digunakan adalah *Word* dan *Power Point*, perangkat lunak yang digunakan dalam penulisan penyempurnaan Tugas Akhir dan pembuatan bahan presentasi.

7. Data sekunder MT

Data sekunder MT merupakan *Raw data* atau objek utama yang akan dilakukan penelitian dan sudah di *edit* pada tahap *pre-processing*. Data sekunder MT sudah dalam format *.edi yang kemudian dapat diolah dan dimodelkan sesuai dengan tujuan penelitian.

8. Peta Geologi Daerah Penelitian

Peta geologi daerah penelitian berperan sebagai data pendukung yang digunakan untuk mengetahui keadaan geomorfologi daerah penelitian serta dapat membantu untuk melakukan tahap interpretasi dari hasil pengolahan data.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam penelitian Tugas Akhir ini meliputi beberapa tahapan, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur digunakan sebagai landasan teori dalam penyelesaian penelitian ini, dengan mempelajari dan memahami konsep dasar dari metode MT, analisis data MT, metode pengukuran MT, konsep sistem panas bumi,

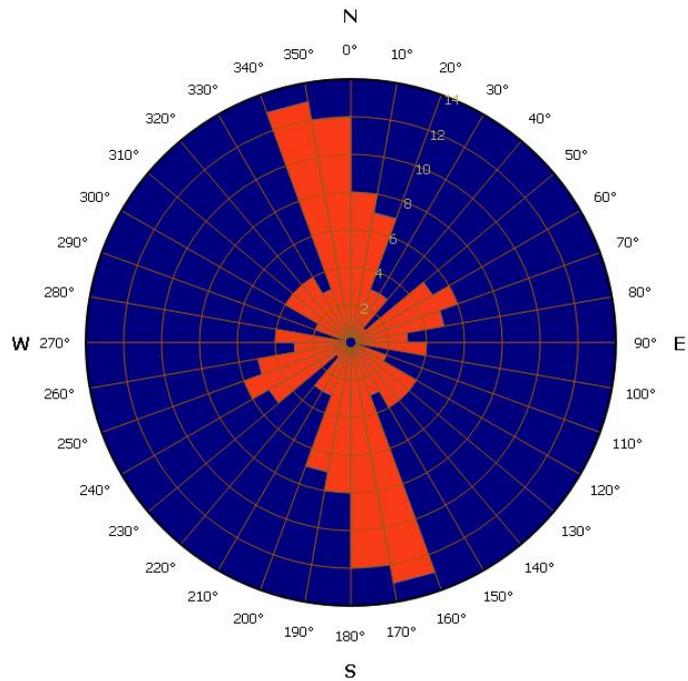
dan tahapan dalam pengolahan data sekunder MT. Dalam tahap ini digunakan buku, jurnal ilmiah, dan referensi-referensi yang terkait dengan metode MT serta sistem panas bumi sehingga dapat menunjang materi penelitian.

2. Studi Kasus

Studi kasus merupakan tahapan yang diperlukan dalam melakukan kajian pada objek penelitian yang akan dikembangkan. Pada penelitian Tugas Akhir ini, objek penelitian yang akan dikembangkan mengenai analisis data MT dan pemodelan 2D daerah prospek panas bumi menggunakan metode MT pada daerah Tularosa Basin, Fort Bliss, McGregory, New Mexico. Data sekunder MT ini diperoleh dari situs resmi *OpenEI* yang di publikasi oleh Greg Nash pada tahun 2017. Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan daerah Tularosa Basin belum ada penelitian MT untuk melakukan analisis data MT dan pemodelan 2D. Oleh sebab itu, dilakukan penelitian untuk mengetahui visualisasi kondisi bawah daerah prospek panas bumi dengan melakukan pemodelan inversi 2D.

3. Analisis Data Magnetotellurik (MT)

Pada pengolahan data Magnetotellurik analisis data MT terbagi menjadi dua yaitu analisis *phase tensor* dan dimensionalitas serta analisis *geoelectrical strike*, analisis ini digunakan untuk mengetahui arah struktur utama daerah penelitian dan akan membantu dalam tahap pemodelan. Analisis *phase tensor* dilakukan dengan menggunakan *coding* MATLAB kemudian *output* dari *coding* tersebut akan menampilkan peta *phase tensor* yang berisikan bentuk eliptisitas kemudian dilanjutkan untuk menghitung sudut *skew* (β) yang bertujuan untuk mengetahui dimensionalitas medium. Kemudian nilai besar sudut yang telah diperoleh dimasukkan kedalam *software GeoRose* untuk melakukan analisis *geoelectrical strike* agar dapat mengetahui arah struktur utama daerah penelitian dan dapat membantu dalam pembuatan profil lintasan. Hasil analisis data MT pada daerah penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.



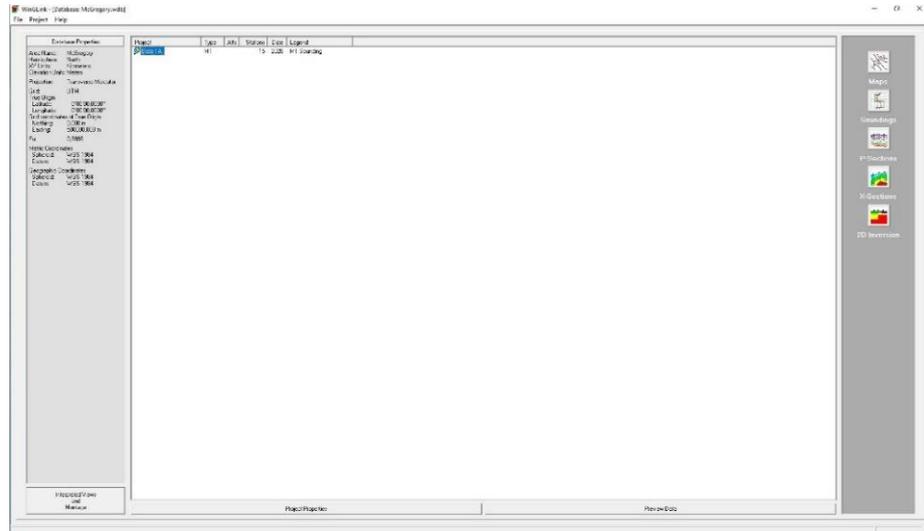
Gambar 3.2 Hasil analisis data Magnetotellurik (MT) yang menunjukkan nilai *geoelectrical strike* sebesar N165°E

4. Pengolahan Data Magnetotellurik

Pada tahap pengolahan data yang digunakan adalah data sekunder dalam format *.edi yang sudah di edit sebelumnya pada tahap *Pre-Processing*. Tahapan pengolahan dan pemodelan data MT dilakukan menggunakan *software WinGLink*. Dengan melakukan tahapan pengolahan data sebagai berikut:

a. Pembuatan *Database*

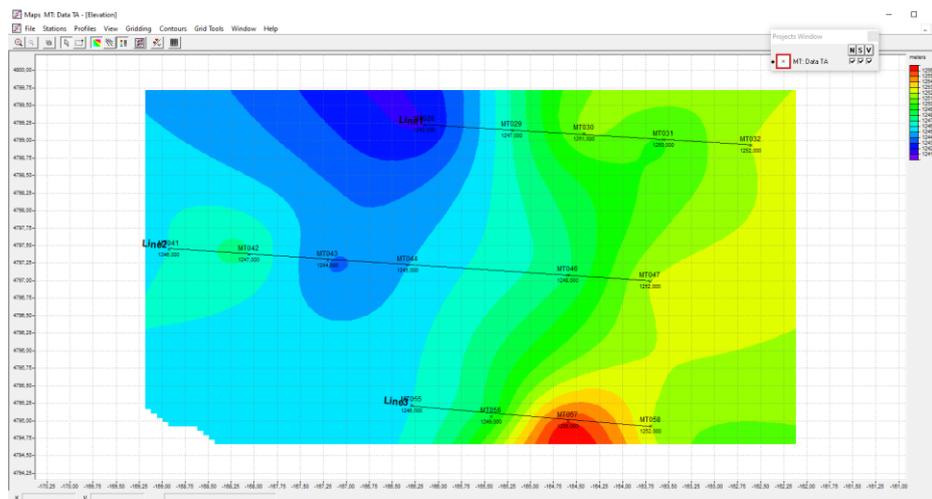
Sebelum memulai tahapan pengolahan data dan pemodelan data MT, tahapan awal yaitu membuat database di *software WinGLink* dengan memasukan file data MT dalam format *.edi kedalam *project* dan sesuaikan *Project Coordinate System* dengan koordinat daerah penelitian. Selanjutnya melengkapi data identitas daerah penelitian pada kolom *project properties*. Gambar 3.3 merupakan hasil akhir dari pembuatan *database*.



Gambar 3.3 Tampilan database pada Software WinGLink

b. Peta Topografi

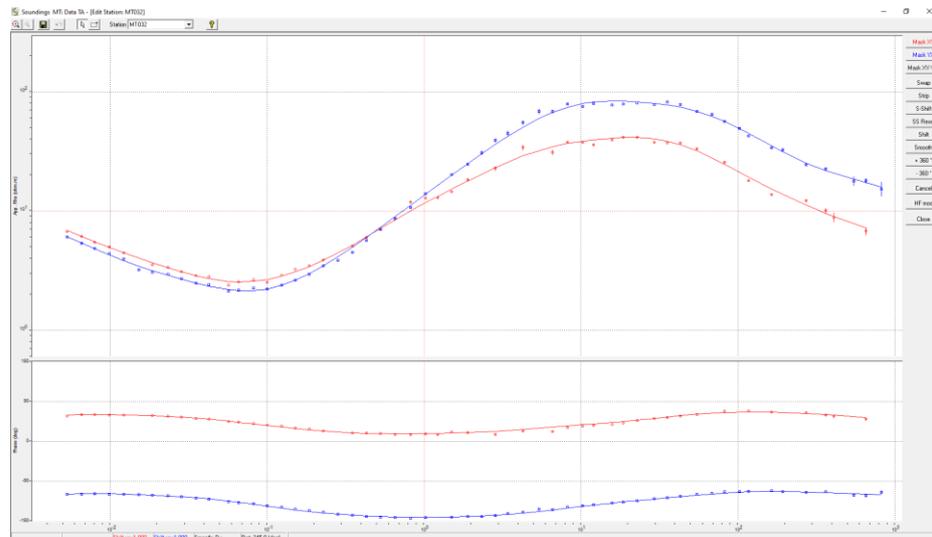
Pembuatan peta topografi bertujuan untuk melihat persebaran data pengukuran MT dilapangan dan membuat profil lintasan yang dapat digunakan untuk membuat model inversi bawah permukaan nantinya. Proses ini ditampilkan melalui menu *Maps* yang ada pada software WinGLink, kemudian pilih *Elevation* untuk menyesuaikan dengan elevasi dan koordinat pengukuran MT dilapangan. Kemudian dilanjutkan dengan membuat profil lintasan pada menu *profiles* lalu pilih *add profile trace* dan buat profil lintasan. Dalam penelitian ini terdiri dari 3 lintasan yang tegak lurus dengan arah struktur utama daerah penelitian (Gambar 3.4).



Gambar 3.4 Peta Topografi yang terdiri dari 15 titik pengukuran dan 3 profil lintasan MT

c. *Masking* dan *Smoothing*

Proses *masking* dan *smoothing* ditampilkan melalui menu *sounding*. Proses pengeditan ini ditampilkan berupa kurva TE dan TM yang dilakukan untuk mengetahui nilai resistivitas, ketebalan dan mengurangi *noise* pada data. Untuk melakukan *masking* dan *smoothing* dapat dipilih menu *Edit* lalu akan tampil menu bar di sebelah kanan. Pada proses *masking* ini melakukan pengurangan jumlah *noise* dengan cara memilih menu *Mask XY* dan *Mask YX* lalu dapat mematikan data yang dianggap sebagai *noise* pada kurva. Selanjutnya dilakukan proses *Smoothing* yang bertujuan untuk menyesuaikan antara garis kalkulasi fit dengan data observasi. Jenis kurva *smoothing* yang digunakan adalah tipe D+ dengan nilai toleransi *error* resistivitas semu dan *phase* sebesar 5% yang memungkinkan hasil *smoothing* akan fit antara garis kalkulasi dengan data observasi (Nugroho, 2018). Gambar 3.5 merupakan hasil *masking* dan *smoothing* dari salah satu data *sounding* MT.



Gambar 3.5 Contoh kurva *sounding* MT032 setelah proses *Masking*, *Smoothing* dan rotasi dengan arah N165°E. Kurva biru menunjukkan kurva TM sedangkan kurva merah menunjukkan kurva TE

d. Pemodelan Inversi 2D

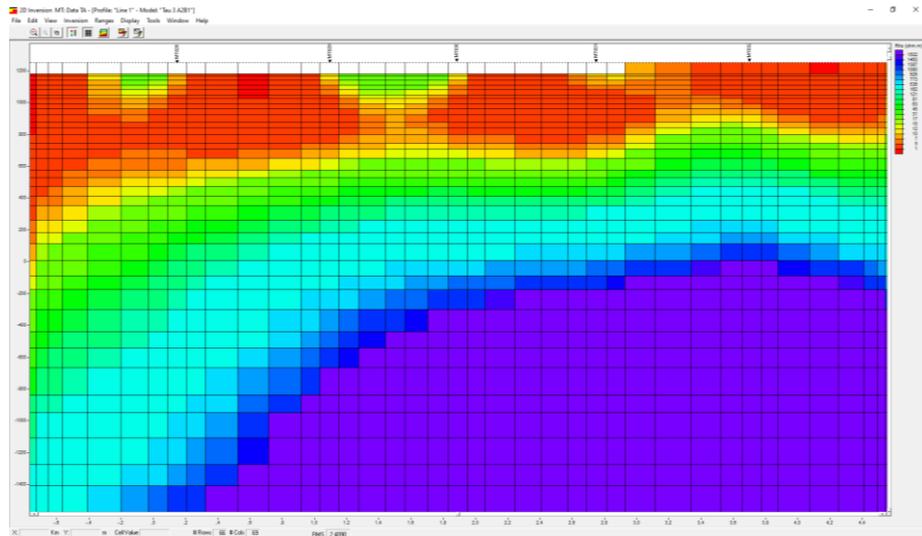
Setelah kurva data dan model 1D selesai, dapat dilanjutkan untuk melakukan pemodelan inversi 2D yang bertujuan dapat memvisualisasikan dan menduga penampang bawah permukaan sehingga dapat diinterpretasi model struktur dan sistem panas bumi

berdasarkan distribusi nilai resistivitas batuan. Metode inversi yang digunakan adalah metode *Non-Linear Conjugate Gradient* (NLCG). Metode ini mampu untuk menyederhanakan suatu fungsi objek yang terdapat pada resistivitas. Pemodelan 2D ditampilkan pada menu *2D Inversion* dan akan muncul profil lintasan pengukuran dimana proses inversi akan dilakukan satu persatu disetiap profil lintasan. Lalu, pilih menu *edit* untuk membuat dan mengatur *mesh* serta inisial model. Gambar 3.7 merupakan ilustrasi model awal yang telah diatur nilai *mesh* dan akan digunakan untuk melakukan pemodelan inversi.



Gambar 3.6 Ilustrasi model awal sebelum melakukan inversi dan setelah diatur nilai *mesh*

Dalam pemodelan 2D terdapat parameter inversi yang harus diatur sebelum memulai proses inversi, karena parameter inversi ini akan sangat mempengaruhi proses inversi dan model yang akan dihasilkan. Parameter inversi yang dimaksud adalah memilih mode pengukuran MT (Mode TE, TM, atau gabungan kedua mode TE TM), mengatur parameter TAU, nilai minimum frekuensi TE, TM, nilai *rho error floor* (%) dan *error phase*. Untuk penentuan parameter TAU yang baik yaitu memilih nilai *error* terkecil dan sudah terlihat konstan pada hasil inversi. Proses inversi ini dilakukan dengan melakukan tes parameter model inversi hingga didapatkan model yang sesuai dengan informasi geologi daerah penelitian. Gambar 3.8 merupakan salah satu hasil pemodelan inversi yang akan dikorelasikan dengan data geologi daerah penelitian.



Gambar 3.7 Hasil inversi pemodelan 2D menggunakan *Software WinGLink*

5. Pembuatan Peta dan *Overlay*

Pembuatan peta dan *overlay* merupakan tahap memvisualisasikan keadaan daerah penelitian dengan data MT. Dalam hal ini peta yang dibuat adalah peta desain akuisisi daerah penelitian, peta geologi daerah penelitian, serta melakukan *overlay* antara hasil tensor fasa dengan peta geologi daerah penelitian. Pembuatan peta dilakukan menggunakan *software Google Earth* dan *software ArcGis*. *Software Google Earth* digunakan untuk mengetahui sebaran titik pengukuran MT di lapangan. Kemudian hasil *plotting* tersebut dilanjutkan dalam *software ArcGis* untuk di visualisasikan dalam bentuk peta yang lebih informatif. selain itu, peta geologi daerah penelitian dan tahap *overlay* juga dibuat dalam *software ArcGis*.

6. Interpretasi Data

Interpretasi data merupakan tahapan yang dilakukan untuk melakukan analisa besaran fisis berupa nilai tahanan jenis berdasarkan hasil pemodelan inversi 2D pada data MT yang telah dilakukan pengolahan sebelumnya lalu mengkorelasikan dengan keadaan geologi daerah penelitian, yang tujuannya untuk menduga struktur bawah permukaan dan mengidentifikasi sistem panas bumi daerah penelitian yang diyakini terdapat potensi panas bumi.

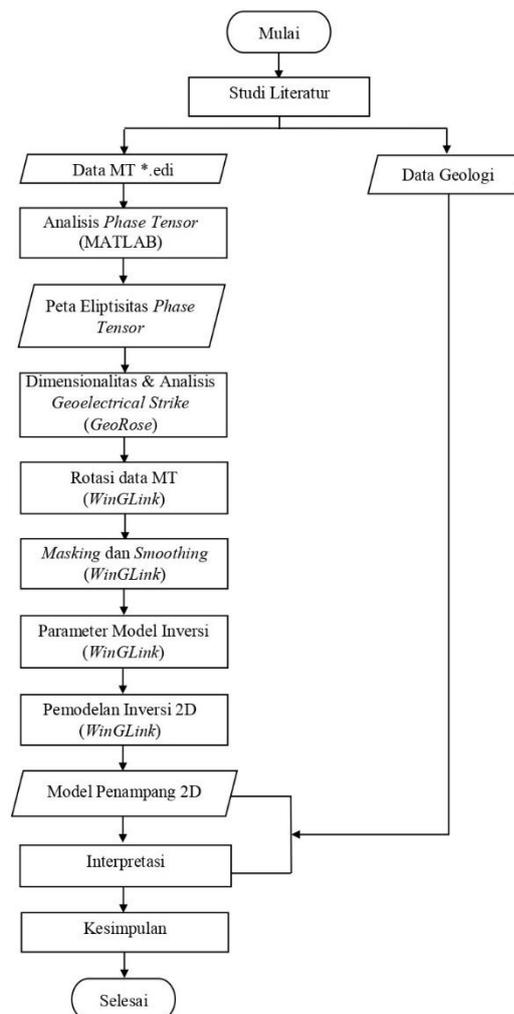
7. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran dilakukan untuk memberikan ringkasan atau simpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta memberikan saran yang dapat dilakukan jika ingin mengembangkan penelitian lebih lanjut.

8. Penyusunan Laporan Akhir

Penyusunan laporan akhir merupakan tahapan penyempurnaan penelitian secara visualisasi. Tahapan ini berupa penulisan laporan ilmiah (Tugas Akhir) yang disusun berdasarkan format penulisan laporan yang telah ditentukan dan memuat seluruh teori yang terkait dengan penelitian, hasil penelitian dan proses penelitian secara lengkap.

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.8 Diagram alir penelitian