

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

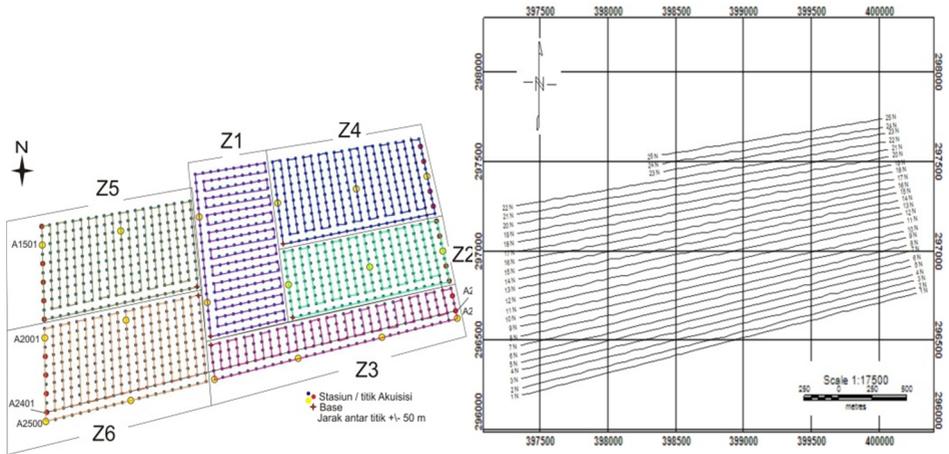
4.1 Interpretasi Kualitatif

Sebagai salah satu metode yang memanfaatkan sifat fisis bumi, metode magnetik memberikan gambaran tentang sebaran kemagnetan dipermukaan bumi. Akibat banyaknya faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran, serta untuk memperjelas sumber anomali magnetik, maka diperlukan pengolahan data termasuk koreksi hasil pengukurannya. Dibandingkan dengan koreksi data metode gravity, koreksi data metode magnetik relatif lebih sedikit (Lowrie, 2007).

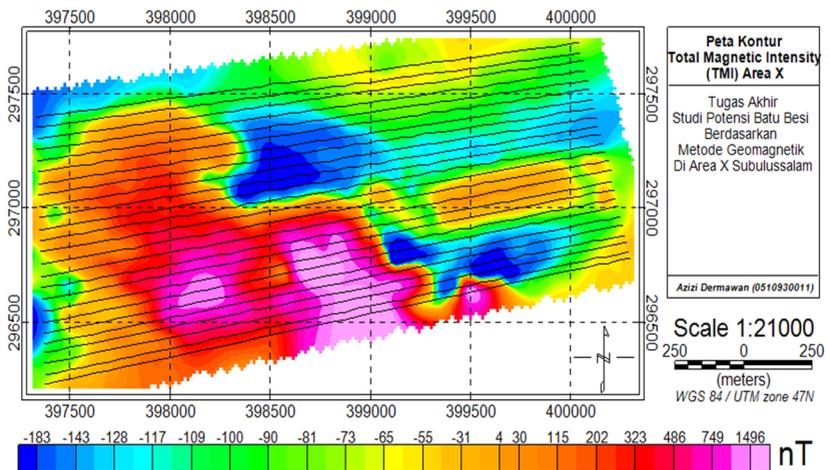
Survey magnetik memberikan cakupan yang konsisten dan berkelanjutan untuk area yang luas di permukaan bumi, membantu untuk mengisi celah pada pengetahuan geologis yang diekspresikan berupa pemetaan *outcrop* dan sebaran sample pemboran. Untuk mengisi celah ini, pengetahuan tentang sifat kemagnetan batuan sangatlah penting. Karakter medan magnet yang terlihat pada gambar *total magnetic intensity* (TMI) dapat dikaitkan pada *sample* geologi yang terbatas sebagai hasil pemboran maupun *outcrop*. Penelitian lebih detail sifat kemagnetan dapat menyingkap kepastian informasi geologi tentang kondisi geologi bawah permukaan tanah. Hal ini seringkali memberi kontribusi signifikan pada pengetahuan geologi dengan mempelajari variasi sifat kemagnetan batuan seperti diungkap dalam survey magnetik (Clark dan Emerson, 1991).

Intensitas medan magnetik total (TMI) untuk area X Subulussalam (Gambar 4.2), diperoleh dengan mengkonturkan hasil koreksi diurnal dan IGRF terhadap data pengukuran yang telah dilakukan. Adapun lintasan dan titik pengukuran yang telah disesuaikan dari “zonasi” menjadi “line” dapat dilihat pada Gambar 4.1, penyesuaian ini dilakukan berdasar informasi pengolahan *software* Encom Model Vision Pro V.11.

Interpretasi secara kualitatif untuk penelitian ini dapat dilakukan dengan mengamati pola kontur serta sebaran nilai intensitas yang tergambar, namun untuk mempermudah pengartiannya diperlukan penerapan bagian pengolahan data yang dikenal dengan *Kontinuasi* dan *Transformasi*, antara lain: *Upward Continuation*, *Subtracting Grid*, dan *Reduction to Equator*, yang mana masing masing dari proses ini memiliki fungsi dan karakter tertentu (Geosoft, 1997).



Gambar 4.1 Zonasi dan “line” pengambilan data

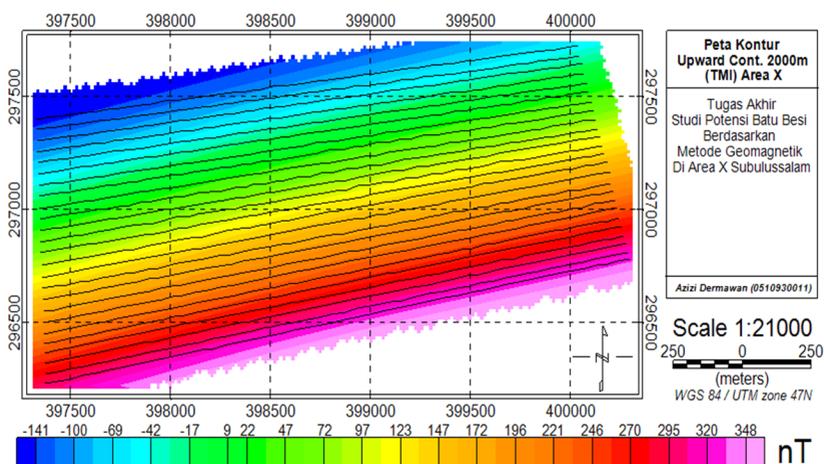


Gambar 4.2 Intensitas medan magnetik total (TMI) area X Subulussalam

Adanya anomali intensitas kemagnetan tinggi di daerah selatan barat sangat menarik untuk diselidiki, hal ini bersesuaian dengan informasi geologis area X Subulussalam yang diperkirakan sebagai area intrusi, yang mana pada titik ukur A1831 diperoleh informasi bahwa ditemukan granit pada kedalaman 30 meter dari permukaan tanah,

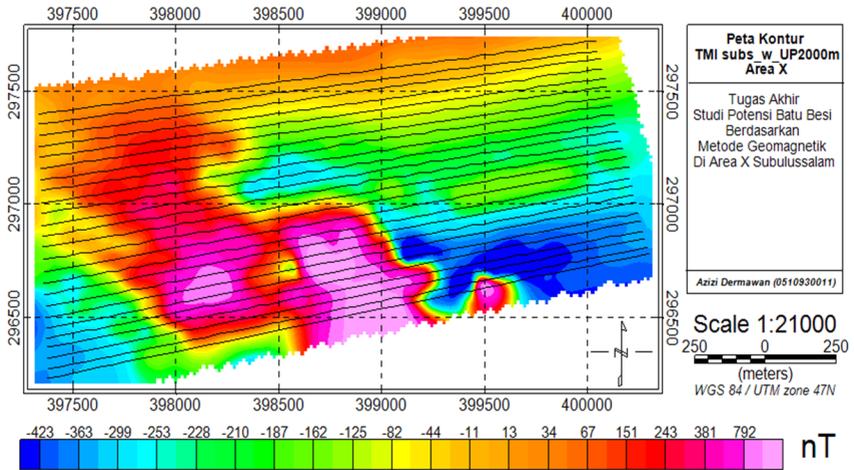
informasi ini diperoleh dari Pak Bancen, salah satu *helper* yang memandu penelitian.

Pengaruh kemagnetan regional dapat mengganggu kenampakan pola anomali lokal, oleh karena itu diperlukan pemisahan antara kemagnetan regional dan kemagnetan atau anomali lokal. Pemisahan ini dilakukan dengan cara *subtracting*, mengurangkan kontur intensitas magnetik total dengan kontur kemagnetan regional (Geosoft, 1997). Kontur kemagnetan regional diperoleh dengan meminimalisir efek kemagnetan akibat sumber yang dangkal menggunakan filter *upward continuation*. Hampir tidak ada efek samping akibat penggunaan filter ini selain berkurangnya efek kemagnetan yang diharapkan.



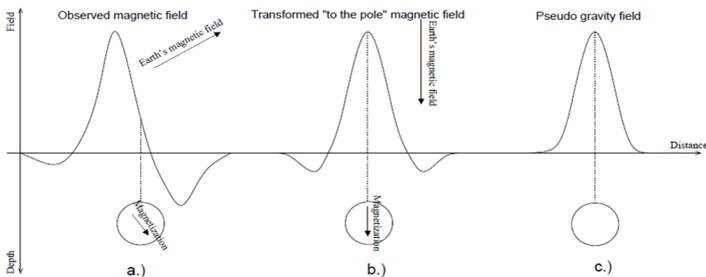
Gambar 4.3 Hasil *upward continuation* dari TMI sejauh 2000 m

Pengaplikasian filter *Upward* ini dilakukan dengan mencoba inputan jarak kontinuasi (*distance to upward continue*) yang digunakan. Hasil kontinuasi berupa kontur kemagnetan regional diperoleh dengan inputan *upward continuation* pada 2000 m (Gambar 4.3), yang selanjutnya hasil ini digunakan untuk mengurangi kontur TMI (Gambar 4.2) yang diperoleh sebelumnya.



Gambar 4.4 Hasil pengurangan kontur TMI dan *upward continuation* 2000 m

Kontur anomali lokal yang diperoleh (Gambar 4.4) selanjutnya dapat dianalisa baik pola maupun intensitas kemagnetannya, namun untuk mempermudah penganalisaan diperlukan reposisi anomali magnetik tersebut agar berada ditengah sumber anomalnya (Tchernychev, 2011). Ilustrasi hasil filtering *reduction to pole* dan *pseudogravity* terlihat pada Gambar 4.5

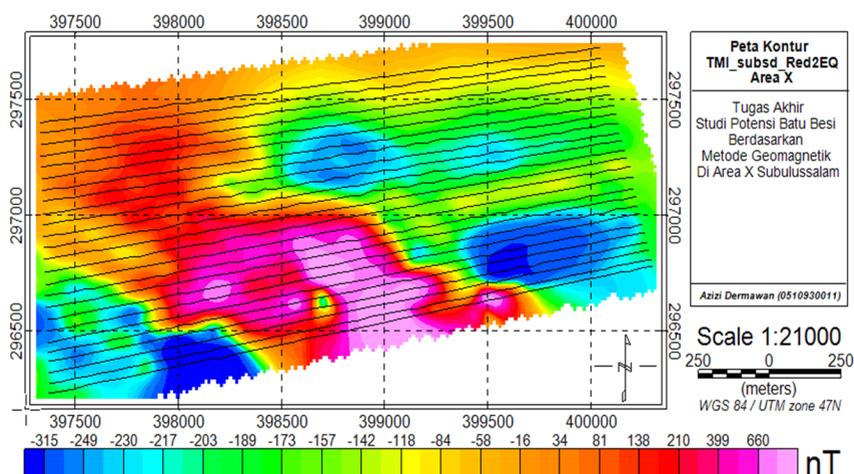


Gambar 4.5 Hubungan antara medan magnet yang teramati dengan transformasi ke kutub dan medan pseudo gravity.

Sedangkan hasil *reduction to equator* tampak pada Gambar 4.6, yang mana ditunjukkan dengan jelas terjadi perubahan pola anomali

magnetik. Analisa lebih lanjut mengenai pola kemagnetan ini memerlukan pemodelan 3D terkait struktur geologi dan sifat batuan yang mempengaruhi. Secara kualitatif ditunjukkan bahwa terjadi anomali kemagnetan yang memanjang dari sebelah barat area penelitian ke arah tenggara.

Penyebab anomali kemagnetan ini dimungkinkan berupa terobosan atau intrusi batuan yang mengandung *magnetite* relatif lebih tinggi dibanding daerah sekitarnya. Berdasar informasi geologi yang diterima, pada beberapa lokasi khususnya daerah utara penelitian, terdapat batuan metamorf dan sedimen yang terdiri dari *kuarsa*, *lempung*, pasir kerikil dan campuran *limestone*. Sedangkan dibagian selatan banyak dijumpai dinding dan *outcrop* yang dibuktikan mengandung mineral.



Gambar 4.6 Hasil *reduction to equator* dari kontur TMI.

Reduction to Equator digunakan pada lintang magnetik rendah untuk memposisikan anomali magnetik di tengah sumbernya, Hal ini dapat mempermudah interpretasi tanpa menghilangkan makna geofisisnya. *Reduction to Pole* melakukan hal yang hampir sama, namun pada daerah lintang rendah, akan dibutuhkan suatu koreksi amplitudo tersendiri untuk mencegah sinyal “utara-selatan” dalam data mendominasi hasil pengolahan. Sehingga mengakibatkan hasil

Reduction to Pole menunjukkan hasil yang kurang "jujur" dari data (Geosoft, 1997).

Dapat dilihat bahwa pendugaan awal berdasarkan anomali lokal (Gambar 4.5) lebih diperjelas dengan hasil *Reduction to Equator* (Gambar 4.6). Setelah dilakukan proses reduksi ke kutub didapatkan peta kontur anomali magnetik yang mengalami penguatan nilai kemagnetannya, terutama di daerah-daerah yang diindikasikan sebagai daerah prospek batu besi dan mineral lain dengan kemagnetan lebih kuat yang berada di bagian selatan.

Sedangkan di bagian utara-timur di indikasikan adanya sebaran mineralisasi logam lain. Anomali magnetik rendah ini ditafsirkan berkaitan dengan batuan yang bersifat nonmagnetik (*diamagnetic*) seperti tembaga, perak, emas, mineral batuan sedimen (*alluvium*), lempung, lumpur, dan pasir kerikil yang memiliki suseptibilitas kecil.

Area *interest* di bagian selatan merupakan aliran sungai Sarkea yang memiliki beberapa *outcrop* batu besi dan telah diketahui berpotensi sebagai lahan tambang.

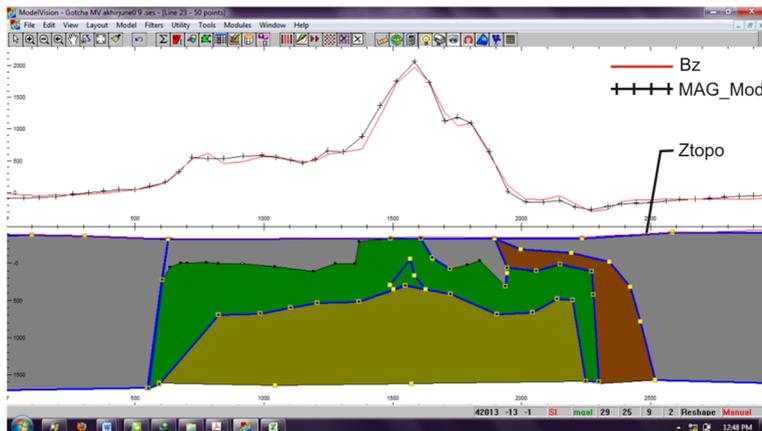
4.2 Interpretasi Kuantitatif

Untuk pemodelan 3D dengan membentuk banyak profil yang lebih detail dan terkontrol digunakan *software* Encom Model Vision V 11.0 dimana data inputnya adalah data grid TMI (*Total Magnetic Intensity*) dan informasi regional terkait medan magnet total berdasar IGRF serta inklinasi-deklinasi pada area. Pada area penelitian ini harga inklinasi dan deklinasi berturut-turut adalah -12.575° dan -0.607° . Sedangkan nilai medan magnet total berdasar IGRF 2010 adalah 42005nT. Namun, untuk mempersingkat pengolahan, data input yang dimodelkan langsung menggunakan data anomali lokal yang telah di reduksi ke equator.

Adapun penyesuaian data "zonasi" menjadi data "line" (Gambar 4.1) adalah untuk mempermudah pengolahan data tanpa mengurangi makna dari data tersebut. Penyesuaian ini dilakukan setelah tahapan koreksi (IGRF dan harian) selesai. Data magnetik yang digunakan pada umumnya dikenali *software* sebagai database dengan ekstensi **.gdb* sehingga untuk memfasilitasi penyesuaian data hasil digitasi awal yang berformat **.xls* (*Excel*) digunakan *software* Geosoft Oasis Montaj V.6.4.2. *Software* Montaj ini juga berfungsi sebagai pengolah data

kontur pada tahap *plotting* yang telah ditunjukkan pada interpretasi kualitatif.

Penggunaan input kontur hasil *reduction to equator* untuk modeling 3D yang sedikit berbeda dengan pengolahan untuk interpretasi kualitatif didasari adanya pembentukan profil pada tiap *line*, serta asumsi telah diposisikannya sumber anomali magnetik di tengah sumbernya, sehingga lebih mudah untuk dimodelkan. Gambar 4.7. menunjukkan contoh profil *line 23*, hasil olahan Encom Model Vision Pro V11.0, terdiri dari empat bagian masing masing Bz, MAG_MOD, Z-topo dan model batuan (*Bodies*).

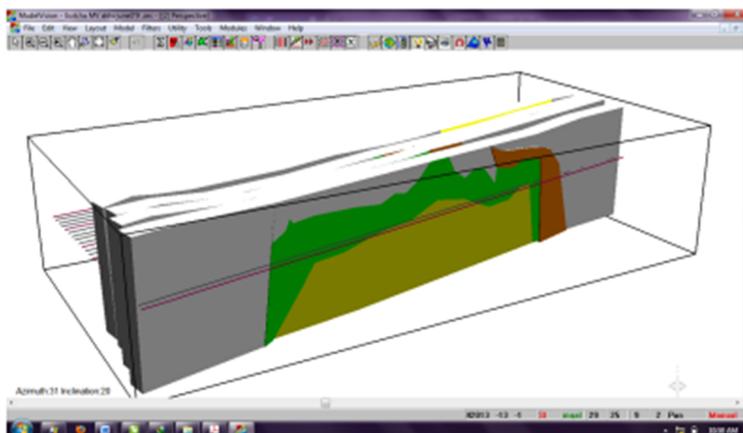


Gambar 4.7. Tampilan profil Line 23

Pembentukan profil tiap *line* disederhanakan dengan hanya menggunakan 5 jenis batuan antara lain *Sandstone*, *Hematite*, *Granite*, *Phylite* dan *Clay*. Nilai susceptibilitas masing-masing batuan tersebut dapat dilihat pada Lampiran 3. Keempat profil yang terbentuk menunjukkan adanya intrusi batuan *granite* terhadap formasi Kluet dan Sibolga, serta adanya kemungkinan batuan *hematite* maupun *phylite* di area kontakannya. Batuan *hematite* merupakan salah satu batuan yang telah diketahui mengandung unsur besi (*Fe*) relatif tinggi, merupakan batu besi yang dicari pada studi ini.

Kendala sekaligus kelebihan dari pemodelan profil 3D dengan *software* Encom Model Vision V11.0 adalah adanya hubungan baik antar profil maupun bentuk olahan yang lain, sehingga adanya tambahan profil maupun *editing* profil sebelumnya, akan mengubah nilai magnetik

yang dimodelkan dari keseluruhan profil. Untuk melihat tampilan keseluruhan profil dalam bentuk 3D digunakan mode *perspective* (Encom,2008), tampilan dari mode ini dapat dilihat pada Gambar 4.8.



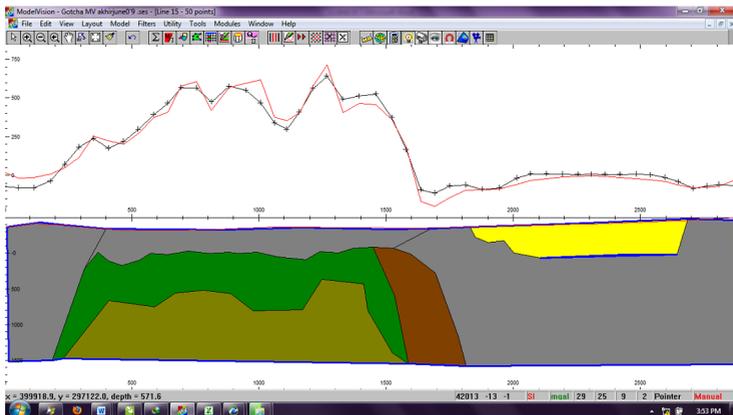
Gambar 4.8 Tampilan 3 dimensi hasil pemodelan *software*

Pada Gambar 4.9 dapat dilihat parameter model terkait penamaan, nilai susceptibilitas dan kedalaman (*depth*) tiap batuan yang digunakan dalam pemodelan. Nilai susceptibilitas negatif yang dimiliki batuan *granite* maupun *hematite* dalam model menunjukkan keterkaitannya dengan aktivitas gunung api Tersier atau mengindikasikan adanya medan magnet remanen (Pitney Bowes Software,2011).

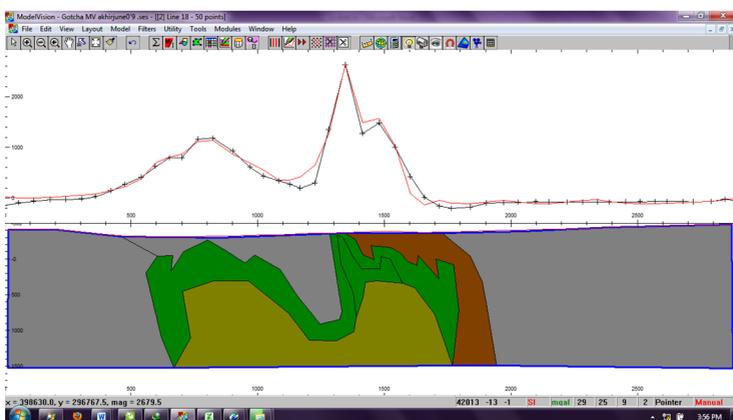
Label	Type	G	Cekung	Suscept	Density	Depth	Active
1	clay 15.1	polygon	5	0.0020	2.77	-136.3	<input checked="" type="checkbox"/>
2	granite 15.1	polygon	5	-0.025	2.77	1001.6	<input checked="" type="checkbox"/>
3	granite 18.1	polygon	4	-0.025	2.77	799.0	<input checked="" type="checkbox"/>
4	granite 20.1	polygon	1	-0.025	2.77	952.2	<input checked="" type="checkbox"/>
5	granite 23.1	polygon	1	-0.025	2.77	361.1	<input checked="" type="checkbox"/>
6	hematite 15.1	polygon	5	-0.05	2.77	827.2	<input checked="" type="checkbox"/>
7	hematite 18.1	polygon	4	-0.05	2.77	540.7	<input checked="" type="checkbox"/>
8	hematite 18.2	polygon	4	-0.20	2.77	343.2	<input checked="" type="checkbox"/>
9	hematite 20.1	polygon	1	-0.05	2.77	-124.3	<input checked="" type="checkbox"/>
10	hematite 20.2	polygon	1	-0.10	2.77	334.9	<input checked="" type="checkbox"/>
11	hematite 23.1	polygon	2	-0.05	2.77	641.3	<input checked="" type="checkbox"/>
12	hematite 23.2	polygon	2	-0.10	2.77	217.9	<input checked="" type="checkbox"/>
13	phyllite 15.1	polygon	5	-0.05	2.77	611.7	<input checked="" type="checkbox"/>
14	phyllite 18.1	polygon	4	0.020	2.77	952.6	<input checked="" type="checkbox"/>
15	phyllite 20.1	polygon	3	0.020	2.77	1149.2	<input checked="" type="checkbox"/>
16	phyllite 23.1	polygon	3	0.020	2.77	758.7	<input checked="" type="checkbox"/>
17	sandstone 15	polygon	5	0.005	2.77	523.2	<input checked="" type="checkbox"/>
18	sandstone 15	polygon	5	0.005	2.77	962.6	<input checked="" type="checkbox"/>
19	sandstone 15	polygon	5	0.005	2.77	15.2	<input checked="" type="checkbox"/>
20	sandstone 18	polygon	4	0.005	2.77	668.4	<input checked="" type="checkbox"/>
21	sandstone 18	polygon	4	0.005	2.77	522.4	<input checked="" type="checkbox"/>
22	sandstone 20	polygon	1	0.005	2.77	996.7	<input checked="" type="checkbox"/>
23	sandstone 20	polygon	1	0.005	2.77	45.3	<input checked="" type="checkbox"/>
24	sandstone 20	polygon	3	0.005	2.77	1050.9	<input checked="" type="checkbox"/>
25	sandstone 23	polygon	2	0.005	2.77	750.7	<input checked="" type="checkbox"/>
26	sandstone 23	polygon	2	0.005	2.77	43.4	<input checked="" type="checkbox"/>
27	sandstone 23	polygon	2	0.005	2.77	652.1	<input checked="" type="checkbox"/>
28	sandstone 23	polygon	2	0.005	2.77	-7.1	<input checked="" type="checkbox"/>

Gambar 4.9 Parameter model batuan yang digunakan pada *software*.

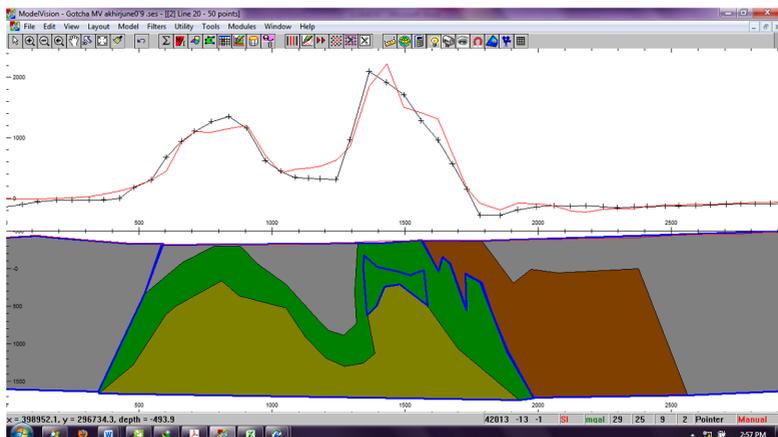
Profil tiga *line* yang lain yaitu *line* 15, 18 dan 20 ditunjukkan pada Gambar 4.10a, 4.10b dan 4.10c secara berurutan. Masing-masing profil dibentuk dengan ketebalan (*strike length*) 100 meter, kecuali *line* 15 yang menggunakan ketebalan profil 150 meter, untuk mempersempit celah antara profil *line* 15 dan 18, adapun kesesuaian antara kurva MAG_Mod (berasal dari data *Reduction to Equator*) dan Bz (berasal dari model batuan) seperti tampak pada gambar tiap profil, relatif sudah sesuai. Skala angka disebelah kiri atas menunjukkan nilai intensitas kemagnetan, sedangkan yang bawah adalah kedalaman model batuan, yang mana kedalaman maksimum dari model batuan adalah 1500 meter.



Gambar 4.10a. Profil *line* 15



Gambar 4.10b. Profil *line* 18



Gambar 4.10c. Profil *line 20*

Berdasarkan model batuan yang telah terbentuk dapat diperkirakan volume perkiraan batu besi yang diinginkan (*hematite*). Tabel 4.1 menunjukkan nilai perkiraan *hematite* pada tiap profil. Dari empat profil yang mewakili area *interest* dapat diperkirakan bahwa perkiraan deposit batu besi (*hematite*) yang terkandung adalah ± 387 juta meter kubik.

Tabel 4.1 Perkiraan volume batu besi (*hematite*)

Profil <i>Line</i>	Volume <i>hematite</i> (m ³)
15	86.845.725
18	77.278.954
20	106.047.857
23	116.694.000
Total Perkiraan	386.866.536

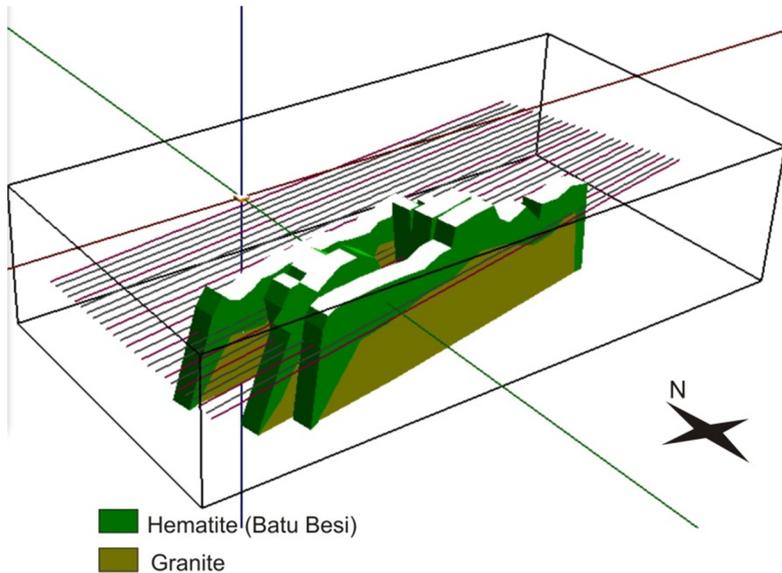
Hasil pemodelan memperlihatkan bahwa benda penyebab anomali magnetik pada keempat profil tersebut umumnya membentuk zona kontak intrusi antara batuan *granite* dan *sandstone* yang diperkirakan terdiri oleh material yang mengandung oksida besi seperti *hematite* yang berasal dari rombakan batuan beku yang menerobos zona lemah sehingga mineral – mineral yang mengandung besi terakumulasi dan terbentuk zona baru yang terdiri dari mineral – mineral besi.

Gambar 4.11a dan 4.11b menunjukkan kondisi *outcrop* yang terdapat pada area interest pada bagian selatan, dinding S.Sarkea. Sampel batuan yang menunjukkan kandungan mineral maupun dugaan batu besi ditunjukkan oleh gambar inset pada tiap *outcrop*.



Gambar 4.11. a. *Outcrop* 1 menunjukkan sample batuan yang diduga mengandung besi. b. *Outcrop* 2 menunjukkan kandungan mineral yang tersisip diantara mineral kuarsa.

Model 3D yang terbentuk menunjukkan adanya zona lemah pada area penelitian yang didominasi *sandstone* memungkinkan adanya intrusi batuan beku (*granite*). Gambar 4.12 menunjukkan model 3D dari batuan (tanpa *sandstone*) untuk memperjelas tampilan struktur intrusi yang dimodelkan. Adapun gambaran profil *line* maupun model 3 dimensi yang lebih detail dapat dilihat pada Lampiran 8.



Gambar 4.12 Model 3 dimensi batuan intrusi (*granite*) dan batu besi (*hematite*)