

Identifikasi Cekungan Sumatera Tengah Berdasarkan Data Anomali Geomagnetik *Reduce to The Pole* dan *Metode Half-Slope*

Identification of the Central Sumatra Basin Based on Reduced to The Pole Geomagnetic Anomaly Data and the Half-Slope Method

Soraya Tiana Dewi^{1*}, Ayu Safira², Andro Valentino Manurung³, Syamsurijal Rasimeng⁴, Rustadi⁵

^{1,2,3,4,5}Teknik Geofisika, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

Email: sorayatianadewi.std@gmail.com

ABSTRAK

Cekungan Sumatera Tengah adalah cekungan busur belakang yang menjadi salah satu cekungan yang menghasilkan minyak terbesar di negara Indonesia. Dalam melakukan identifikasi prospek hidrokarbon diperlukan beberapa data pendukung untuk analisis lebih lanjut. Dalam hal ini, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis medan anomali magnetik dengan metode *Reduce to Pole* (Reduksi ke Kutub) serta analisis kedalaman lapisan Cekungan Sumatera Tengah menggunakan Metode *Half-Slope*. Adapun metode pada penelitian ini meliputi pemfilteran data magnetik dari data geologi Sumatera, membuat peta anomali medan magnet total, dan melakukan transformasi reduksi ke kutub dalam bentuk *monopole*, dilanjutkan dengan melakukan *slice* data RTP berjumlah 3 *slice*, kemudian menghitung *Half-Slope* menggunakan *slice* data RTP menggunakan *Software Matlab*. Nilai medan magnet total sebelum dilakukan *Reduce to Pole* (RTP) berada pada rentang nilai -90 hingga 60 nT. Nilai setelah dilakukan *Reduce to Pole* (RTP) berada pada rentang -140 hingga 190 nT. Pada hasil *slice* 1 didapatkan nilai rata-rata kedalaman sebesar 59,2 km. Hasil *slice* 2 didapatkan nilai rata-rata kedalaman sebesar 35,2 km. Nilai rata-rata kedalaman pada *slice* 3 sebesar 42,8 km. Selanjutnya menentukan batas cekungan dan melakukan *slice* data pada area batas cekungan untuk dilakukannya analisis menggunakan metode *Half-Slope*. Didapatkan nilai rata-rata kedalaman pada batas cekungan Sumatera Tengah sebesar 19,6 km.

Kata Kunci: Anomali; Cekungan Sumatera Tengah; Reduksi ke Kutub; Half-Slope; Slice

ABSTRACT

The Central Sumatra Basin is a back arc basin which is one of the largest oil producing basins in Indonesia. In identifying hydrocarbon prospects, some supporting data are needed for further analysis. In this case, this study was conducted to analyze the magnetic anomaly field using the *Reduce to Pole* method and analysis of the depth of the Central Sumatra Basin layer using the *Half-Slope* Method. The methods in this study include filtering magnetic data from Sumatran geological data, creating a total magnetic field anomaly map, and performing a reduction to pole transformation in the form of a *monopole*, followed by slicing 3 slices of RTP data, then calculating *Half-Slope* using the RTP data slice using *Matlab Software*. The total magnetic field value before *Reduce to Pole* (RTP) was in the range of -90 to 60 nT. The value after *Reduce to Pole* (RTP) was in the range of -140 to 190 nT. The results of slice 1 obtained an average depth value of 59,2 km. The results of slice 2 obtained an average depth value of 35,2 km. The average depth value on slice 3 is 42,8 km. Furthermore, determine the basin boundary and slice the data on the basin boundary area to perform analysis using the *Half-Slope* method. The average depth value on the Central Sumatra basin boundary is 19,6 km.

Keyword: Anomaly; First Central Sumatra Basin; *Reduce to Pole*; *Half-Slope*; *Slice*

PENDAHULUAN

Cekungan Sumatera Tengah adalah bagian dari rangkaian *rift basin* yang posisinya berada di *back-arc* yang panjangnya sampai pada tepi *sundaland*. Cekungan Sumatera Tengah

menyimpan cadangan minyak yang aktif menghasilkan minyak bumi hingga sekarang. Cekungan Sumatera Tengah sudah terbentuk dari awal *tersier* (*Eosen-Oligosen*), Cekungan Sumatera Tengah adalah serangkaian dari struktur *halfgraben* yang arahnya dari utara-

barat laut sub-paralel kemudian dipisahkan dengan *blok horst* (Williams & Eubank, 1995).

Tumbukan India dan Asia dianggap penyebab dari terjadinya proses tektonik ekstensi dan merupakan awal pembentukan dari (*rift basins* (cekungan-cekungan ekstensi) pada daratan sunda wilayah Asia Tenggara oleh ahli tektonik Asia. Walaupun waktu yang tepat dari pembentukannya belum ditentukan, periode ini yang diperkirakan sebagai awal pembentukan cekungan-cekungan di wilayah Asia Tenggara. Pembentukan busur vulkanik pada tepi baratdaya di Pulau Sumatera menyebabkan cekungan-cekungan yang keberadaannya dibelakang busur terjadi penurunan global serta gejala transgresi regional. Gejala tersebut disertai pengendapan sedimen yang tebal Formasi Bangko-Formasi Telisa pada Cekungan Sumatera Tengah, (Wkindonesia, 2017).

Geologi Cekungan Sumatera Tengah terbentuk dari sistem rombik multi skala dari suatu sesar dan lipatan yang berarah. Sistem tersebut memiliki suatu arah umum N-S berumur lebih tua serta NW-SE memiliki kisaran umur *Paleogen*. Kemudian deformasi dari sistem ini lalu menghasilkan sesar utama yang memotong batuan dasar arah utama N-S dan NW-SE (Mertosono & Nayoan, 1974).

Bagian barat serta barat daya Cekungan Sumatera Tengah dibatasi dengan Bukit Barisan, lalu bagian timur yaitu Semenanjung Malaysia, di utara juga dibatasi Busur Asahan, bagian tenggara yaitu dataran tinggi Tigapuluh, pada bagian timur laut adalah Kraton Sunda, serta batas selatan belum diketahui. Bentuk setengah graben diisi dengan sedimen klastik *non-marine* serta *lacustrine* kelompok pematang pada beberapa bagian dari cekungan yang cukup dalam (Heidrick & Aulia, 1993a).

Cekungan Sumatera Tengah adalah cekungan yang menghasilkan hidrokarbon terbesar di negara Indonesia. Batuan yang berpotensi sebagai sumber hidrokarbon yaitu batuan klastika halus yang terdapat di dalam

Formasi Kelesa yang berumur *Eosen* Akhir serta di Formasi Lakat berumur *Oligosen*. Cekungan Sumatera Tengah adalah cekungan busur belakang yang menjadi salah satu cekungan yang menghasilkan minyak terbesar di negara Indonesia. Cekungan Sumatera Tengah dialasi batuan *Pratersier*, lalu diisi dengan batuan sedimen yang berumur *Eosen* hingga *Plio-Plistosen* (Heryanto & Hermiyanto, 2006).

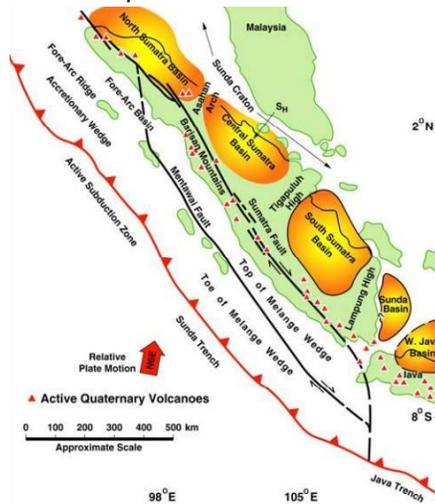
Cekungan Sumatra Tengah memiliki potensi *shale hydrocarbon*. Cekungan Sumatera Tengah terdapat Formasi Brown Shale disusun sedimen *lakustrin*, yaitu target utama dari eksplorasi *shale hydrocarbon*. Bukti bahwa migas yang diproduksi lapangan-lapangan minyak dan gas pada Cekungan Sumatra Tengah berasal dari Formasi Brown Shale, memperkuat anggapan formasi ini memiliki potensi batuan induk dan reservoir *shale hydrocarbon* yang baik (Widada et al., 2018).

Cekungan Sumatera Tengah merupakan penghasil hidrokarbon terbesar di negara Indonesia. Sehingga, penelitian ini dilakukan untuk melokalisasi daerah yang memiliki intensitas medan magnetik maksimum yang berada tepat diatas medan anomali menggunakan metode *Reduce to Pole* (Reduksi ke Kutub) serta mengestimasi kedalaman lapisan Cekungan Sumatera Tengah menggunakan Metode *Half-Slope* sebagai bahan analisis lebih lanjut dalam mengidentifikasi potensi hidrokarbon pada Cekungan Sumatera Tengah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi Cekungan Sumatera Tengah berdasarkan data anomali Geomagnetik menggunakan metode *Reduce to Pole* (Reduksi ke Kutub) dan Metode *Half-Slope*. Data penelitian yang digunakan adalah data anomali magnetik total daerah Sumatera, kemudian

dilakukannya pengolahan Reduksi ke Kutub (*Reduce to Pole*) menggunakan *software Oasis Montaj* untuk menghilangkan pengaruh dari sudut inklinasi magnetik dengan cara mengubah medan magnetik *dipole* menjadi *monopole* agar anomali medan magnetik dapat diperjelas, serta mengestimasi kedalaman lapisan menggunakan metode *Half-Slope*.



Gambar 1. Kerangka tektonik pulau sumatera (Heidrick & Aulia, 1993b)

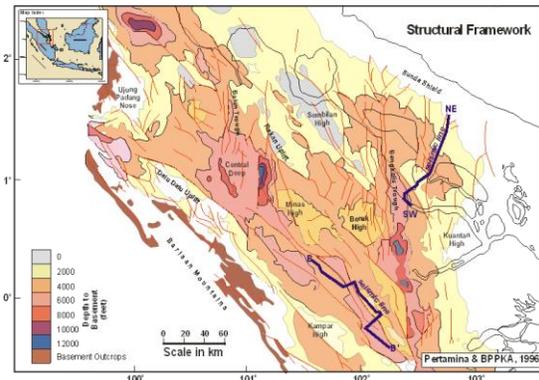
Lokasi penelitian pada Cekungan Sumatera Tengah, adapun metode pada penelitian ini meliputi pemfilteran data magnetik dari data geologi Sumatera untuk mendapatkan nilai magnetik pada Cekungan Sumatera Tengah. Tahap berikutnya yaitu membuat peta pemodelan anomali medan magnet total yang masih dalam bentuk *dipole*. Proses selanjutnya adalah melakukan transformasi reduksi ke kutub (*Reduce to Pole*) dalam bentuk *monopole*. Setelah mendapatkan hasil pemodelan Peta RTP maka langkah berikutnya yaitu melakukan *slice data* pada peta RTP sebanyak 3 buah *slice* menggunakan *Software Surfer*. Hasil *slice* kemudian di *import* pada *Ms. Excel*, mengingat untuk kemudian dilakukan perhitungan *Half-Slope* menggunakan *Software Matlab* untuk mendapatkan grafik *Half-Slope*. Konsep dari *Half-Slope* sendiri adalah dengan menentukan titik maksimum dan minimum pada kurva untuk

mengestimasi kedalaman lapisan pada Cekungan Sumatera Tengah. Pada peta RTP dilakukan proses penentuan batas-batas cekungan Sumatera Tengah dengan memanfaatkan *Software Google Earth* dan *Surfer*. Setelah dilakukan penentuan batas cekungan, dilakukan *slice data* pada area batas cekungan untuk dilakukan perhitungan *Half-Slope* pada batas cekungan Sumatera Tengah.

a. Geologi Regional

Cekungan Sumatera Tengah memiliki luas 103.500 km² yang didominasi oleh daratan. Secara geografis, Cekungan Sumatera Tengah terletak pada 90° – 103° BT dan 1° LS – 4° LU. Bagian utara yaitu Tinggian Asahan memisahkan Cekungan Sumatera Tengah dengan Cekungan Sumatera Utara. Bagian selatan yaitu Pegunungan Tigapuluh memisahkannya dengan Cekungan Sumatera Selatan. Cekungan Sumatera Tengah menghasilkan minyak yang diproduksi reservoir *post rift* yang berumur *Miosen Awal* dari Grup Sihapas. Cekungan Sumatera Tengah memiliki Karakter spesifik yaitu tidak adanya reservoir karbonat seperti pada Cekungan Sumatera Selatan, Cekungan Sumatera Utara, atau Jawa Timur Utara (Wkindonesia, 2017).

Bergesernya palung kebagian baratdaya dengan konsisten hingga kedudukannya dengan arah konvergensi menjadi menyering menyebabkan suatu gerakan kearah kanan pada sesar Sumatera lalu menyebabkan tegasan utama tektonik kearah timurlaut. Tegasan itu mengakibatkan proses deformasi terakhir pada Cekungan Sumatera Tengah yang mengakibatkan sesar-sesar normal arah utara-selatan bergerak mendatar, kemudian sesar-sesar pada baratlaut-tenggara menjadi lipatan serta sesar naik (Wkindonesia, 2017).



Gambar 2. Pola struktur batuan dasar cekungan sumatera tengah (BPPKA, 1996)

Endapan *lakustrin fasies Brown Shale* Formasi Pematang merupakan suatu batuan induk yang disebabkan karena adanya minyak pada Cekungan Sumatera Tengah. Cekungan Sumatera Tengah terdiri dari batuan reservoir berupa batuan sedimen *post-rift*. Kelompok batuan reservoir utama pada Cekungan Sumatera Tengah adalah Grup. Grup Sihapas ini terdiri dari lima formasi yaitu Formasi Bangko, Menggala, Bekasap, Telis, Duri (Wkindonesia, 2017).

Proses sedimentasi pengisian Cekungan Sumatera Tengah umumnya dikelompokkan menjadi Kelompok Sihapas, Kelompok Pematang, Formasi Telisa, dan Formasi Minas, Formasi Petani (Natasia et al., 2017).

b. Metode Magnetik

Metode Magnetik merupakan metode untuk mengetahui struktur geologi pada bawah permukaan contohnya sesar, lipatan, atau intrusi batuan beku, serta reservoir *geothermal*. Konsep Metode Magnetik pada pengukuran didasarkan oleh variasi kecil dari intensitas medan magnetik pada permukaan bumi yang disebabkan karena kontras dari sifat kemagnetan batuan pada kerak bumi. Hal ini mengakibatkan medan magnet menjadi tidak homogen. Batuan yang berada pada sistem panas bumi biasanya memiliki nilai

magnetisasi rendah dibandingkan batuan di sekitarnya. Penyebabnya karena proses demagnetisasi dari proses alterasi hidrotermal. Proses ini menyebabkan suatu mineral berubah menjadi mineral paramagnetik ataupun diamagnetik. Nilai magnet rendah menginterpretasikan suatu zona-zona yang potensial sebagai sumber panas atau reservoir (Musafak & Santosa, 2007).

c. Medan Anomali Magnetik

Anomali magnetik adalah medan magnetik yang sumbernya dari batuan dan sebaran benda bawah permukaan yang sudah termagnetisasi. Volume batuan yang terdiri dari mineral-mineral magnetik bisa dianggap *dipole* magnetik (Telford et al., 1990). Magnetisasi M suatu volume V didefinisikan sebagai jumlah vektor dari semua momen *dipole* individu m_i dibagi dengan volume (Blakely, 1996) dan (Raharjo & Wibowo, 2014).

$$M = 1/V \sum m_i \dots\dots\dots(1)$$

Volume massa batuan dengan magnetisasi M terdiri dari sejumlah momen *dipole*, masing-masing momen *dipole* bertindak seperti *dipole* tunggal $Mdv = m$ oleh karena itu, potensial magnetik yang diamati pada titik P yaitu,

$$V(P) = -C_m M \cdot \nabla_p \frac{1}{r} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana r adalah jarak titik P ke *dipole* magnet, dan C_m merupakan konstanta bernilai 10^{-7} henry/meter. Magnetisasi merupakan fungsi posisi dengan arah dan besarnya dapat bervariasi dari suatu titik ke titik yang lain ($M = M(Q)$), dimana Q yaitu posisi dv . Dengan mengintegrasikan persamaan tersebut ke semua volume unsur memberikan potensi distribusi magnetisasi yaitu,

$$V(P) = C_m \int_R M(Q) \cdot \nabla_Q \frac{1}{r} dv \dots\dots(3)$$

Sama halnya dengan persamaan (3), Induksi medan magnetik **B** ditulis sebagai,

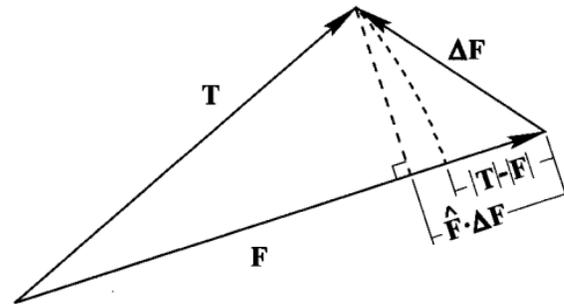
$$B(P) = -\nabla_P V(P) \dots\dots(4)$$

$$B(P) = -C_m \nabla_P \int_R M(Q) \cdot \nabla_Q \frac{1}{r} dv \dots\dots(5)$$

Persamaan (5) adalah subskrip operator gradien dari P menjadi Q ketika operator tersebut berada di dalam integral volume. Hal ini menunjukkan bahwa gradien senantiasa terkait antara posisi sumber magnetisasi dengan koordinat titik pengamatan.

Magnetometer medan magnet total biasanya adalah instrumen pilihan untuk survei magnetik darat, udara, atau *marine*. Magnetometer medan magnet total mengukur besarnya medan magnet total tanpa memperhatikan arah vektornya. Anomali medan total dihitung dari pengukuran medan total dengan cara mengurangkan besarnya medan regional yang cocok, biasanya model IGRF yang sesuai dengan tanggal survei. Jika **T** menyatakan medan total pada sembarang titik, dan **F** adalah medan regional pada titik yang sama, maka anomali medan magnet total diberikan oleh,

$$\Delta T = |T| - |F| \dots\dots(6)$$



Gambar 3. Representasi vektor dari anomali medan magnet total (Blakely, 1996)

Medan magnet total **T** merupakan suatu penjumlahan vektor medan magnet regional **F** dan medan magnet anomali ΔF . Panjang $|T| - |F|$ merepresentasikan anomali medan magnet total, namun panjang $F \cdot \Delta F$ merupakan perkiraan yang sesuai jika $|F| \gg |\Delta F|$

Gambar 2 menunjukkan bahwa anomali medan magnet total tidak setara dengan besarnya medan magnet anomali karena,

$$\Delta T = |F + \Delta F| - |F| \dots\dots(7)$$

$$\Delta T \neq |\Delta F|$$

Untuk dapat memahami sumber anomali medan magnet diperlukan ketiga komponen ΔF atau setidaknya satu komponen ΔF . Dalam kondisi yang biasanya berlaku dalam studi magnetik kerak, anomali medan total adalah pendekatan yang baik dari salah satu komponen ΔF dan dapat dianggap sebagai fungsi harmonik. Kondisi pertama dapat terpenuhi apabila nilai medan magnet anomali lebih kecil dibandingkan dengan medan magnet ambien. Jika $|F| > |\Delta F|$ maka,

$$\begin{aligned} \Delta T &= |F + \Delta F| - |F| \\ &\approx (F \cdot F + 2F \cdot \Delta F)^{\frac{1}{2}} - |F| \\ &\approx (F \cdot F)^{\frac{1}{2}} + \left(\frac{1}{2}\right) (2) (F \cdot F)^{-1/2} \\ &= \frac{F \cdot \Delta F}{|F|} \\ \Delta T &\approx \hat{F} \cdot \Delta F \dots\dots(8) \end{aligned}$$

Induksi magnetik pada persamaan (5) disebut dengan anomali magnetik. Medan tersebut bersama-sama dengan medan magnet utama bumi B_0 yang berada pada titik pengukuran. Medan magnetik total terukur pada titik lokasi sebenarnya adalah gabungan dari medan magnet utama bumi serta anomali magnetik, asumsinya yaitu medan magnetik luar diabaikan. Medan magnetik total dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut (Raharjo & Wibowo, 2014).

$$\vec{B}T = \vec{B}o + \vec{B} (\vec{r}o) \dots\dots\dots(9)$$

Ketika sudah mendapatkan hasil data anomali magnetik total terkadang masih terdistribusi pada permukaan topografi, sehingga transformasi ke bidang datar perlu dilakukan menggunakan pendekatan deret Taylor. Deret Taylor memanfaatkan turunan fungsi yang dihitung di satu titik untuk mengekstrapolasi fungsi terhadap titik yang berdekatan. Deret Taylor memodifikasi bentuk benda penyebab dari anomali untuk menyelesaikan *problem invers nonlinier*. Deret Taylor dapat dimanfaatkan untuk memprediksi harga medan potensial dari suatu titik yang jauh dari permukaan observasi (Rasimeng, 2008).

Reduksi biasanya dilakukan menggunakan *Software Fortran 77* melalui *Fast Fourier Transform* di ketinggian rata-rata topografi. Suatu medan potensial $U(x,y,z_0)$ yang diukur di permukaan datar (z_0 =konstant) serta diinginkan pada permukaan yang tidak rata $z(x,y)$. Harga medan potensial dari satu titik (x,y,z) dari permukaan dijelaskan dengan persamaan sebagai berikut (Rasimeng, 2008).

$$U(x,y,z) = U(x,y,z_0) + (z - z_0) \frac{\partial}{\partial z} U(x,y,z_0) + \frac{(z - z_0)^2}{2} \frac{\partial^2}{\partial z^2} U(x,y,z_0) + \dots$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(z - z_0)^n}{n!} \frac{\partial^n}{\partial z^n} U(x,y,z_0) \dots\dots\dots(10)$$

d. Reduksi ke Kutub (*Reduce to Pole*)

Reduce to Pole merupakan suatu koreksi anomali magnetik yang fungsinya untuk memudahkan ketika proses interpretasi. Adapun cara yang dilakukan yaitu dengan mengubah sudut deklinasi menjadi 90° serta sudut inklinasi menjadi 0° (Utama et al., 2016).

Operasi ini menunjukkan anomali *dipole* (positif dan negatif) yang ditransformasikan ke anomali *monopole* (positif). RTP menyederhanakan peta medan total dan pengoperasiannya mudah untuk dilakukan jika pada lintang magnetik yang tinggi dan sulit dilakukan pada daerah khatulistiwa. Apabila magnetisasi serta medan lingkungan tidak vertikal, distribusi simetris magnetisasi menyebabkan kemiringan kurva anomali magnetik simetrisnya (Irsyad & Haryanto, 2018).

Transformasi dilakukan karena adanya perbedaan dari nilai inklinasi, deklinasi, serta intensitas total magnet. Oleh karena itu transformasi ini mentransformasikan suatu medan magnet pada tempat pengukuran menjadi medan magnet pada kutub utara magnet (Wati, 2018).

Metode transformasi ke kutub adalah metode penyederhanaan dari proses interpretasi data magnetik di daerah berlintang yang rendah serta menengah. *Reduce to Pole* dapat meringankan tahap yang cukup rumit pada proses interpretasi karena anomali medan magnetik menunjukkan langsung posisi dari benda (Arif & Lepong, 2016).

$$\Delta T(r) = - \frac{\partial}{\partial \beta} \Delta V\alpha (r) = \Delta J \frac{\partial^2}{\partial \beta \partial \alpha} \frac{1}{r}, \dots\dots\dots(11)$$

r merupakan sumber ke jarak pengamatan, $\Delta V\alpha$ yaitu potensial anomali akibat arah magnetisasi anomali yang seragam. Untuk α , ΔJ adalah intensitas magnetisasi anomali (qv), β adalah arah medan utama bumi (diasumsikan seragam). Untuk menurunkan fungsi sumber anomali ($\Delta J/r$) dengan mengintegrasikan

persamaan dua kali, terhadap β (untuk menemukan potensial anomali) dan terhadap α . Arah magnetisasi sumber biasanya tidak diketahui, oleh karena itu diasumsikan magnetisasi terinduksi menghasilkan $\alpha = \beta$. Anomali magnetik tereduksi ke kutub dapat dihitung dengan dua kali membedakan fungsi sumber dalam arah vertikal untuk menemukan pertama potensial karena sumber magnet vertikal dan anomalnya). Persamaan dalam arah vertikal yaitu sebagai berikut (Ravat, 2007).

$$\Delta T_z(r) = \Delta Z(r) = \frac{\partial^2}{\partial z^2} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \Delta T(r) \partial \alpha \partial \beta, \dots(12)$$

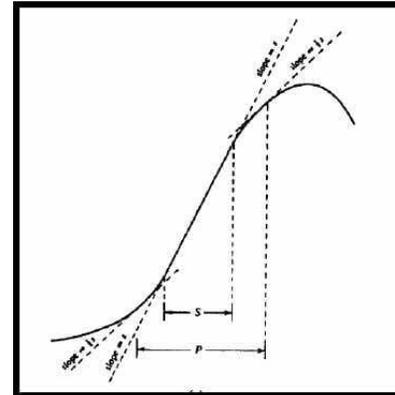
Dimana ΔZ dan ΔT mewakili intensitas magnetik vertikal. Persamaan untuk anomali tereduksi ke kutub dalam domain bilangan gelombang yaitu sebagai berikut (Ravat, 2007).

$$\Delta T_z(k)^* = |k|^2 \frac{\Delta T_z(k)^2}{B^2} \dots(13)$$

Tanda (*) menunjukkan representasi domain bilangan gelombang dari masing-masing anomali. Untuk k adalah bilangan gelombang radial, dalam koordinat kartesian $K = (k_x^2 + k_y^2)^{1/2}$. Dimana k_x dan k_y adalah bilangan gelombang dalam dan arah x dan y, serta $B = 1 / [ik_x \cos l \cos D + ik_y \cos l \sin D + k \sin l]$. Untuk l dan D merupakan inklinasi dan deklinasi bidang utama (Ravat, 2007).

e. Metode *Maximum-Slope* dan *Half-Slope*

Metode *Slope* merupakan metode yang umum dimanfaatkan untuk interpretasi aeromagnetik. Suatu teknik grafis yang menggunakan parameter slope dari sebuah profil kurva untuk mengestimasi suatu kedalaman adalah sebagai berikut.



Gambar 4. Magnetik *profile maximum-slope* dan *half-slope* (Prakasa, 2019)

Dimana S adalah lebar horizontal bagian kurva yang hampir mendekati linear dari *Maximum-Slope*. Dua garis tambahan pada gambar secara tangen terhadap profil setengah *Maximum-Slope* pada kurva yang dimana jarak antara titik dari tangen yaitu P. Metode *Maximum-Slope* dan *Half-Slope* dimanfaatkan untuk mengestimasi suatu kedalaman. Metode *Maximum-Slope* dan *Half-Slope* cocok digunakan untuk lapisan batuan yang horiontal dengan kontak yang hampir curam/vertikal dan lebih efisien dibandingkan metode analisis dengan menggunakan *fitting* (Prakasa, 2019).

$$h = k_1 S \quad 1,67 \leq k_1 \leq 2,0 \quad (\text{biasanya } k_1 = 1,82)$$

$$h = k_2 P \quad (\text{biasanya } k_2 = 0,63) \dots(14)$$

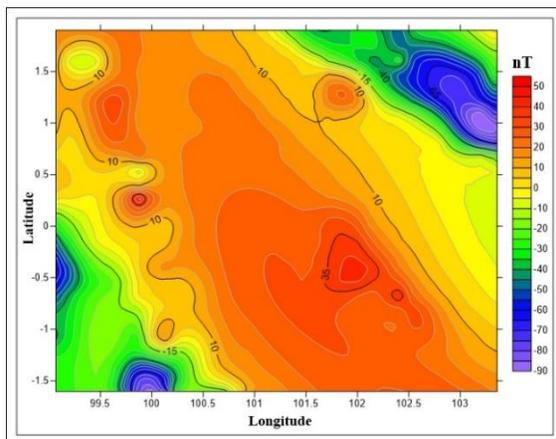
HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pola Struktur Cekungan Sumatera Tengah
Struktur geologi pada Cekungan Sumatra Tengah mempunyai pola yang mirip Cekungan Sumatra Selatan. Pola dari struktur utama yang berkembang yaitu struktur baratlaut-tenggara dan utara-selatan (Eubank & Makki, 1981). Pola struktur pada Cekungan Sumatera Tengah

memiliki ciri berupa blok-blok patahan serta *transcurrent faulting*. Sistem blok-blok patahan memiliki orientasi yang sejajar dengan arah utara-selatan yang kemudian membentuk rangkaian *horst* dan *graben*. Cekungan Sumatera Tengah memiliki dua set sesar arah utara-selatan dan baratlaut-tenggara. Sesar-sesar arah utara-selatan diperkirakan berumur *Paleogen*. Sedangkan arah baratlaut-tenggara diperkirakan berumur *Neogen Akhir* (Universitas Islam Riau, 2018). Cekungan Sumatera Tengah merupakan cekungan yang dikenal dengan potensi ketersediaan minyak dan gas bumi paling produktif. Sesuai dengan peta pemodelan anomali medan magnet, diduga keberadaan minyak berada pada nilai kemagnetan rendah ditandai dengan warna biru hingga ungu pada peta.

b. Anomali Medan Magnet Total (*Dipole*)

Berikut merupakan Peta Anomali Medan Magnet Total pada daerah Cekungan Sumatera Tengah yang anomalnya masih dalam bentuk *dipole*, artinya belum dilakukan transformasi ke kutub (*Reduce to Pole*), sehingga masih terpengaruh sudut inklinasi magnetik. Jika dilakukan interpretasi maka akan sulit untuk diidentifikasi apabila masih terpengaruh sudut inklinasi.

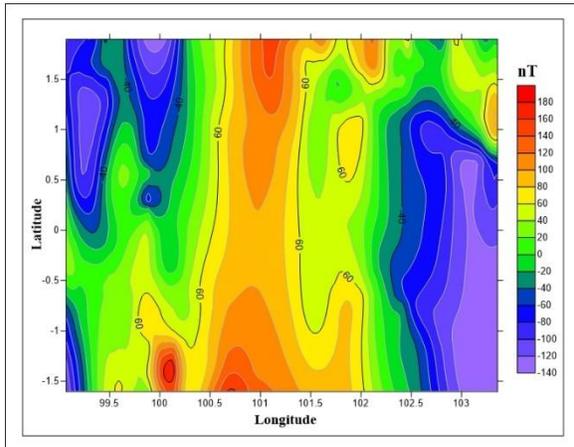


Gambar 5. Magnetik *profile maximum-slope* dan *half-slope* (Prakasa, 2019)

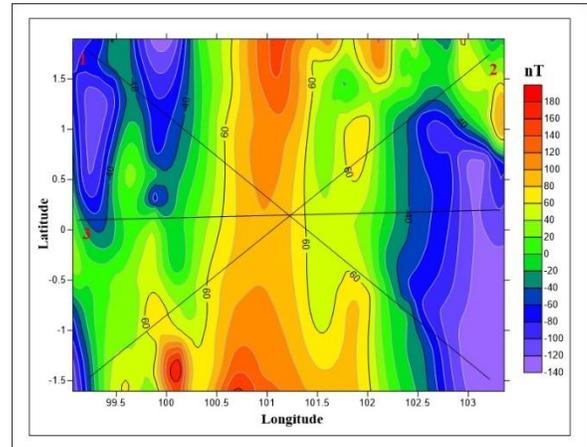
Hasil analisis anomali medan magnet total pada Cekungan Sumatera Tengah menunjukkan nilai kemagnetan yang berada pada rentang -90 hingga 60 nT. Nilai kemagnetan rendah berada pada rentang -90 hingga -40 nT yang ditunjukkan dengan warna biru hingga ungu pada peta. Sedangkan nilai kemagnetan tinggi berada pada rentang nilai 10 hingga 60 nT yang ditandai dengan warna *orange* hingga merah pada peta. Hasil peta anomali magnet total menunjukkan nilai kemagnetan tinggi lebih mendominasi yaitu berada pada rentang nilai 10 hingga 60 nT, jika dilihat pada peta ditandai dengan warna merah yang mendominasi. Untuk memudahkan interpretasi maka harus dilakukan koreksi anomali magnetik dengan cara reduksi ke kutub (*Reduce to Pole*).

c. Anomali Medan Magnet hasil RTP (*Monopole*)

Reduce to Pole merupakan metode untuk mengubah arah medan magnetik *dipole* menjadi *monopole*, reduksi ke kutub ini berfungsi untuk menghilangkan pengaruh sudut inklinasi magnetik. Konsep metode *Reduce to Pole* adalah dengan mengubah suatu parameter medan magnet total menjadi sudut deklinasi 0° serta inklinasi 90° kutub. Inklinasi medan magnet bumi yang berada di kutub utara yang arahnya vertikal akan menjadikan maksimum suatu profil anomali di kutub yang akan berhubungan langsung dengan posisi sumber benda yang menyebabkan anomali. *Reduce to Pole* mentransformasikan suatu medan magnet menjadi medan magnet yang berada pada kutub utara magnetik, data magnetik yang rendah akan disederhanakan.



Gambar 6. Peta anomali magnetik hasil RTP



Gambar 7. Digitasi data RTP

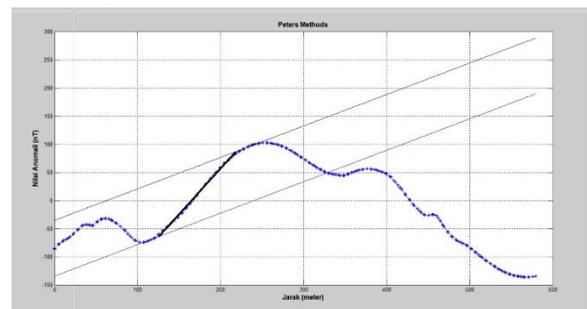
Hasil analisis menunjukkan perbedaan atau perubahan nilai medan magnet total yang masih dalam bentuk *dipole* dengan *monopole* (setelah dilakukan RTP). Nilai medan magnet total sebelum dilakukan *Reduce to Pole* (RTP) berada pada rentang nilai -90 hingga 60 nT. Sedangkan nilai setelah dilakukan *Reduce to Pole* (RTP) berada pada rentang nilai -140 hingga 190 nT. Hal ini disebabkan pengaruh sudut inklinasi yang sudah dihilangkan setelah dilakukan RTP, dapat dikatakan sudah dalam bentuk *monopole* sehingga memudahkan untuk dilakukannya interpretasi. Setelah dilakukan reduksi ke kutub, nilai kemagnetan rendah berada pada rentang -140 hingga -20 nT. Sedangkan nilai kemagnetan tinggi berada pada nilai 80 sampai 190 nT.

d. *Slice data Reduce to Pole*

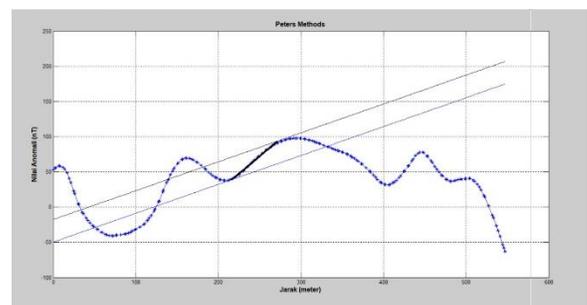
Slice data Reduce to Pole dilakukan sebanyak 3 slice yang kemudian dilakukan perhitungan *Half-Slope* untuk mengestimasi kedalaman dengan menggunakan data hasil *slice Reduce to Pole*.

e. Mengestimasi kedalaman menggunakan Metode *Half-Slope*

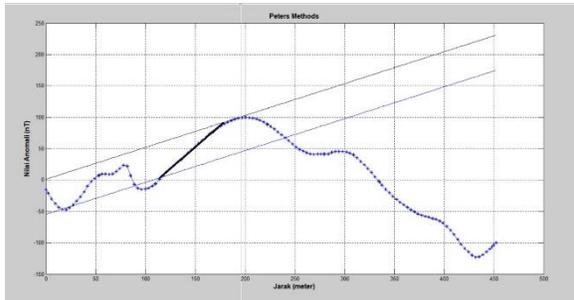
Nilai yang didapat merupakan nilai yang memperkirakan kedalaman anomali dari data yang didapatkan. Dari masing-masing *slice* didapatkan hasil tampilan *Half-Slope* yang berbeda-beda dengan hasil kedalaman yang berbeda-beda pula.



Gambar 8. Grafik *half-slope* untuk slice 1



Gambar 9. Grafik *half-slope* untuk *slice 2*

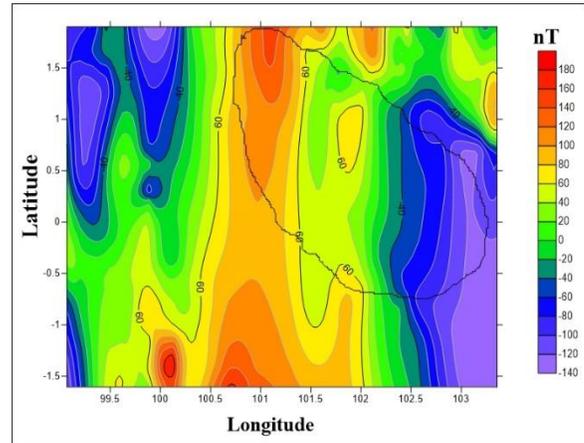


Gambar 10. Grafik *half-slope* untuk *slice 3*

Pada hasil *slice 1* didapatkan nilai h_1 (*depth*) dengan nilai *very thin body* sebesar 75.6303 km, untuk h_2 (*depth*) didapatkan nilai *intermediate body* sebesar 56.7227 km dan h_3 (*depth*) menghasilkan nilai *very thick body* sebesar 45.3782. Didapatkan nilai rata-rata kedalaman sebesar 59.2 km. Pada hasil *slice 2* didapatkan nilai h_1 (*depth*) dengan *very thin body* sebesar 42.6387 km, pada h_2 (*depth*) didapatkan nilai *intermediate body* sebesar 34.9790 km, dan h_3 (*depth*) dengan *very thick body* menghasilkan nilai sebesar 27.9832 km. Oleh karena itu, didapatkan nilai rata-rata kedalaman sebesar 35.2 km. Pada hasil *slice 3* didapatkan nilai h_1 (*depth*) dengan *very thin body* sebesar 54.6218 km, kemudian untuk h_2 (*depth*) dengan *intermediate body* didapat nilai sebesar 40.9664 km, dan h_3 (*depth*) dengan *very thick body* menghasilkan nilai sebesar 32.7731 km. Nilai rata-rata kedalaman sebesar 42.8 km.

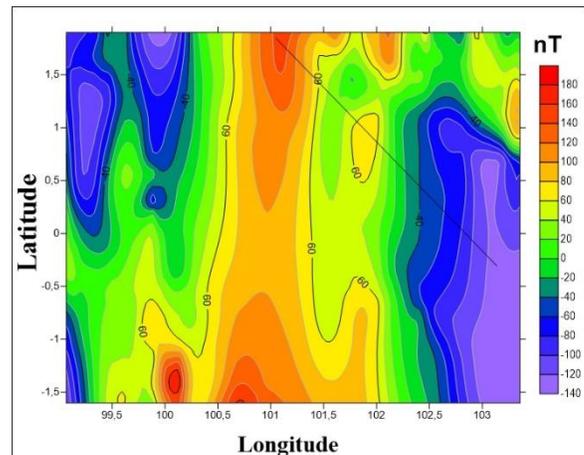
f. Penentuan batas cekungan dan slice data

Penentuan batas cekungan dilakukan untuk mengetahui batas-batas cekungan Sumatera Tengah yang selanjutnya dilakukan perhitungan *Half-Slope* untuk mendapatkan informasi kemiringan dan kedalaman lapisan pada batas cekungan Sumatera Tengah.



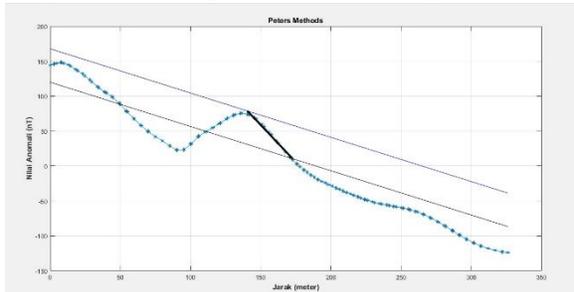
Gambar 11. Batas cekungan sumatera tengah

Dilakukan sebanyak 1 slice data pada batas cekungan Sumatera Tengah untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam perhitungan *Half-Slope*.



Gambar 12. Slice data batas cekungan sumatera tengah

- g. Metode *Half-Slope* untuk menganalisis batas cekungan Sumatera Tengah



Gambar 13. Grafik half-slope pada batas cekungan Sumatera Tengah

Didapatkan hasil kemiringan dan perhitungan kedalaman lapisan pada batas cekungan metode Half-Slope yaitu dengan nilai *very thin body* sebesar 25,0866 km, sedangkan untuk nilai *intermediate body* sebesar 18,8150 km dan nilai *very thick body* sebesar 15,0520. Didapatkan nilai rata-rata kedalaman pada batas cekungan Sumatera Tengah sebesar 19,6 km.

KESIMPULAN

Terdapat perbedaan nilai antara anomali magnetik *dipole* dan *monopole*. Dimana nilai medan magnet total sebelum dilakukan *Reduce to Pole* (RTP) berada pada rentang nilai -90 hingga 60 nT. Sedangkan nilai setelah dilakukan *Reduce to Pole* (RTP) berada pada rentang -140 hingga 190 nT. Transformasi reduksi ke kutub (RTP) menunjukkan kemudahan analisis dan interpretasi pemodelan anomali magnetik karena sudah dihilangkan dari pengaruh sudut inklinasi magnetik. Berdasarkan penelitian sebelumnya, Cekungan Sumatera Tengah masih aktif memproduksi Migas hingga sekarang, Jika dilihat dari peta pemodelan anomali magnetik, daerah dengan nilai kemagnetan rendah (berwarna biru-ungu) dapat diindikasikan sebagai zona Migas, namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Estimasi kedalaman menggunakan Metode *Half-Slope*, dari masing-masing *slice* didapatkan hasil tampilan grafik

yang berbeda-beda dengan hasil kedalaman yang berbeda-beda pula. Pada hasil *slice* 1 didapatkan nilai rata-rata kedalaman sebesar 59,2 km. Hasil *slice* 2 didapatkan nilai rata-rata kedalaman sebesar 35,2 km. Hasil *slice* 3 didapatkan nilai rata-rata kedalaman sebesar 42,8 km. Setelah dilakukannya penentuan batas cekungan, didapatkan nilai rata-rata kedalaman pada batas cekungan Sumatera Tengah sebesar 19,6 km.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dan berkontribusi dalam penelitian dan pembuatan jurnal ini. Terima kasih kepada Bapak Ir. Syamsurijal Rasimeng, S.Si., M.Si. selaku dosen pengampu mata kuliah Metode Geomagnetik dan Komputasi Geofisika dan Bapak Rustadi, S.Si., M.T. selaku dosen pengampu mata kuliah Metode Geomagnetik yang sudah membimbing selama pembuatan jurnal ini. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat untuk semua pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, Z., & Lepong, P. (2016). Deliniasi Prospek Bijih Besi dengan Menggunakan Metode Geomagnetik (Lokasi Penelitian Pelaihari, Kab Tanah Laut, Kalimantan Selatan). *Prosiding Seminar Sains Dan Teknologi FMIPA Unmul*, 450–455. <https://fmipa.unmul.ac.id/files/docs/16>. Zainul arif.pdf.
- Blakely, R. . (1996). *Potential Theory in Gravity and Magnetic*.
- BPPKA, P. (1996). *Petroleum Geology of Indonesian Basins: Principles, Methods and Application*.
- Eubank, R. ., & Makki, A. . (1981). *Structural geology of the Central Sumatra back-arc*

- basin. Proceeding Indonesian Petroleum Association, 10th Annual Convention.
- Heidrick, T. ., & Aulia, K. (1993a). *A structural and tectonic model of the Coastal Plains Block, Central Sumatra basin, Indonesia*. Proceeding Indonesian Petroleum Association, 22nd Annual Convention.
- Heidrick, T. ., & Aulia, K. (1993b). *Kerangka Tektonik Pulau Sumatera*.
- Heryanto, R., & Hermiyanto, H. (2006). Potensi batuan sumber (source rock) hidrokarbon di Pegunungan Tigapuluh, Sumatera Tengah. *Jurnal Geologi Indonesia*, 1(1), 37–48.
<https://doi.org/10.17014/ijog.vol1no1.20065a>.
- Irsyad, M., & Haryanto, D. (2018). Pemodelan 2D Batuan Bawah Permukaan Daerah Mamuju Sulawesi Barat dengan Menggunakan Metode Magnetik. *AL-FIZIYA*, 1(1).
- Mertosono, S., & Nayoan, G. A. . (1974). *The Tertiary Basin Area of Central Sumatra* (pp. 63–76). Indonesian Pet. Assoc., 3th Annual Convention Proceeding.
- Musafak, Z., & Santosa, B. . (2007). *Laporan Penelitian Interpretasi Metode Magnetik Untuk Penentuan Struktur Bawah Permukaan Di Sekitar Gunung Kelud Kabupaten Kediri*.
- Natasia, N., Syafri, I., Alfadli, M. K., & Arfiansyah, K. (2017). Analisis Fasies Reservoir A Formasi Menggala di Lapangan Barumun. *Bulletin of Scientific Contribution*, 15(2), 139–150.
- Prakasa, F. I. (2019). *Laporan Praktikum Interpretasi Endapan Menggunakan Metode Peter dan Mag2DC*. Scribd. <https://id.scribd.com/document/495859550/Praktikum-GPP-Modul-B-Fakhmi-Imanuddin-Prakasa-12116075>.
- Raharjo, S. A., & Wibowo, O. (2014). Pendugaan Model Sumber Anomali Magnetik Bawah Permukaan di Area Pertambangan Emas Rakyat Desa Panningkaban , Kecamatan Gumelar , Kabupaten Banyumas. *Jurnal Fisika Indonesia*, XVIII, 38–42.
- Rasimeng, S. (2008). Analisis Sesar Gunung Rajabasa Lampung Selatan Sebagai Daerah Prospek Geothermal Berdasarkan Data Anomali Medan Magnet Total. *Sains MIPA*, 14(1), 67–72.
- Ravat, D. (2007). Reduction to Pole. In *Encyclopedia of Geomagnetism and Paleomagnetism*.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4423-6>.
- Telford, W. ., Gedaart, L. ., & Sheriff, R. . (1990). *Applied Geophysics*.
- Universitas Islam Riau, U. (2018). *Cekungan Sumatera Tengah*. Repository.Ac.Id. <https://repository.ac.id>.
- Utama, W., Desa Warnana, D., Bahri, S., & Hilyah, A. (2016). Eksplorasi Geomagnetik untuk Penentuan Keberadaan Pipa Air di Bawah Permukaan Bumi. *Jurnal Geosaintek*, 2(3), 157.
<https://doi.org/10.12962/j25023659.v2i3.2099>.
- Wati, I. D. . (2018). *Interpretasi Metode Geomagnetik untuk Penentuan Struktur Bawah Permukaan Pada Daerah Sekitar Amblesan Sumur di Dusun Nanas Desa*

Manggis Kecamatan Puncu Kabupaten Kediri. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Widada, S., Said, S., Hendaryono, & Listriyanto. (2018). Potensi Shale Hydrocarcon Formasi Brown Shale, Cekungan Sumatra Tengah Berdasarkan Data Log Mekanik. *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy*, 2(1), 43. <https://doi.org/10.30588/jo.v2i1.356>.

Williams, H. ., & Eubank, R. . (1995).

Hydrocarbon habitat in the rift graben of the Central Sumatra Basin. *Twenty Fourth Annual Convention*, 1.

Wkindonesia. (2017). *Cekungan Sumatra Tengah*. <http://wkindonesia.blogspot.com/2017/07/cekungan-sumatera-tengah-4.html>.