

## Penentuan Jebakan Sistem Hidrokarbon Dengan Metode Gaya Berat Di Daerah Majalengka

Lutfi Munawar Al-anshori<sup>1</sup>, Dadan Dani Wardhana<sup>2</sup>, Dadi Rusdiana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Pendidikan Fisika UPI, Jl. D. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154

<sup>2</sup>Pusat Penelitian Geoteknologi, LIPI, Bandung 40315

\* Penulis Penanggungjawab. E-mail: [sitiazizahsutisna@gmail.com](mailto:sitiazizahsutisna@gmail.com)

### ABSTRAK

Penentuan jebakan sistem hidrokarbon menggunakan metode gayaberat berada di daerah Majalengka, Jawa Barat. Data geologi regional daerah penelitian menunjukkan adanya potensi jebakan sistem hidrokarbon, sehingga untuk tujuan identifikasi adanya potensi jebakan hidrokarbon perlu dilakukan survei eksplorasi geofisika pada daerah penelitian. Survey eksplorasi geofisika melalui metode gayaberat menghasilkan nilai anomali bouguer lengkap yang telah dilakukan koreksi. Kemudian hasil pengolahan data diplot menjadi peta kontur anomali bouguer dan akan dijadikan acuan dalam pembuatan model 2D. Berdasarkan hasil pemodelan, pada model lintasan A-A' diidentifikasi adanya jebakan sistem hidrokarbon berupa batuan induk dengan nilai densitas 2,7 gr/cc, reservoir dengan nilai densitas 2,65 gr/cc, lapisan penutup dengan nilai densitas 2,25 gr/cc, serta adanya bentuk struktur berupa jebakan antiklin.

**Kata Kunci** : metode gayaberat; jebakan; sistem hidrokarbon; densitas

### ABSTRACT

Determination of traps of hydrocarbon systems using alternative methods in Majalengka, West Java. The geological data of the research area shows the potential of traps of the hydrocarbon system, so for the purpose of identifying the potential of hydrocarbon traps it is necessary to conduct geophysical survey in the research area. Survey of geophysical exploration through gravity method of complete bouguer anomaly has been done. Then the result of data processing is plotted into contour map of bouguer anomaly and will be used as reference in making 2D model. Based on the modeling results, the AA trajectory models identified the traps of the hydrocarbon system with the parent rock with a density of 2.7 g/cc, a reservoir with a density of 2.65 g/cc, a seal with a density value of 2.25 g/cc, and the structure of anticline traps.

**Keywords:** gravity method; trap; hydrocarbon system; density

#### 1. Pendahuluan

Sebagai salah satu negara berkembang, Indonesia memiliki tingkat populasi penduduk yang cukup tinggi dan terus berkembang. Seiring bertambahnya populasi tersebut, maka tingkat kebutuhan atas sumber energi pun akan semakin meningkat. Salah satu sumber energi yang paling berpengaruh bagi suatu negara yaitu minyak dan gas bumi. Berdasarkan kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tercatat pada tahun 2010 konsumsi nasional minyak bumi sebesar 63 juta kiloliter dan dari tahun-ketahun terus mengalami peningkatan. Hal tersebut tidak seimbang dengan produksi minyak bumi dalam negeri yang

yang mengalami penurunan dari tahun-ketahun yaitu hanya sebesar 37 juta kiloliter pertahun. Peraturan kementerian ESDM pasal 8 ayat 2 UU No. 22 tahun 2001 menyatakan bahwa pemerintah wajib menjamin ketersediaan dan kelancaran pendistribusian Bahan Bakar Minyak dan gas bumi yang merupakan komoditas vital dan menguasai hajat hidup orang banyak. Berdasarkan peraturan tersebut maka perlu dilakukan kegiatan eskplorasi secara maksimal untuk menutupi cadangan minyak yang menipis dan menambah cadangan yang baru sebagai upaya optimalisasi pemenuhan kebutuhan masyarakat di era globalisasi ini.

Keberadaan dan penyebaran minyak bumi dipengaruhi oleh keadaan geologi

setempat dan ternyata didapatkan dalam suatu cekungan sedimen. Cekungan sedimen adalah sebuah tempat di kerak Bumi yang relatif lebih cekung dibandingkan sekitarnya tempat sungai-sungai mengalir / bermuara, danau atau laut berlokasi, tempat sedimen-sedimen diendapkan. Setelah mengalami proses geologi selama jutaan tahun, maka cekungan sedimen itu bisa berisi batuan sedimen yang ketebalannya bisa beragam dari beberapa ratus meter sampai beberapa puluh ribu meter [1].

Metode gayaberat adalah salah satu metoda geofisika yang dapat digunakan untuk mengetahui konfigurasi cekungan berdasarkan perbedaan parameter fisis rapat massa. Hasil survei biasanya ditampilkan dalam bentuk peta anomali gayaberat bouguer.

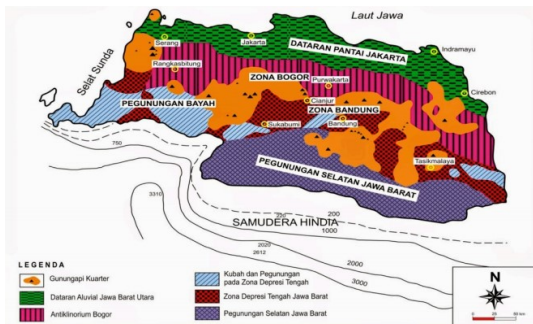
### 1.1. Lokasi Penelitian

Daerah penelitian termasuk dalam wilayah Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat. Secara geografis terletak pada koordinat [107°59'30.84"](#) – [108°21'00"](#) Bujur Timur dan [6°33'00"](#) – [6°51'32.15"](#) Lintang selatan (Gambar 1).



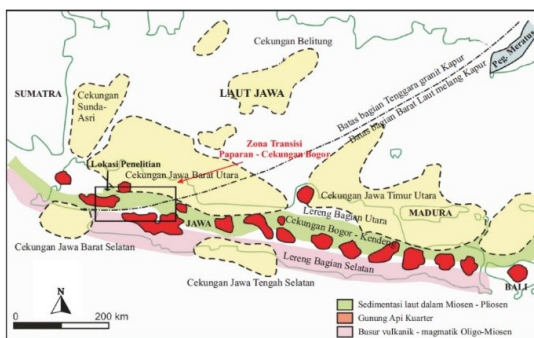
Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian (sumber:googlemap)

Daerah penelitian termasuk dalam Zona Bogor yang membentang mulai dari rangkasbitung melalui Bogor, Purwakarta, Subang, Sumedang, Kuningan dan Majalengka (Gambar 2). Daerah ini merupakan perbukitan lipatan yang terbentuk dari batuan sedimen tersier laut dalam membentuk suatu antiklonorium, di beberapa tempat mengalami patahan yang diperkirakan pada zaman Pliosen-Plistosen sezaman dengan terbentuknya Patahan Lembang dan pengangkatan Pegunungan Selatan. Zona Bogor sekarang terlihat sebagai daerah yang bukit-bukit rendah di sebagian tempat secara sporadis terdapat bukit-bukit dengan batuan keras yang dinamakan vulkanis *neck* atau sebagai batuan intrusi seperti gunung Parang Dan Gunung Sanggabuawana di Plered Purwakarta, Gunung Kromong dan Gunung Ciremai (3.078 meter) di Kuningan dan Gunung Tampomas (1.684 meter) di Sumedang [2].



Gambar 2. Peta fisiografi Jawa Barat [2]

Cekungan Bogor merupakan cekungan sedimen berkarakter endapan laut dalam yang berkembang mulai awal Tersier dan terbentang mulai dari Zona Bogor di bagian Barat sampai Zona Kendeng di bagian timurnya. Secara fisiografi jalur ini membentang di tengah pulau Jawa dan disebut Bogor – North Serayu-Kendeng Anticlinorium [2] atau Bogor-North Serayu – Kendeng *deepwater zone* [3] seperti diperlihatkan pada Gambar 3.

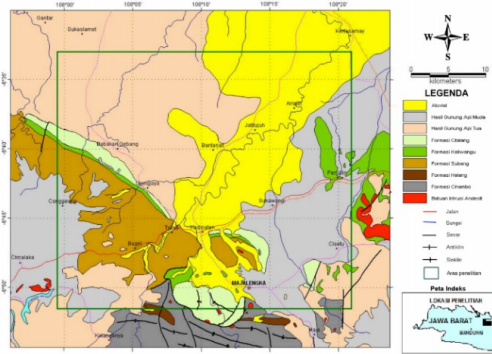


Gambar 3. Cekungan Bogor yang ditutupi oleh kuartar dan vulkanis [3]

Secara tektonik Cekungan Bogor merupakan Cekungan Busur Belakang (Back Arc Basin) terhadap busur vulkanik Oligo-Miosen yang berada di selatannya. Saat ini sedimen laut dalam juga mendapat pergatian karena berpotensi

sebagai reservoir hidrokarbon, seperti yang telah dibuktikan di Cekungan Kutei, Brunei, Tarakan, Sumatera Utara, Jawa Timur, dan Cekungan Palawan [4]. Stratigrafi regional cekungan tersebut telah dibuat oleh Martodjoyo (1994) dan dimodifikasi oleh Satyana(2005) [5].

Ada 4 pola kelurusan struktur di daerah penelitian, yaitu baratlaut-tenggara, utara-selatan, timurlaut-baratdaya, dan barat-timur (Gambar 4). Struktur berarah barat-timur dan barat laut-tenggara umumnya merupakan jenis sesar naik yang dipotong oleh sesar-sesar geser berarah utara-selatan maupun timurlaut-tenggara. Sesar pada arah timurlaut-baratdaya merupakan sesar mendatar sinistral, sedangkan pada arah baratlaut merupakan sesar mendatar dekstral. Telah melakukan kajian struktur di daerah Majalengka berdasarkan foto udara, citra landsat, pengamatan dan pengukuran lapangan. Sesar Baribis merupakan sesar utama di daerah penelitian. Sesar ini memiliki arah baratlaut-tenggara yang merupakan sesar naik. Di daerah Kadipaten-Maja, sesar naik Baribis berbelok arah lebih ke tenggara dan jenis gerakannya berubah mejadi sesar geser menganan (dextral). Sesar Baribis dipotong oleh sesar geser yang ukurannya relatif lebih kecil, yaitu Sesar Cikandung, Sesar Cipanas, Sesar Cipelang dan Sesar Cimanuk [6].



Gambar 4. Peta Geologi Lembar Arjawinganun [7]

## 2. Metode Penelitian

Metode gaya berat merupakan salah satu metoda geofisika yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi bawah permukaan (konfigurasi cekungan) berdasarkan perbedaan parameter fisis densitas batuan [8]. Salah satu penerapan metode gayaberat pada tahap awal eksplorasi hidrokarbon yaitu digunakan untuk memperkirakan keberadaan cekungan, memodelkan bawah permukaan berdasarkan nilai kontras densitas, serta memberikan rekomendasi area prospek hidrokarbon untuk eksplorasi lebih lanjut. Untuk mendapatkan informasi tersebut dilakukan analisa secara kualitatif pada peta anomali Bouguer. Sedangkan analisa secara kuantitatif melalui pembuatan model 2 dimensi gayaberat.

Pengambilan data gayaberat dilakukan dengan sistem pengukuran tertutup (*looping*) dengan mengacu

pada satu titik acuan yang disebut base station menggunakan alat *Gravimeter Lacoste & Romberg Type G-804*. Data hasil pengukuran diolah dengan cara melakukan beberapa reduksi/koreksi untuk mendapatkan nilai anomali gayaberat pada daerah penelitian berupa koreksi lintang, koreksi udara bebas, koreksi bouguer dan koreksi medan. Perhitungan Anomali Bouguer dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut [9] :

$$B_A = G_{obs} - G_n + F_{AC} - B_C + T_C \quad (1)$$

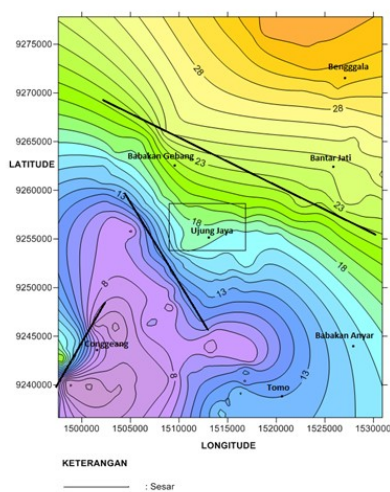
$$B_A = G_{obs} - G_n + 0,308765h - 0,04193\rho \cdot h + C_3 \cdot \rho \cdot \Delta h \quad (2)$$

Dimana:

- $B_A$  = Bouguer Anomali
- $G_{Obs}$  = Harga gayaberat hasil observasi
- $G_n$  = Harga gayaberat normal (lintang)
- $F_{FAC}$  = Koreksi udara bebas
- $B_C$  = Koreksi Bouguer
- $T_c$  = Koreksi Medan
- $\rho$  = Densitas
- $h$  = Tinggi titik amat (meter)
- $\Delta h$  = Beda tinggi titik amat dengan topografi sekitarnya.

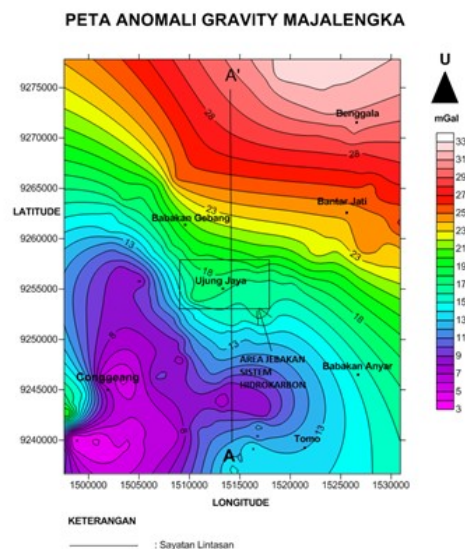
### 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan peta kontur anomali bouguer yang ditunjukkan pada (Gambar 6), diperoleh informasi bahwa nilai anomali pada daerah penelitian berkisar antara 3 mGal – 33 mGal. Pada peta kontur anomali bouguer diduga terdapatnya sesar-sesar yang diinterpretasi berdasarkan kerapatan kontur. Nilai anomali tinggi cenderung menempati daerah timurlaut pada peta kontur anomali bouguer. Anomali tinggi ini kemungkinan disebabkan oleh pengaruh tersingkapnya batuan alas di permukaan yang mempunyai kontras rapat massa lebih tinggi dibandingkan dengan rapat massa batuan sedimen di sekitarnya. Sedangkan nilai anomali rendah berada di baratdaya pada peta kontur anomali bouguer. Selain itu, pada peta kontur anomali bouguer diduga terdapatnya sesar-sesar yang di representasi berdasarkan kerapatan kontur.



Gambar 6. Peta Kontur Anomali Gravity Majalengka

Model 2-D penampang bawah permukaan dibuat dengan menggunakan software Oasis Montaj Gm-Sys. Beberapa parameter yang digunakan dalam input data software tersebut antara lain adalah Cross section berupa nilai jarak dari hasil slicing di surfer versi 10 tiap lintasan dan kedalaman. Topography berupa nilai jarak dan ketinggian yang diperoleh dari hasil slicing serta gravity station berupa koordinat dan nilai anomali bouguer lengkap. Pada software Oasis Montaj Gm-Sys nilai densitas memiliki satuan yaitu gr/cc. Dalam pemodelan 2-D dibuat penampang sayatan yaitu lintasaan A-A' dengan jarak lintasan A-A' pada (Gambar 7) berkisar 38.800 meter.



Gambar 7. Lintasan Anomali Bouguer

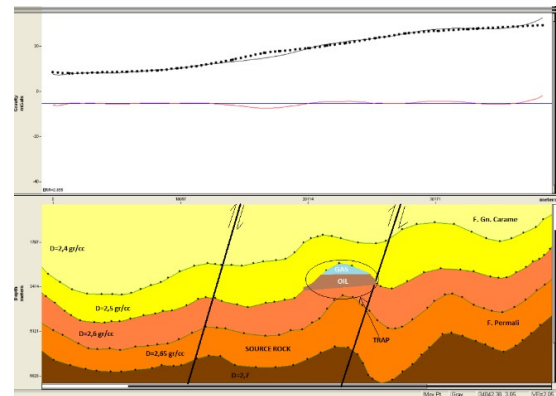
Lintasan A-A' memiliki jarak sebesar 38.800 meter dengan lintasan membentang lurus dari selatan hingga utara. Dari hasil pemodelan 2D yang

ditunjukkan pada (Gambar 8), model penampang 2D lintasan A-A' memiliki kedalaman 4500 meter dengan lapisan penyusun batuan, antara lain:

1. Lapisan batuan dengan densitas 2,4 gr/cc yang ditunjukkan warna kuning muda. Lapisan ini diduga sebagai breksi andesit yang tersisipi lapisan lava. Aliran lava muda Gunung Caramé, bersifat andesit, tersingkap di sekitar Gunung Caramé
2. Batuan dengan densitas 2.5 gr/cc yang ditunjukkan oleh warna kuning. Lapisan batuan ini diduga sebagai formasi batupasir tufa, lempung, konglomerat. Batupasir tufan, pasir, lanau tufan, lempung konglomerat, breks tufan mengandung batupasir.
3. Lapisan batuan dengan densitas 2.6 gr/cc yang ditunjukkan oleh warna orange. Diduga lapisan ini merupakan anggota batu lempeng dari formasi Subang. Batulempung mengandung lapisan batugamping napalan abu-abu tua. Di daerah itu juga ditemukan sisipan batupasir glokonit hijau.
4. Lapisan batuan dengan densitas 2.65 yang ditunjukkan oleh warna orange muda. Diduga lapisan ini anggota atas dari formasi permali. Formasi permali tersusun atas batuan nafil globigerina yang memiliki warna biru dan hijau keabu-abuan. Pada

formasi ini pula terdapat batu pasir tufan dan batu gamping pasiran yang berwarna biru keabu-abuan.

5. Lapisan batuan dengan densitas 2.75 gr/cc yang ditunjukkan oleh warna coklat. Lapisan ini diduga sebagai *basement*. Lapisan *basement* ini hampir mendekati permukaan, lapisan ini juga disebut *basement high*.



Gambar 8. Penampang lintasan 2D A-A'

Berdasarkan peta kontur anomaly bouguer, ditentukan lokasi-lokasi yang diduga sub cekungan lalu dilakukan *slicing* untuk mendapatkan penampang bawah permukaan. Pemodelan *forward modelling* dilakukan dengan menggunakan *Gm-sys*. Maka akan ditampilkan garis putus-putus berwarna hitam yang merupakan respon dari anomaly gayaberat dari lintasan yang dibuat, dan garis merah merupakan nilai *error* dari model yang dibuat. Kemudian melakukan pencocokan dengan data geologi untuk mengetahui lapisan bawah permukaan beserta nilai densitasnya.

dibuat, dan garis merah merupakan nilai *error* dari model yang dibuat. Kemudian melakukan pencocokan dengan data geologi untuk mengetahui lapisan bawah permukaan beserta nilai densitasnya.

Potensi minyak dan gas bumi terakumulasi sedimen sebagai campuran butiran batuan, air dan kadar organik. Mereka terkubur dan terpadatkan, fluida dan gas yang telah matang akan meningkat volumenya dan terperas keluar dari *source rock* karena tenaga endogen yang mempengaruhinya.

Lalu pada (Gambar 4.3), terlihat adanya komponen-komponen penyusun sistem jebakan hidrokarbon meliputi bebatuan batuan induk, batuan reservoir, lapisan penutup, dan jebakan. Batuan induk merupakan batuan yang menjadi bahan baku pembentukan hidrokarbon. Batuan induk ini terdiri dari dolomit dengan nilai densitas 2.75 gr/cc. Batuan ini merupakan batuan karbonat kaya akan kandungan unsur atom karbon (C) yang didapat dari cangkang-cangkang fosil yang terendapkan di batuan tersebut. Reservoir jebakan sistem hidrokarbon tersebut diduga merupakan formasi halang. Adapun penyusun pada formasi ini antara lain batu pasir dan konglomerat yang bersisipan dengan lapisan-lapisan tipis napal. Pada bagian penutup yang terapat pada bagian atas suatu reservoir batuan penyusun nya berupa *claystone*.

Adanya batuan penutup menyebabkan minyak dan gas bumi tidak bisa keluar lagi sampai saatnya ditemukan oleh manusia. Pada (Gambar 8), terlihat pola jebakan patahan. Jebakan patahan merupakan patahan yang terhenti pada lapisan batuan. Jebakan ini terjadi bersama dalam sebuah formasi dalam bagian yang bergerak, kemudian gerakan pada formasi ini berhenti dan pada saat yang bersamaan minyak bumi mengalami migrasi dan terjebak pada daerah patahan tersebut, lalu sering kali pada formasi yang impermeabel yang ada pada satu sisinya berhadapan dengan pergerakan patahan yang bersifat sarang dan formasi yang permeabel pada sisi yang lain. Kemudian, minyak bumi bermigrasi pada formasi yang permeabel. Minyak dan gas disini sudah terperangkap karena lapisan tidak dapat ditembus pada daerah jebakan patahan ini.

#### 4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data serta analisis dari hasil pengolahan data, maka pada lokasi penelitian diidentifikasi adanya jebakan sistem hidrokarbon yang terletak di wilayah Ujung Jaya. Hal tersebut terlihat pada model penampang 2D lintasan A-A' terdapatnya komponen penyusun jebakan sistem hidrokarbon (Trap).



Komponen dari jebakan sistem hidrokarbon tersebut berupa adanya batuan induk, batuan reservoir, batuan penutup, dan struktur jebakan antiklin. Reservoir pada model lintasan A-A' memiliki densitas sebesar 2,65 gr/cc dengan jenis berupa batuan sedimen. Sedangkan batuan penutup memiliki densitas sebesar 2,5 gr/cc untuk model lintasan A-A'. Selain itu, pada model lintasan A-A' teramati adanya struktur jebakan menyerupai bentuk antiklin.

Untuk membuktikan kebenaran serta keakuratan hasil penelitian, perlu adanya eksplorasi lanjutan dilokasi yang sama dengan metode analisis spektrum yang bertujuan untuk memperkirakan kedalaman sumber anomali dalam dan kemudian untuk memisahkan anomali regional dan residual digunakan metode moving average.

## 5. Ucapan Terimakasih

Penulis sangat berterima kasih kepada Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI yang telah memberikan dukungan berupa fasilitas penggunaan *lab earth* untuk memperkenankan ikut mengolah data dan Departemen Pendidikan Fisika UPI sebagai tempat penulis menimba ilmu.

## 6. Referensi

1. Koesoemadinata, R. P. (1985). Prinsip - Prinsip Sedimentasi. *Jurusan Geologi, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 431.*
2. Bemmelen, R. V. (1949). The geology of Indonesia, vol. *IA, General Geology. Martinus Nijhoff, The Hague. Netherlands, 732.*
3. Satyana, A. H., & Armandita, C. (2004). Deepwater Plays of Java, Indonesia: Regional Evaluation on Opportunities and Risks.
4. Kusumastuti, A., Mortimer, A., Todd, C., Guritno, E., Goffey, G., Bennet, M., & Algar, S. (2001). Deep-water petroleum provinces of Southeast Asia: a high level overview. *Indonesian Sedimentologist Forum. In 2nd Regional Seminar, h (pp. 10-15).*
5. Satyana, A. H. (2005). Structural Indentation of Central Java: a Regional Wrench Segmentation. In *Proceedings Joint Convention Surabaya—the 30th HAGI, the 34th IAGI, and the 14th PERHAPI Annual Conference and Exhibition, Surabaya.*
6. Wardhana D. dkk (2016). *Struktur Tinggian di Sub Cekungan Majalengka Berdasarkan Metode*

*Gayaberat, Riset Geologi dan  
Pertambangan Lipi, Bandung*

7. Djuri (1995). *Peta Geologi Lembar Arjawinangun, Jawa. Skala 1:100.000* Bandung: Badan Geologi
8. Setiadi, B. dan Setyana (2010). *Delineasi Cekungan Sedimen Sumatra Selatan Berdasarkan Analisis Data Gayaberat*, Pusat Survei Geologi, Bandung
9. Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., dan Keys, D.A., (1976). *Applied Geophysics*. Cambridge: Cambridge University Press