

FISIKA PENAMBANGAN ASPAL BUTON

Naim¹, Lilik hendrajaya²

Institut teknologi Bandung, Jl. Tamansari 64, Bandung

lanaim88@yahoo.co.id

Abstrak: Pulau Buton merupakan suatu pulau yang terletak di lengan tenggara Sulawesi yang termaksud dalam gugusan busur Banda. Pulau Buton dulunya menyatu dengan benua Australia yang merupakan satu kesatuan dengan pulau yang terdapat di Indonesia bagian selatan. Adanya pergerakan lempeng tektonik antara lempeng Indo-Australia dan Pasifik yang menumbuk lempeng Eurasia menyebabkan pulau Buton ini terangkat dari dasar laut. Tekanan akibat tumbukan ini menyebabkan mineral aspal yang ada di dalam ikut terangkat ke permukaan.

Tambang aspal di Buton telah ada sejak jaman Belanda namun perkembangan sangat lambat. Pengetahuan tentang aspal di masyarakat Buton sangat minim dan untuk mengatasi masalah ini maka perlu di buat bahan ajar Fisika khusus untuk masyarakat di pulau Buton. Bahan ajar yang akan dihasilkan bisa memberikan motivasi kepada masyarakat untuk belajar tentang aspal sehingga masyarakat akan mendapatkan pengetahuan untuk mengelola sumber daya alamnya.

Kata kunci: aspal, buton, fisika, tambang, tektonik

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang secara geologi sangat unik. Kepulauan Indonesia terbentuk akibat pertemuan 3 lempeng utama dunia yaitu lempeng Eurasia, Pasifik, dan India-Australis. Tumbukan lempeng Eurasia dan India-Australia mempengaruhi Indonesia bagian barat sedangkan Indonesia bagian timur, dua lempeng tektonik ini di tubruk lagi oleh lempeng samudra Pasifik dari arah timur. Hal ini bisa terlihat dari keadaan Indonesia timur tercerai berai dibandingkan Indonesia bagian barat.

Wilayah Sulawesi tenggara beserta pulau-pulau di sekitarnya diyakini pada awalnya merupakan bagian dari benua Australia yang terangkat dari dalam laut akibat tabrakan dengan lempeng Eurasia dan Pasifik. Di wilayah ini sangat banyak mineral-mineral yang terangkat dari dalam bumi misalnya nikel, besi dan emas serta aspal yang merupakan residu dari minyak bumi.

Aspal yang terdapat di pulau Buton merupakan salah satu komoditi unggulan Sulawesi Tenggara. Di Indonesia aspal hanya terdapat di pulau Buton dengan cadangan yang sangat besar sehingga bisa untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri bahkan untuk ekspor. Namun karena kurangnya pengetahuan tentang aspal membuat komoditi ini kurang berkembang padahal pengelolaannya telah dilakukan sejak jaman penjajahan Belanda. Di negara lain aspal tidak hanya digunakan untuk jalan raya namun juga bisa dijadikan sebagai sumber energi yaitu bahan bakar minyak, atau produk-produk kimia lainnya.

Pengetahuan masyarakat tentang aspal selama ini sangat kurang. Selama ini masyarakat hanya sekedar mengetahui tambang aspal terdapat di pulau Buton. Manfaat aspal hanya untuk jalan raya. Untuk memasyarakatkan pengetahuan tentang aspal maka salah satu cara melalui media pendidikan dan melalui buku bacaan umum tentang aspal. Dalam penambangan aspal konsep-konsep fisika atau hukum-hukum fisika banyak terlibat misalnya dalam penambangan berupa kestabilan/keseimbangan, energi, gaya-gaya dan lain-lain. Selama ini siswa/mahasiswa kurang mengetahui aplikasi fisika di alam, kebanyakan para guru/dosen memberikan contoh atau rumusan yang abstrak sehingga para siswa kurang begitu tertarik. Oleh sebab itu untuk menanggulangi permasalahan ini dicobalah suatu konsep pembelajaran fisika kontekstual berbasis energi dan sumber daya mineral.

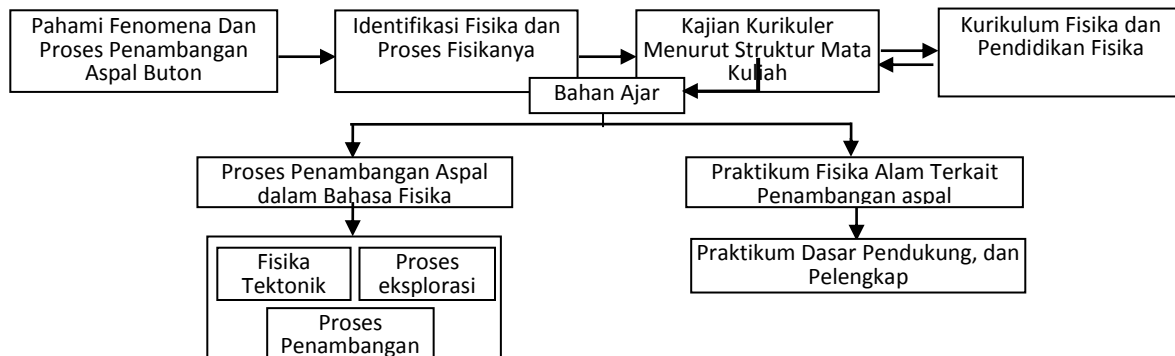
Pembelajaran fisika kontekstual berbasis energi dan sumber daya mineral (Fisika-ESDM) ini dikemas dalam bentuk bahan ajar/bacaan umum yang memberikan informasi mengenai ilmu fisika dan penerapannya dalam dunia pertambangan aspal. Dengan demikian akan tercipta masyarakat yang menguasai sumber daya yang ada di sekitarnya sehingga masyarakat akan sejahtera.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2015 sampai Mei 2016 yang bertempat di Banabungi, kabupaten Buton, Sulawesi Tenggara.

Penelitian ini Merupakan studi tentang bagaimana memahami fisika dari penambangan aspal Buton. Di era modern ini berbagi macam metode telah dikembangkan untuk membantu kita memahami sesuatu ilmu dengan baik. Fisika merupakan ilmu yang berasal dari alam akan lebih menarik jika objek atau contoh-contoh yang disajikan dalam bentuk kontekstual alam. Dengan memanfaatkan sumber daya alam di alam untuk memahami fisika maka terdapat dua keuntungannya yaitu memahami ilmu fisika dan memahami proses alam.

Untuk lebih memasyarakatkan ilmu fisika maka butuh suatu pendekatan baru dalam hal pembelajaran fisika. Memanfaatkan sumber daya alam di Buton yaitu aspal maka diperkenalkan suatu bahan ajar yang berbasis pembelajaran kontekstual fisika energi dan sumber daya mineral (Fisika-ESDM). Metode yang digunakan dalam penyusunan bahan ajar yaitu metode konstruksi alur pikir, metodenya yaitu sebagai berikut:



Gambar 2 Konstruksi alur pikir penyusunan bahan ajar fisika kontekstual penambangan aspal Buton

Penelitian ini akan dihasilkan sebuah produk bahan ajar berupa fisika kontekstual penambangan aspal Buton yang berbasis energi dan sumber daya alam (ESDM). Penyusunan bahan ajar dimulai dengan memahami proses terbentuknya aspal Buton sampai proses penambangan aspal, serta mengidentifikasi konsep fisika dan proses fisikanya.

Penyusunan bahan ajar tentang penambangan aspal Buton terlebih dahulu mengetahui proses terjadinya pulau Buton sehingga menghasilkan aspal dan kemudian di buatkan alur pikir dengan bahasa fisika. Beberapa topik yang bisa dikembangkan berkaitan dengan fisika tektonik, fisika eksplorasi.

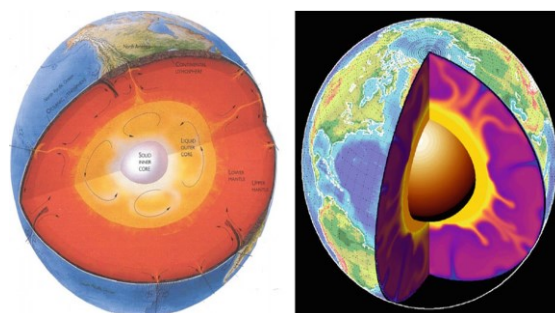
Alam beserta fenomena yang ada merupakan suatu sumber ilmu pengetahuan yang menarik untuk diteliti dengan. Alam merupakan suatu laboratorium gratis tinggal bagaimana cari kita untuk mempelajarinya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tektonik

Buton dianggap sebagai suatu pecahan dari benua Australia-New Guinea sama halnya dengan busur kepulauan Banda lainnya. Anggapan ini diperoleh dari adanya kesamaan pada kandungan fosil yang berumur Mesozoik, susunan stratigrafi sebelum terjadi pemisahan, dan waktu terjadinya pemisahan dengan busur kepulauan Banda lainnya.

Pergerakan lempeng benua di akibatkan oleh adanya panas dari dalam mantel bumi, panas ini menimbulkan arus konveksi yaitu arus yang mengalir karena adanya perbedaan suhu. Arus konveksi yang terjadi di bawah litosfer ini menyebabkan lempeng-lempeng bergerak secara perlahan-lahan. Arus konveksi yang terjadi pada inti bumi ini memenuhi persamaan sebagai berikut:

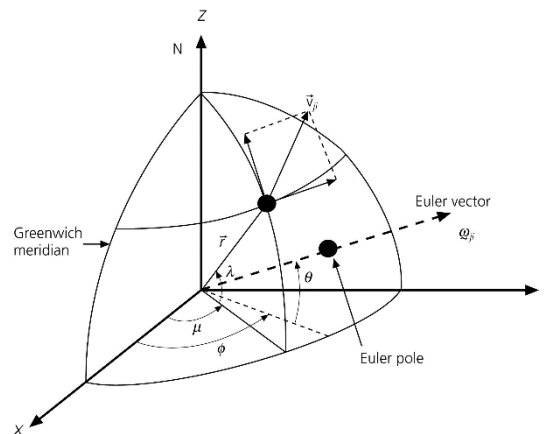


Gambar. 2 aliran konveksi dalam mantel bumi. (Encyclopedia of Earth Sciences Series)

$$dQ = dU + PdV$$

Sedangkan kecepatan pergerakan lempeng bumi memiliki persamaan:

$$v = \omega R \sin \alpha$$



Gambar3. Proses pergerakan lempeng bumi yang ditinjau dalam bentuk titik. (<http://geophysics.eas.gatech.edu>)

Gaya Lempeng

Translasi, rotasi, distorsi dan dilatasi adalah reaksi batuan terhadap tekanan yang dihasilkan oleh gaya. Gaya secara klasifikasi didefinisikan sebagai sesuatu yang merubah, atau cenderung untuk merubah keadaan diam atau keadaan bergerak sebuah benda.

Sir Isaac Newton, melalui hukum gerak pertama, menggambarkan konsep gaya sebagai sebuah benda dalam keadaan diam akan tetap diam dan sebuah benda yang bergerak akan tetap bergerak dengan kecepatan konstan kecuali bila benda tersebut mengalami perubahan gaya, di mana perubahan gaya ini akan menyebabkan benda mengalami percepatan (atau perlambatan). Perubahan gaya timbul jika gaya-gaya yang bekerja tidak seimbang. Di dalam hukum gerak kedua Newton, Sir Isaac Newton mendefinisikan gaya (F) sebagai:

$$F = m a$$

Di mana m merupakan massa benda dan a percepatan benda.

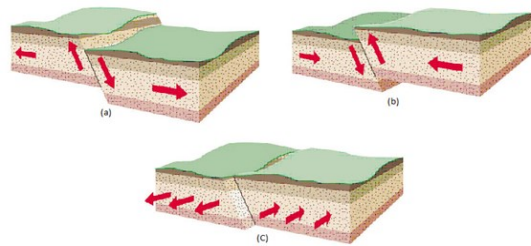
Bumi sebagai suatu benda yang tersusun atas beberapa lempeng di permukaannya yang bergerak akibat dari energi dari dalam bumi. Pergerakan lempeng ini mengakibatkan lipatan-lipatan permukaan bumi dan dari lipatan-lipatan ini terkumpul berbagai mineral di suatu tempat.

Elastisitas Lempeng

Jika suatu benda dikenai gaya luar maka benda tersebut akan mengalami perubahan bentuk melewati batas elastisitasnya, berubah bentuk benda tersebut akan kembali ke bentuk semula apabila gaya luar sudah dilepas.

Bila gaya berlangsung terus menerus bekerja pada sebuah benda atau batuan, maka benda tersebut dapat mengalami deformasi. Deformasi merupakan perubahan bentuk atau perubahan ukuran yang terjadi akibat adanya beban yang diberikan pada benda. Deformasi itu akan ditentukan oleh sifat elastis atau respon benda tersebut dalam mereaksi beban gaya yang bekerja padanya sehingga terkait dengan ini benda dibedakan menjadi : (1) elastis, (2) plastis, dan (3) *brittle* (hancur).

Secara umum ada empat jenis sistem gaya yang bekerja pada batuan (lempeng), yaitu : gaya tekan atau kompresi, gaya tarik atau *tensile*, gaya tekuk (*bening*), dan gaya geser. Gaya ini dipengaruhi oleh posisi lempeng satu sama lainnya yang saling kontak.



Gambar 4 jenis-jenis sesar (a) sesar normal, (b) sesar naik, (c) sesar geser

Elastisitas batuan banyak dikaitkan dengan respons batuan terhadap gaya yang diberikan kepadanya. Setiap batuan mempunyai sifat elastisitas yang berbeda, oleh karena itu batuan lunak akan menghasilkan *strain* yang berbeda jika dibandingkan dengan batuan lain yang lebih keras. Teori elastisitas berhubungan dengan deformasi yang disebabkan oleh tekanan yang dikenakan pada batuan tertentu. Tekanan atau stres (σ) adalah gaya (F) persatuan luas (A)

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Sedangkan *strain* (e) adalah jumlah deformasi material persatuan luas. Jika *stress* diterapkan pada batuan maka batuan tersebut akan terdeformasi yang menyebabkan terjadinya *strain*.

$$e = \frac{L}{L_0}$$

Perbandingan antara tegangan dengan regangan yang dialami batuan akan menghasilkan modulus elastis. modulus elastisitas merupakan faktor penting dalam mengevaluasi deformasi batuan pada kondisi pembebanan yang bervariasi.

$$E = \frac{\sigma}{e}$$

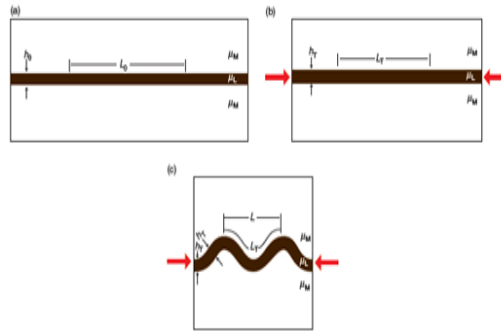
Untuk mempermudah menganalisa retakan pada batuan, Otto Mohr memperkenalkan metode grafis yang dikenal sebagai diagram Mohr,

$$\sigma_n = \frac{\hat{\sigma}_1 + \hat{\sigma}_3}{2} + \frac{\hat{\sigma}_1 - \hat{\sigma}_3}{2} \cos 2\theta$$

$$\sigma_s = \frac{\hat{\sigma}_1 - \hat{\sigma}_3}{2} \sin 2\theta$$

Buckling

Buckling adalah proses pelipatan akibat dari adanya gaya-gaya yang bekerja pada ujung horizontal suatu lapisan tanah. Fenomena *buckling* terjadi ketika panjang lapisan lebih besar dari ketebalannya. *Buckling* yang terjadi pada lapisan tanah yang sangat panjang akan maka bentuk lipatannya akan berbentuk sinusoidal

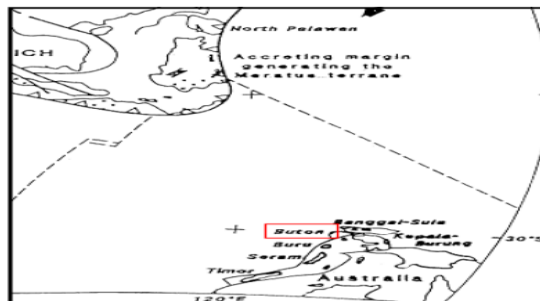


Gambar 5. Buckling dari suatu lapisan tunggal. (a) lapisan sebelum diberikan gaya, (b) setelah diberikan gaya, (c) setelah diberikan gaya dan melebihi batas elastisitas. (Fossen, 2010)

Ketika lempeng elastis dikenak gaya horizontal P , seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5b, jika gaya yang diberikan cukup besar lempeng dapat tertekuk, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 5c. Lipatan dari pegunungan diyakini hasil dari pelengkungan dari lapisan bawah akibat tekanan horizontal. Persamaan dari *buckling* akibat adanya gaya horizontal dirumuskan sebagai berikut:

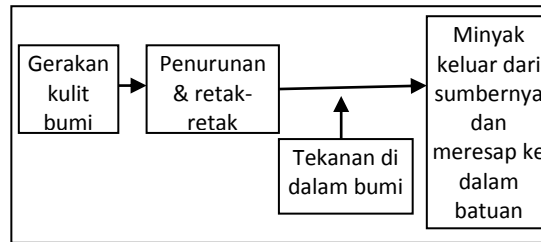
$$D \frac{d^4 w}{dx^4} + P \frac{d^2 w}{dx^2} = 0$$

Pada awalnya Buton dipercaya terdiri dari 2 buah lempeng mikro-kontinen yang terpisah. Lempeng pertama mencakup bagian timur pulau Buton dan pulau tukang besi dan lempeng kedua mencakup bagian barat pulau Buton dan pulau Muna. (Davidson, 1991)



Gambar 6. Busur kepulauan Banda yang merupakan fragmen dari Australia (Dayl, 1987)

Aspal alam terbentuk perlahan-lahan dari fraksionasi alami minyak bumi di dekat minyak bumi. Aspal alam terpadat di alam biasanya dalam bentuk batuan sehingga biasa disebut batuan aspal. Terjadinya aspal Buton disebabkan oleh terdapatnya sumber minyak bumi di bawahnya ketika terjadi pergeseran atau patahan lempeng bumi. Patahan ini menyebabkan minyak bumi dengan tekanan yang kuat keluar melalui celah-celah patahan dan terjadi migrasi atau perpindahan ke lapisan yang lebih porous di atasnya. Apabila tekanan yang terjadi besar, maka minyak bumi akan keluar dengan aspal yang dikandungnya, akan tetapi sebaliknya, apabila tekanan itu lemah maka minyak bumi akan merembes melalui retakan-retakan dan aspal itu tertinggal. Peristiwa ini terjadi ribuan, bahkan mungkin jutaan tahun yang lalu.



Gambar 7. Proses terjadinya bitumen aspal

Eksplorasi Aspal Buton

Informasi geofisika diinterpretasikan berkaitan dengan pola-pola geologi seperti jenis batuan, struktur, urutan stratigrafi, dan mineralisasi endapan. Metode geofisika yang digunakan pada tahapan awal eksplorasi (prospektif biasanya dengan pesawat untuk mencakup kenampakan geologi pada area yang luas dan pada tahap yang lebih detail dilanjutkan dengan pengukuran geofisika di permukaan, maupun pada lubang bor (*logging*).

Metode Geolistrik

Metode ini menggunakan medan potensial listrik bawah permukaan sebagai objek pengamatan utamanya. Kontras resistivity yang ada pada batuan akan mengubah potensial listrik bawah permukaan tersebut sehingga bisa kita dapatkan suatu bentuk anomali dari daerah yang kita amati.

Teori utama dalam metode resistivity sesuai dengan hukum Ohm yaitu arus yang mengalir (I) pada suatu medium sebanding dengan voltage (V) yang terukur dan berbanding terbalik dengan resistansi (R) medium, atau dapat dirumuskan sebagai berikut :

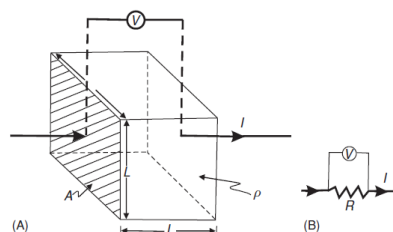
$$V = IR$$

Sedangkan resistansi adalah perbandingan panjang (L) dengan luas area (A), $R \propto L/A$ atau dapat ditulis sebagai:

$$R = \rho L/A$$

Untuk mendapatkan pengukuran resistivity yang menghasilkan harga resistivitas (ρ) diperoleh dari besar medan listrik (E) dengan rapat arus (J) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{E}{J} = \frac{VA}{IL}$$



Gambar 8. a) Resistivitas suatu blok dengan panjang L dan arus I . b) Rangkaian ekuivalen listrik,



Gambar 9. Pengukuran geolistrik aspal buton
<http://www.pusjatan.pu.go.id>

Pengeboran

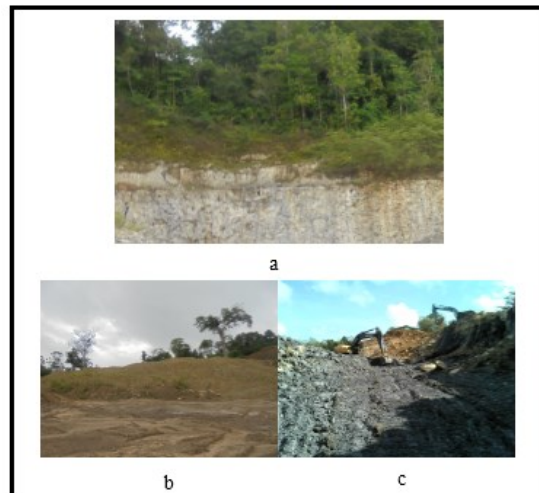
Salah satu keputusan penting di dalam kegiatan eksplorasi adalah menentukan kapan kegiatan pemboran dimulai dan diakhiri. Pelaksanaan pemboran sangat penting jika kegiatan yang dilakukan adalah menentukan zona endapan dari permukaan. Kegiatan ini dilakukan untuk memperoleh gambaran geometri endapan dari permukaan sebaik mungkin, namun demikian kegiatan pemboran dapat dihentikan jika telah dapat mengetahui gambaran geologi permukaan dan geometri endapan bawah permukaan secara menyeluruh.



Gambar 10. Pengambilan sampel bor aspal

Penambangan aspal

Penambangan dilakukan dengan cara mengupas tanah penutup kemudian batu aspalnya dieksploitasi dengan eksafator, pengecilan ukuran pemilihan kadar dan pencampuran. Kadar bitumen berkisar antara 3-15% dengan hasil pencampuran berkisar 6,5-7%.



Gambar 11. Proses pengupasan dan penambangan aspal

Dalam penambangan aspal perlu di perhitungkan tinggi tiap jenjang teras untuk menjaga kestabilan lerengnya sehingga tidak mengalami longsor. Secara sederhana kestabilan lereng ini dapat di hitung dengan menggunakan diagram morh.

Lapisan aspal Buton yang refleksinya batuan induk (batuan induknya pasir) digali dengan bulldozer (*ripping*) dan yang batuan induknya kapur digali dengan peledakan pada awalnya, namun akibat bahan peledakan memiliki pengawasan dan perizinan yang rumit maka digunakanlah hydraulicbreakerexcavator. Alat ini digunakan untuk menghancurkan aspal yang terdapat pada batuan induk kapur. Galian aspal Buton diangkut ke *crushingplant* untuk dipecah menjadi tiga macam ukuran disaring dalam bentuk curah. Aspal buton curah diangkut kepelabuhan untuk dimuat ke kapal/tongkang dengan alat muat *shiploader/conveyor* dan kemudian dikirim ke daerah-daerah yang memerlukan di Indonesia.

4. SIMPULAN DAN SARAN

1. Pembelajaran fisika harus mengambil contoh-contoh dalam sekitar kita agar anak didik bisa termotivasi untuk belajar tentang kekayaan alam di sekitarnya
2. Penguasaan fisika penting dalam pengelolaan sumberdaya alam khususnya tambang aspal .

5. DAFTAR PUSTAKA

- Balfas, M. D. (2015). *Geologi untuk Pertambangan umum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Davidson, J. (1991). Geology and prospectivity of Buton island. SE. Sulawesi, Indonesia. *proceedings of the indonesian petroleum association 20th* , 209-233.
- Dayl, M. C. (1987). tertiary plate tectonic and basin evolution in indonesia. *proceedings of the indonesian petroleum association 16th*
- Fossen, H. (2010). *Cambridge University Press*. New York.