

Geofluida

☰ AI summary	Dokumen membahas tentang fluida Newtonian dan non-Newtonian, serta konsep porositas dan permeabilitas dalam geologi. Fluida Newtonian memiliki viskositas konstan, sedangkan fluida non-Newtonian memiliki viskositas yang berubah. Porositas mengacu pada ruang kosong dalam batuan, sedangkan permeabilitas mengukur kemampuan batuan untuk mengalirkan fluida. Pemahaman tentang kedua sifat ini penting dalam eksplorasi minyak dan gas, manajemen air tanah, dan analisis geologi. Beberapa referensi klasik juga disertakan, menjelaskan aliran panas dan perubahan sifat batuan seiring kedalaman.
☰ Tags	geofluida
📅 Date	@September 30, 2024
🕒 Last edited time	@October 1, 2024 10:28 PM

Pembahasan Geofluida

Oleh: Dasapta Erwin Irawan

Fluida Newtonian dan Non-Newtonian

Fluida Newtonian

Fluida Newtonian dinamai sesuai dengan Sir Isaac Newton. Ciri utama dari fluida ini adalah viskositasnya (kekentalan) tetap konstan, tidak peduli seberapa besar gaya geser yang diterapkan. Artinya, ketika Anda mengaduk atau menuangkan fluida Newtonian, viskositasnya tidak berubah. Contoh umum dari fluida Newtonian termasuk air, minyak mineral, dan etanol.

Fluida Non-Newtonian

Sebaliknya, fluida non-Newtonian memiliki viskositas yang berubah-ubah tergantung pada gaya geser yang diterapkan. Fluida ini tidak mengikuti hukum viskositas Newton. Ada beberapa subkategori fluida non-Newtonian, termasuk:

- **Saus tomat:** Menjadi lebih cair saat dikocok (shear-thinning).
- **Adonan cilok:** Campuran tepung jagung dan air yang mengeras saat diberi tekanan.
- **Lumpur dalam likuefaksi:** Menjadi lebih cair saat digetarkan.

Tentang porositas dan permeabilitas

Porositas dan permeabilitas adalah dua sifat penting dalam geologi yang sangat berpengaruh terhadap karakteristik batuan, terutama dalam konteks aliran fluida dan penyimpanan hidrokarbon.

Porositas

Porositas mengacu pada jumlah ruang kosong (pori-pori) dalam batuan. Ini biasanya dinyatakan sebagai persentase dari total volume batuan. Porositas mempengaruhi kapasitas batuan untuk menyimpan fluida seperti air, minyak, atau gas.

- **Porositas primer:** Terbentuk saat batuan pertama kali terbentuk.
- **Porositas sekunder:** Berkembang setelah batuan terbentuk, misalnya akibat pelarutan atau rekahan.

Permeabilitas

Permeabilitas adalah ukuran kemampuan batuan untuk mengalirkan fluida melalui pori-porinya. Ini diukur dalam satuan darcy dan sangat penting dalam menentukan seberapa mudah fluida dapat diekstraksi dari reservoir.

Hubungan antara porositas dan permeabilitas tidak selalu linear. Batuan dengan porositas tinggi tidak selalu memiliki permeabilitas tinggi, dan sebaliknya. Faktor-faktor seperti ukuran pori, konektivitas, dan geometri sangat mempengaruhi permeabilitas.

Implikasi dalam Geologi

Pemahaman tentang porositas dan permeabilitas sangat penting dalam:

- Eksplorasi dan produksi minyak dan gas
- Hidrogeologi dan manajemen air tanah
- Penyimpanan karbon dioksida bawah tanah
- Evaluasi risiko geologi, seperti likuefaksi tanah

Studi tentang porositas dan permeabilitas membantu geolog dan insinyur dalam memahami dan memprediksi perilaku fluida dalam batuan, yang sangat penting untuk berbagai aplikasi praktis dalam industri energi dan manajemen sumber daya alam.

Beberapa rujukan klasik (yang ada dalam salindia)

[Chapman-et-al-1984-Heat flow Uinta Basin.pdf](#)

Dokumen "Aliran panas di Cekungan Uinta yang ditentukan dari data suhu dasar lubang bor (BHT)" oleh David S. Chapman dkk. membahas penerapan metode resistansi termal untuk menganalisis aliran panas dan suhu bawah permukaan di Cekungan Uinta, Utah timur laut. Berikut ringkasan poin-poin utamanya:

- Studi ini menggunakan metode resistansi termal (atau Bullard) untuk menentukan aliran panas permukaan dan pola suhu bawah permukaan di cekungan sedimen menggunakan data suhu dasar lubang bor sumur minyak.
- Metode ini melibatkan penggabungan suhu dasar lubang bor dan permukaan dengan profil konduktivitas termal untuk menghitung aliran panas permukaan, yang kemudian digunakan untuk perhitungan suhu bawah permukaan.
- Studi ini berfokus pada Cekungan Uinta Tersier, menggunakan data dari 97 sumur terpilih di mana beberapa log sumur memungkinkan untuk koreksi suhu.
- Nilai konduktivitas termal ditentukan untuk 852 sampel dari 5 sumur representatif, dan ketebalan formasi diperoleh dari sekitar 2000 sumur.

- Gradien geotermal rata-rata dan aliran panas untuk Cekungan Uinta ditemukan masing-masing sebesar $25^{\circ}\text{C km}^{-1}$ dan 57 mW/m^2 .
- Aliran panas tampaknya menurun secara sistematis dari 65 menjadi 40 mW/m^2 dari Sungai Duchesne ke arah utara menuju sisi selatan Pegunungan Uinta.
- Studi ini membahas alasan potensial untuk pola aliran panas ini, termasuk pembiasan panas ke dalam batuan Prekambrian yang konduktif dan efek pengisian ulang air tanah.
- Makalah ini juga merinci metodologi, analisis kesalahan, dan implikasi temuan untuk memahami struktur termal cekungan dan pematangan hidrokarbon.

[Chapman-1987-gsl.sp.1987.034.01.02.pdf](#)

Dokumen ini membahas aliran fluida di cekungan sedimen dari perspektif seorang ahli geologi. Berikut ringkasan sederhananya:

- Air mulai bergerak di cekungan sedimen segera setelah sedimen mulai menumpuk. Aliran ini terus berlanjut seiring perkembangan cekungan dari waktu ke waktu.
- Pergerakan air dikendalikan oleh lapisan-lapisan batuan. Di beberapa lapisan, air dapat mengalir dengan mudah, sementara di lapisan lain, air lebih sulit bergerak.
- Ketika sedimen tertekan, air terdorong keluar. Pergerakan air ini mempengaruhi perkembangan cekungan dan dapat menyebabkan penurunan permukaan tanah.
- Dokumen ini membahas dua jenis utama penumpukan sedimen: transgresif (kenaikan permukaan laut) dan regresif (penurunan permukaan laut). Setiap jenis mempengaruhi aliran air secara berbeda.
- Memahami aliran air penting untuk menemukan minyak dan gas, mengelola air tanah, dan mempelajari bagaimana batuan berubah seiring waktu.

- Makalah ini juga membahas bagaimana retakan pada batuan (patahan) mungkin mempengaruhi aliran air, namun masih ada perdebatan tentang hal ini di kalangan ilmuwan.

[Ho-Thermal Conductivity Study.pdf](#)

Dokumen ini membahas studi tentang konduktivitas termal di Cekungan Uinta, dengan fokus pada penerapannya dalam menganalisis aliran panas dan suhu bawah permukaan. Berikut adalah ringkasan untuk non-geolog:

- Studi ini menggunakan metode yang disebut "resistansi termal" atau metode "Bullard" untuk menentukan pola aliran panas dan suhu di bawah tanah.
- Metode ini menggabungkan data suhu sumur minyak (baik di dasar sumur maupun di permukaan) dengan informasi tentang seberapa baik lapisan batuan yang berbeda menghantarkan panas.
- Penelitian ini berfokus pada area yang disebut Cekungan Uinta Tersier, menggunakan data dari 97 sumur terpilih.
- Mereka mengukur seberapa baik panas merambat melalui sampel batuan dari 5 sumur representatif dan memeriksa ketebalan lapisan batuan yang berbeda di sekitar 2000 sumur.
- Mereka menemukan bahwa, rata-rata, suhu meningkat sebesar 25°C untuk setiap kilometer kedalaman di area ini. Aliran panas rata-rata diukur sebesar 57 mW/m^2 .
- Menariknya, mereka mencatat bahwa aliran panas tampaknya menurun saat bergerak ke arah utara di area studi, mungkin karena cara panas bergerak melalui jenis batuan yang berbeda atau bagaimana aliran air tanah.
- Jenis studi ini penting untuk memahami bagaimana panas bergerak di bawah tanah, yang dapat berguna untuk menemukan minyak dan gas, serta untuk memahami bagaimana batuan berubah seiring waktu.

Kompaksi Serpih

- Makalah ini membandingkan bagaimana porositas (ruang antar partikel batuan) berubah seiring kedalaman pada serpih dan batupasir.
- Porositas serpih menurun dengan cepat pada kedalaman dangkal dan lebih lambat pada kedalaman yang lebih besar, mengikuti garis melengkung pada grafik.
- Porositas batupasir cenderung menurun dengan laju yang lebih konstan seiring bertambahnya kedalaman, ditunjukkan sebagai garis yang relatif lurus pada grafik.

Kompaksi serpih terutama dikendalikan oleh gaya fisik:

- Saat serpih terkubur lebih dalam, permeabilitasnya menurun, menyulitkan air untuk keluar.
- Air dalam serpih menjadi lebih kental saat terkompresi, semakin memperlambat pergerakan air.
- Luas area kontak antar partikel serpih meningkat seiring kedalaman, menyebarkan tekanan dan memperlambat kompaksi.

Kompaksi batupasir tampaknya kurang dipengaruhi oleh gaya fisik:

- Laju pengurangan porositas pada batupasir tetap cukup konstan seiring bertambahnya kedalaman.
- Hal ini menunjukkan bahwa faktor kimia dan mineralogi mungkin lebih penting dalam kompaksi batupasir.
- Keberadaan hidrokarbon (minyak atau gas) dapat memperlambat kompaksi batupasir dengan membatasi pergerakan air.

Implikasi

Perbedaan perilaku kompaksi ini memiliki implikasi praktis:

- Sifat-sifat serpih berguna untuk mendeteksi tekanan fluida bawah tanah dan memperkirakan erosi.
- Sifat-sifat batupasir kurang berguna untuk tujuan ini karena perilaku kompaksinya yang berbeda.

Memahami hubungan antara porositas, kedalaman, dan kompaksi ini sangat penting bagi para geolog dan insinyur di berbagai bidang. Dalam eksplorasi minyak dan gas, pengetahuan ini membantu dalam memprediksi karakteristik reservoir dan memperkirakan potensi hidrokarbon. Untuk manajemen air tanah, hal ini membantu dalam menilai sifat-sifat akuifer dan memprediksi pola aliran air. Selain itu, wawasan ini fundamental dalam mempelajari diagenesis - perubahan fisik, kimia, dan biologis yang terjadi pada sedimen saat terkubur dan bertransformasi menjadi batuan sedimen. Pemahaman ini juga berperan penting dalam analisis cekungan, membantu merekonstruksi sejarah geologi cekungan sedimen dan memprediksi evolusi masa depannya. Selain itu, pemahaman semacam ini sangat berharga dalam teknik geoteknik, terutama dalam menilai stabilitas tanah untuk proyek konstruksi dan dalam mengevaluasi potensi bahaya geologi.

[Dutta-2009-Compaction trends Gulf of Mexico.pdf](#)

Penelitian ini membahas bagaimana batuan berubah saat terkubur semakin dalam di Teluk Meksiko. Berbeda dengan studi sebelumnya, penelitian ini fokus pada lapisan sedimen paling atas, yang sering diabaikan. Dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber, para peneliti menganalisis perubahan sifat-sifat sedimen seiring bertambahnya kedalaman. Pendekatan ini memberikan pemahaman baru tentang tahap awal pemadatan sedimen dan perubahan batuan, mengisi celah penting dalam pengetahuan kita tentang perkembangan cekungan sedimen.

- Penelitian ini melihat sifat-sifat seperti porositas (ruang antara partikel batuan), dan seberapa cepat gelombang suara merambat melalui batuan.
- Para peneliti menemukan bahwa batuan berubah secara berbeda di area dangkal dibandingkan dengan area yang lebih dalam.

- Mereka membuat rumus untuk memprediksi bagaimana sifat-sifat batuan berubah seiring bertambahnya kedalaman.

Memahami perubahan-perubahan ini sangat penting untuk:

- Menemukan minyak dan gas secara aman
- Memprediksi bahaya pengeboran
- Menilai potensi sumber daya sebelum melakukan pengeboran di perairan dalam

Temuan Utama

- Shale (sejenis batuan) kehilangan ruang porinya lebih cepat dibandingkan batupasir di kedalaman dangkal.
- Kecepatan gelombang suara melalui batuan meningkat seiring bertambahnya kedalaman, tetapi tidak dalam garis lurus yang sederhana.
- Rasio dua jenis kecepatan gelombang suara (VP/VS) bisa sangat tinggi pada sedimen tepat di bawah dasar laut.

Studi komprehensif ini menyoroti proses rumit transformasi sedimen di kedalaman dangkal, area yang sering diabaikan dalam penelitian konvensional. Temuan ini mengisi celah penting dalam pemahaman kita tentang tahap awal pemadatan sedimen dan diagenesis. Dengan memberikan wawasan rinci tentang bagaimana sedimen berevolusi di lapisan atas ini, penelitian ini menawarkan gambaran yang lebih lengkap tentang evolusi cekungan. Pengetahuan yang ditingkatkan ini memiliki aplikasi praktis yang signifikan, khususnya dalam ranah operasi pengeboran lepas pantai. Hal ini memungkinkan penilaian risiko yang lebih akurat, meningkatkan prediksi potensi bahaya, dan berkontribusi pada pengembangan strategi pengeboran yang lebih aman dan efisien. Selain itu, informasi ini sangat berharga untuk estimasi sumber daya di lingkungan perairan dalam, yang berpotensi mengarah pada praktik eksplorasi dan produksi yang lebih hemat biaya dalam industri minyak dan gas.