

PENGOLAHAN DAN INTERPRETASI DATA LOG FMI (*FULLBORE FORMATION MICROIMAGER*) UNTUK ANALISA REKAHAN

Paul Chemistra¹, Pegri Rohmat Aripin¹, Fuadur Zakki K¹, Ayi Syaeful Bahri¹, Amien Widodo¹, Firman Syaifuddin¹, Widya Utama¹, Jaka Rahadiansyah²

¹Departemen Teknik Geofisika, FTSLK, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

²Pertamina UTC

e-mail: paulchemistra@gmail.com

Abstrak. Telah dilakukan penelitian tentang menentukan *workflow* pengolahan dan interpretasi data image log FMI (*Fulbore Formation MicroImager*) menggunakan Geolog 7.4. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tahap-tahap yang dilakukan dalam melakukan pengolahan data *image* beserta interpretasi tentang analisa rekahan. Berdasarkan analisa rekahan yang dilakukan menggunakan prinsip sifat resistivitas dan konduktivitas pada gambar data log FMI ditemukan bahwa pada sumur PC-1 terdapat 27 *conductive fracture* dan 39 *resistive fracture* sedangkan pada sumur PC-2 terdapat 40 *conductive fracture* dan 29 *resistive fracture*. Pada sumur PC-1 memiliki orientasi *strike* dari *conductive fracture* berarah NNW-SSE, sedangkan orientasi *strike* dari *resistive fracture* dominan berarah NNW-SSE. Pada sumur PC-2 memiliki orientasi *strike* dari *conductive fracture* yang dominan berarah WNW-ESE, sedangkan orientasi *strike* dari *resistive fracture* yang dominan WSW-ENE.

Kata Kunci: *Fullbore Formation Microimager; Fracture Analysis; Strike Orientation*

Abstract. *Research on determining workflow image data processing and interpretation of log FMI (Formation Fulbore MicroImager) using Geolog 7.4. This study aims to determine the stages are carried out in the image data processing as well as the interpretation of fracture analysis. Based on the analysis performed using the principles of fracture resistivity and conductivity properties on the image FMI log data found that the PC-1 wells contained 27 conductive fracture and 39 resistive fracture while the PC-2 wells contained 40 conductive fracture and 29 resistive fracture. In wells PC-1 has the orientation of the conductive strike NNW-SSE trending fracture, whereas the resistive fracture orientation of the dominant strike NNW-SSE trending. In the PC-2 wells have a strike orientation of the conductive fractures dominant WNW-ESE trending, strike while the orientation of the dominant fracture resistive WSW-ENE.*

Keywords: *Fullbore Formation Microimager; Fracture Analysis; Strike Orientation*

PENDAHULUAN

Basement merupakan batuan dasar yang bersifat keras dan rapuh, berupa metasedimen, metamorf dan batuan beku. Batuan dasar tersebut memiliki porositas dan permeabilitas yang sangat rendah karena telah mengalami kompaksi. Hal tersebut mengakibatkan kualitas reservoir di *basement* tidak bergantung pada porositas primer. Porositas yang digunakan yaitu porositas sekunder berupa struktur patahan dan rekahan yang merupakan hasil dari aktivitas tektonik. Sehingga dengan adanya porositas sekunder ini dapat meningkatkan nilai permeabilitas pada basement.

Analisis reservoir pada *basement* juga memiliki tantangan tersendiri. Keberadaan basement terlampaui dalam dan hasil profil seismik menunjukkan karakter *free reflection*. Karakter *free*

reflection terjadi karena batuan di *basement* seperti metamorf atau batuan beku tidak memiliki bidang perlapisan, akibatnya tidak terdapat bidang pantul di *basement*. Kondisi ini tidak akan memberikan kontras impedansi akustik, sehingga gelombang yang dihasilkan akan sulit dianalisis.

Salah satu pendekatan untuk menginvestigasi keberadaan rekahan adalah dengan memanfaatkan *Image Log*. Setelah mengetahui keberadaannya pada suatu formasi dan juga *basement*, dapat ditentukan parameter fisik yang dimiliki rekahan tersebut agar dapat mengetahui peranan rekahan dalam memproduksi fluida formasi. Penelitian ini menggunakan data log FMI (*Fullbore Formation MicroImager*) yang diperoleh dari data sumur. Data yang disajikan dalam bentuk *image* tersebut diproses dan diinterpretasi untuk analisa rekahan

formasi atau juga *basement* sebagai strategi identifikasi reservoir.

Geologi Daerah Penelitian

Secara geografi Cekungan Jawa Timur Utara berada di antara Laut Jawa yang terletak di bagian utaranya dan sederetan gunungapi yang berarah barat-timur di bagian selatannya. Cekungan Jawa Timur Utara ini menempati luas 50.000 km² yang melingkupi daratan sebelah timur Jawa Tengah, Jawa Timur, Lepas pantai di sekitar Laut Jawa Utara hingga selat Madura.

Graben, *half-graben*, dan sesar-sesar hasil *rifting* telah dihasilkan pada periode ekstensional, yaitu pada Paleogen. Selanjutnya periode kompresi dimulai pada miosen awal yang mengakibatkan reaktivasi sesar-sesar yang telah terbentuk sebelumnya pada periode ekstensional. Reaktivasi tersebut mengakibatkan pengangkatan dari graben-graben yang sebelumnya terbentuk menjadi tinggian yang sekarang disebut *central high*. Pada saat sekarang, Cekungan Jawa Timur dikelompokkan ke dalam tiga kelompok struktur utama, yaitu *North Platform*, *Central High*, dan *South Basin*.

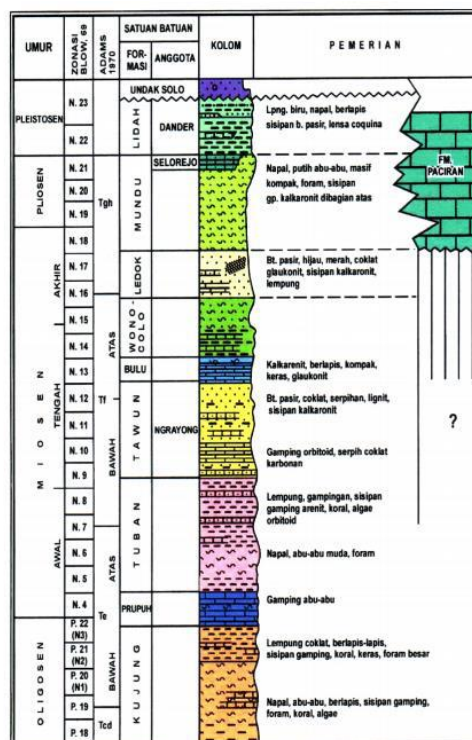
Konfigurasi Cekungan Jawa Timur

Formasi Mundu berada di lokasi Kali Kalen, Desa Mundu, Cepu. Formasi Mundu terdiri dari napal yang kaya foraminifera, tidak berlapis. Bagian atas formasi ini ditempati oleh batugamping pasiran. Bagian atas formasi ini disebut anggota Solorejo, terdiri dari perselingan batugamping pasiran dan napal pasiran. Penyebarannya cukup luas, dengan ketebalan 75 m – 542m.

Formasi Ledok berada di lokasi Desa Ledok, Cepu. Formasi Ledok tersusun atas perulangan napal pasiran dan kalkarenit, dengan napal dan batupasir. Bagian atas dari formasi ini dicirikan batupasir dengan konsentrasi glaukonit. Formasi Ledok diperkirakan berumur Miosen akhir bagian atas.

Lokasi Formasi Wonocolo terletak di daerah Cepu, selaras di atas Formasi Bulu, beranggotakan napal pasiran sisipan kalkarenit dan batulempung

dengan struktur paralel laminasi. Formasi Wonocolo diendapkan saat Miosen Akhir pada lingkungan



Gambar 1. Kolom Stratigrafi Jawa Timur (Pringgoprawiro,1983)

marine kedalaman 100-500 meter dengan ketebalan 89-600 meter.

Formasi Bulu terletak selaras di atas Formasi Tawun dan Formasi Ngrayong yang beranggotakan perselingan batugamping dan kalkarenit dengan sisipan batulempung dan batugamping pasiran berlapis terkadang memperlihatkan struktur silang siur dan memiliki beberapa sisipan napal. Selain itu, batugamping pasiran memiliki kuarsa sebesar 30%, foraminifera besar, ganggang, byrozoa dan echinodermata. Formasi ini diendapkan pada lingkungan laut dangkal antara 50–100 meter. Tebal dari formasi ini antara 54 meter - 248 meter. Formasi Bulu diperkirakan berumur Miosen Tengah Bagian Atas.

Fullbore Formation MicroImager (FMI)

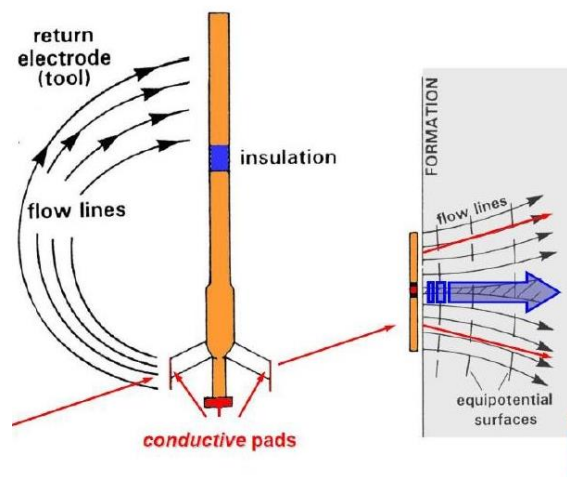
Fullbore Formation Microimager (FMI) adalah alat yang digunakan untuk observasi detil vertikal dan lateral pada formasi (Grace dan Newsberry, 1998). Log FMI merupakan alat rekaman citra

kelistrikan terakhir yang dikembangkan oleh Schlumberger. Log FMI merupakan bagian dari *imaging tool* yang merupakan suatu alat yang menghasilkan *image log*, yang berupa tampilan gambar menyerupai kenampakan seperti foto *core*, akan tetapi gambar tersebut bukanlah suatu foto *core*. Gambar tersebut merupakan respon formasi pada dinding lubang bor terhadap pengukuran parameter geofisika yaitu *acoustic reflectivity*. Menurut sejarahnya, pada pertengahan 1980-an, Schlumberger memperkenalkan *Electrical Imaging Tool* yang pertama yaitu *Formation MicroScanner (FMS)* sebagai suatu evolusi dari SHDT dipmeter. Alat ini hanya mencakup 20% dari lubang bor berdiameter 8,5 inci, yang hanya menggunakan dua *pad*.



Gambar 2. Alat logging FMI

Pad and Flap berisi 192 buah sensor resistivitas (24 buah di setiap *pad* atau *flap*), nantinya data yang dihasilkan dari sensor tersebut selanjutnya diproses untuk membuat atau membangun foto/gambar resistivitas pada dinding lubang. Masing-masing tombol resistivitas (*resistivity button*) memiliki diameter 5 milimeter (mm). Objek yang memiliki diameter kurang dari 5 mm dapat terlihat, tergantung pada kontras resistivitasnya. Karakterisasi citra membutuhkan penggambaran (*imaging*) oleh beberapa sensor. Wilayah atau luas cakupan yang tercover pada foto FMI adalah fungsi dari diameter lubang bor. Untuk lubang bor yang berdiameter 8 inci, 80% permukaan bagian dalam tergambar. Jika diameter lubang bor bertambah, luas cakupan yang tergambar menurun. Bagian yang tidak tergambar (*unimaged parts*) pada lubang bor muncul sebagai strip kosong di antara *pad* dalam gambar yang dihasilkan.



Gambar 3. Cara Kerja Alat

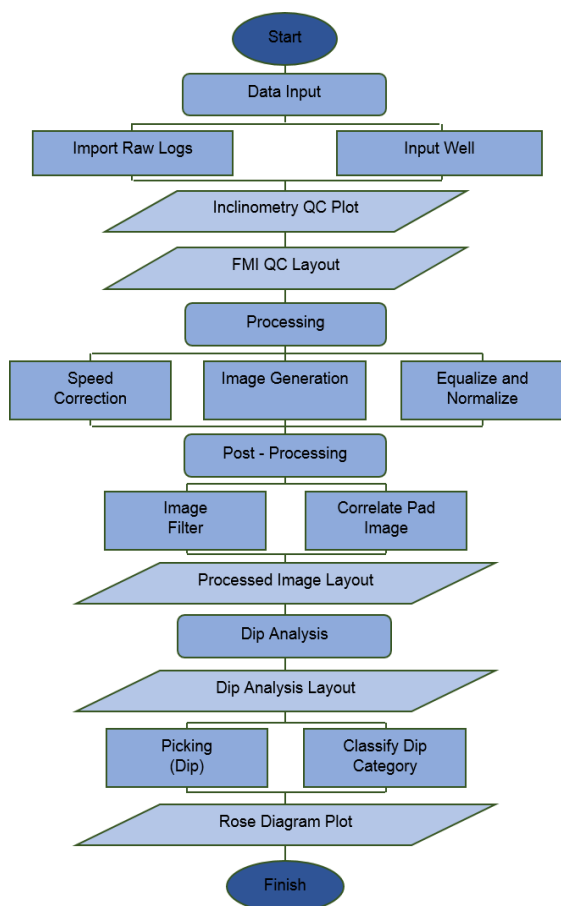
Langkah-langkah pengolahan data melibatkan koreksi data yang berhubungan langsung dengan alat dan *azimuth* lubang dan *magnetic declination*. Koreksi *accelerometer* diaplikasikan dan kedalaman trace resistivitas bergeser sehingga perbedaan baris dari sensor resistivitas yang berbeda berada pada satu garis yang sama dengan gambar *slice* lubang bor. Skala warna (*color maps*) digunakan pada gambar lubang bor berdasarkan rentang nilai resistivitas. Secara umum batuan bersifat resistif dan air bersifat konduktif. Dalam gambar FMI, fitur resistivitas tinggi (*high resistivity*) yaitu *sandstone*, *limestone*, dan rekahan (*fractures*) yang terisi mineral, yang ditampilkan sebagai warna cerah. Sedangkan, fitur resistivitas rendah (*low resistivity*) yaitu rekahan terbuka (*open fractures*) yang terisi oleh air dan *shale*, yang ditampilkan sebagai warna gelap. Karena tergolong sulit untuk melakukan interpretasi gambar dalam 3-D (3 Dimensi), hal yang bisa dilakukan adalah membagi lubang bor sepanjang Utara sebenarnya, kemudian membuka silinder lubang bor tersebut menjadi tampilan 2-D (2 Dimensi). Setelah gambar 3-D dibagi dan diubah menjadi gambar 2-D, fitur *dipping* yang memotong silinder lubang bor muncul sebagai gelombang sinus (*sine waves*).

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pengolahan data log FMI, pada kerja praktek kali ini digunakan dua sumur eksplorasi

yang terletak di Cekungan Jawa Timur. Kedua sumur tersebut diberi inisial sumur PC-1 untuk sumur pertama dan PC-2 untuk sumur kedua.

Alur kerja yang diterapkan dalam pengolahan dan interpretasi log FMI untuk analisa rekahan menggunakan Geolog 7.4 ditunjukkan dalam diagram alir di bawah:



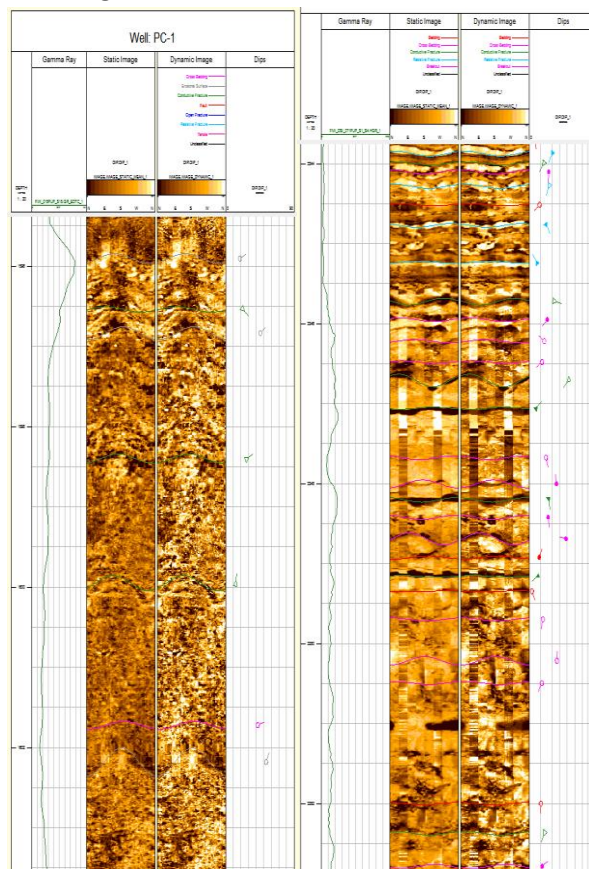
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

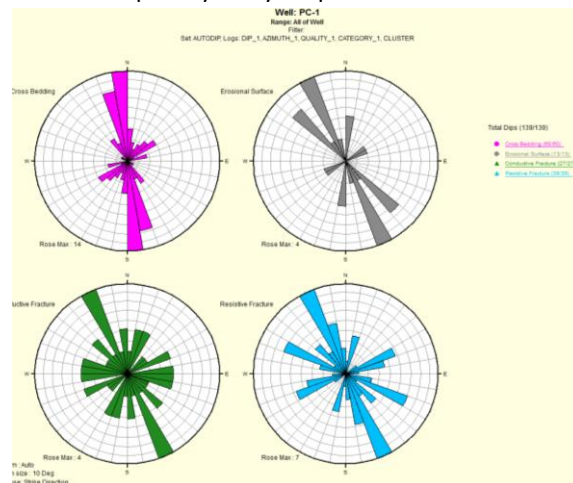
Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan dan dilanjutkan dengan melakukan *picking* manual dari *image* hasil *post-processing* pada data log FMI untuk *dip analysis*. Setelah dilakukan *picking* manual di *image* hasil *post-processing* yang dilakukan pula *proses editing dip category* untuk menentukan pada *image* hasil *picking* tersebut terdapat *sedimentary dips* atau *structural dips* jenis apa saja.

Pada penelitian ini dilakukan penentuan kategori *sedimentary dips* dan *structural dips* (jenis-

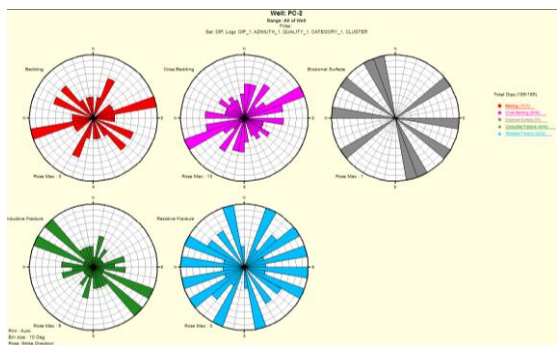
jenis *fracture*), karena hanya difokuskan pada *fracture analysis* pada bagian interpretasi sehingga hanya menentukan tipe *sedimentary dips* dan jenis-jenis rekahan (*fracture*) dari *image post-processing* data log FMI. Kemudian selanjutnya ditampilkan diagram rose untuk mengklasifikasikan *dip azimuth* dan *strike direction* (arah rekahan) yang terdapat pada fungsi *stereonet* dalam menu *well*.



Gambar 5. Dip analysis layout pada sumur PC-1 dan PC-2



Gambar 6. Stereonet pada sumur PC-1



Gambar 7. Stereonet pada sumur PC-2

Pada dasarnya, analisa *structural dips* berdasarkan gambar data log FMI adalah sifat resistivitas dan konduktivitasnya. Warna hitam yang saling berkesinambungan antar ujung *pad* pada gambar menunjukkan pada daerah tersebut terdapat nilai konduktivitas yang tinggi yang dapat dikategorikan sebagai *conductive fracture*. Kemudian gradasi warna dari hitam – oranye – putih mengindikasikan bahwa pada daerah tersebut menandakan nilainya semakin resistif dan jika terdapat warna putih yang berkesinambungan antar ujung *pad* pada gambar menunjukkan nilai resistivitas yang tinggi sehingga dapat dikategorikan sebagai *resistive fracture*. Berdasarkan analisa rekahan yang dilakukan menggunakan prinsip sifat resistivitas dan konduktivitas pada gambar data log FMI ditemukan bahwa pada sumur PC-1 terdapat 27 *conductive fracture* dan 39 *resistive fracture* sedangkan pada sumur PC-2 terdapat 40 *conductive fracture* dan 29 *resistive fracture*.

Conductive fracture yang dikategorikan sebagai warna hijau pada *stereonet* mengindikasikan jenis rekahan yang terisi oleh fluida. Dikatakan terisi oleh fluida karena sifat fluida yang konduktif menyebabkan jika fluida tersebut mengisi rekahan yang ada pada batuan yang ditampilkan dalam gambar data log FMI maka nilai konduktivitas pada bagian tersebut menjadi sangat tinggi dan berkesinambungan atau memanjang secara lateral karena sifat rekahan yang pasti memanjang secara lateral yang ditunjukkan oleh warna hitam.

Sedangkan *resistive fracture* yang dikategorikan sebagai warna biru muda pada *stereonet* mengindikasikan jenis rekahan yang terisi oleh mineral yang kemungkinan besar pula mineral non-

logam karena jika nilai resistivitasnya tinggi maka mengindikasikan bahwa rekahan tersebut terisi oleh mineral yang non-konduktif sehingga kemungkinan besar non-logam karena sifat logam adalah konduktif sehingga pada gambar data log FMI rekahan yang bersifat resistif ditunjukkan oleh warna cerah memanjang secara lateral yang berkesinambungan antar ujung *pad*.

Berdasarkan diagram *stereonet* yang ditunjukkan pada gambar 6., pada sumur PC-1 memiliki orientasi *strike* dari *conductive fracture* berarah NNW-SSE. Sedangkan orientasi *strike* dari *resistive fracture* dominan berarah NNW-SSE. Kemudian berdasarkan diagram *stereonet* yang ditunjukkan pada gambar 7., pada sumur PC-2 memiliki orientasi *strike* dari *conductive fracture* yang dominan berarah WNW-ESE. Sedangkan orientasi *strike* dari *resistive fracture* yang dominan WSW-ENE.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan analisa rekahan yang dilakukan menggunakan prinsip sifat resistivitas dan konduktivitas pada gambar data log FMI ditemukan bahwa pada sumur PC-1 terdapat 27 *conductive fracture* dan 39 *resistive fracture* sedangkan pada sumur PC-2 terdapat 40 *conductive fracture* dan 29 *resistive fracture*. 3. Pada sumur PC-1 memiliki orientasi *strike* dari *conductive fracture* berarah NNW-SSE, sedangkan orientasi *strike* dari *resistive fracture* dominan berarah NNW-SSE. Pada sumur PC-2 memiliki orientasi *strike* dari *conductive fracture* yang dominan berarah WNW-ESE, sedangkan orientasi *strike* dari *resistive fracture* yang dominan WSW-ENE.

Saran

Dibutuhkan integrasi dengan data lain seperti data *Dipmeter*, *Acoustic Image*, dan *LWD Image* sehingga menguatkan interpretasi rekahan. Oleh karena itu diperlukan analisa terintegrasi dengan data lain untuk memperkuat hasil interpretasi. Selain itu, penggunaan *software* yang sesuai akan menghasilkan data dengan kualitas lebih baik.

Kemudian, dibutuhkan analisa lebih detail untuk memperbaiki *workflow* yang telah dibuat sehingga dapat diajukan sebagai alur *processing* yang baku.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Teknik Geofisika ITS karena berkat bantuannya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bell, J. S. 1996. Petro Geoscience 1. IN SITU STRESSES IN SEDIMENTARY ROCKS (PART 1): MEASUREMENT TECHNIQUES. Geoscience Canada; 23- 2
- Grace, L.M, and Newberry, B.M. 1998. Geologic Application of Dipmeter and Borehole Electrical Images: Schlumberger Oil Service, Dallas.
- Paradigm. 2015. Borehole Image Processing and Analysis for Geolog 7.1: Paradigm 2011.3
- Pringgoprawiro, H., (1983), Stratigrafi cekungan Jawa Timur Utara dan Paleogeografinya: sebuah pendekatan baru, Disertasi Doktor. ITB.
- P. Maass, W. Dieterich and F. Scheffler, AIP Conf. Proc. 832 (2006) 492.
- Saedi, G. 2010. Fracture analysis of Asmari reservoir in Lali oil field using the FMI image log: Mc.S. thesis. Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran
- Schlumberger. 1994. FMI Fullbore Formation MicroImager. Houston: Schlumberger Educational Services.
- Schlumberger. 2003. Using borehole imagery to reveal key reservoir features: In Reservoir Optimization Conference. Tehran, Iran
- S.D. Glazek and K.G. Wilson, Phys. Rev. D 57 (1998)3558.
- W.S. Lyon, Guide to Activation Analysis, 2nd ed., Van Nostrand Co. Inc., New York (1960) 33.
- Ye, S, Rabiller, P. 1998. Automated fracture detection on high resolution resistivity borehole imagery: In SPE annual technical conference and exhibition M.F. Collins and E. Kartini, Superionic Conduction in Silver Oxysalt-Silver Salt Glasses, Recent Research Development of Solid State Ionics Vol. I, S.G. Pandalay (Ed.), Transworld Research Network, India (2003) 167.