

**SKRIPSI**

**HUBUNGAN GEOMETRI URAT KUARSA DAN  
ZONA HANCURAN PADA BIDANG SESAR  
KAWASAN TAMAN NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN,  
KABUPATEN PESISIR BARAT, LAMPUNG**



Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknik (ST) pada Program Studi Teknik Geologi

Oleh:

Pahema Pratiwi Sari Purba  
NIM. 03071381520026

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
DESEMBER, 2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Hubungan Geometri Urat Kuarsa Dan Zona Hancuran Pada Bidang Sesar Kawasan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung
  
2. Biodata Peneliti
  - a. Nama lengkap : Pahema Pratiwi Sari Purba
  - b. Jenis kelamin : Perempuan
  - c. NIM : 03071381520026
  - d. Alamat rumah : Jalan Srijaya Negara . Lorong Hasanah. rw.9 rt 28 Kos ijo buk joko. Bukit besar, Palembang
  - e. Telepon/hp/faks/e-mail : Pahema02@gmail.com
3. Nama Penguji I : Dr. Budhi Kuswan Susilo, S. T., M.T. (.....)
4. Nama Penguji II : Stevanus Nalendra Jati, S. T., M. T. (.....)
5. Nama Penguji III : M. Malik Ibrahim, S. Si., M. Eng. (.....)
6. Jangka Waktu Penelitian
  - a. Persetujuan lapangan : 10 April 2019
  - b. Sidang sarjana : 7 Desember 2019
7. Pendanaan :
  - a. Sumber dana : mandiri
  - b. Besar dana : Rp 4.062.100

**Mengetahui**

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Endang Wiwik DH., M.Sc.

NIP 195902051988032002

Palembang, Desember 2019

**Menyetujui**

Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc.

NIP 195812261988111001

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena oleh berkat dan kasihNya saya dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai waktu yang ditentukan. Saya juga mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc yang telah memotivasi, selalu meluangkan waktu untuk berbagi ilmu kepada saya, serta membimbing saya dengan penuh kesabaran dalam pelaksanaan pemetaan geologi hingga penyusunan skripsi.

Dalam penyusunan skripsi ini, saya telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ketua Program Studi Teknik Geologi (PSTG) Universitas Sriwijaya sekaligus Dosen Pembimbing Akademik Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, M.Sc yang telah memfasilitasi dan memotivasi saya dalam menyelesaikan kegiatan pemetaan geologi hingga penyusunan skripsi.
2. Staff dosen PSTG Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat dan luar biasa hingga penulis bisa sampai di tahap ini.
3. Kedua orang tua tercinta Bapak Drs. Salamat Purba, M.Pd. dan Mama Roida Rajagukguk, S. Pd. , abang, eda, kakak, Icel,paro dan dedek michael yang selalu setia memberikan dukungan , doa serta senyuman sebagai semangat bagi penulis.
4. Padel Mohammad, Lastri Meiliska Harahap, Belsyah Nofriyan, Bevani Meydi ,Lara Sakinatul Hasana, Reyhan Mozi, dan M. Shiddiq sebagai teman seperjuangan satu pembimbing yang telah melewati suka duka bersama dalam melewati pengumpulan data sampai penyusunan Laporan Pemetaan Geologi hingga penyusunan Skripsi.
5. Kepala desa dan penduduk Desa Sedayu yang telah dengan senang hati menerima dan membantu selama proses pengumpulan data serta mitra Polhut yang menemani selama proses di lapangan
6. Nanong's *squad* ; Yeyek, Tio, Inda,Syl,Pani, Iren,Kiyah, Jingga dan Ika yang selalu setia mendengarkan dan memberikan dukungan kepada penulis. Wakanda ; Padel, Hakim, Kak Fadlan, Rafly, Fadli dan sisipan Anju yang selalu bertengkar untuk menghibur penulis. Serta Fasha, Boka, Yosu,Yonash dan Minek sebagai penambah semangat penulis. Dan Sepri yang telah menjadi saudara sejak pertama di Palembang.
7. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknik Geologi (HMTG) "SRIWIJAYA"

Semoga laporan ini dapat membantu saya maupun orang yang membacanya dalam melakukan kegiatan geologi lapangan. Mohon maaf apabila terdapat penulisan kata yang kurang berkenan. Saya ucapkan terima kasih.

Palembang, Desember 2019  
Penulis,

Pahema Pratiwi Sari Purba

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh pihak lain untuk mendapatkan karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta di proses sesuai dengan peraturan yang berlaku ( UU No.20 Tahun 2003 Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Indralava, November 2019



ratiwi Sari Purba

03071381520026



## ABSTRAK

Penelitian terhadap geometri dan tipe urat kuarsa telah dilakukan di Kawasan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan pada aliran Sungai Pemerian, Kabupaten Pesisir Barat, Provinsi Lampung dengan melakukan observasi pada singkapan batuan andesit Formasi Hulusimpang. Pengamatan lapangan difokuskan pada pengukuran arah (*trend*) urat kuarsa. Hasil pengukuran dianalisis untuk mendapatkan pola umum urat kuarsa sehingga diketahui orientasi perkembangannya. Urat kuarsa yang berkembang pada daerah penelitian memiliki tipe *extensional fracture* dengan geometri yang ditemui semakin kearah Timur daerah penelitian semakin berkembang. Terdapat geometri *isolated*, *abutting*, *cutting*, dan *mutually cutting*. Urat kuarsa yang berkembang pada daerah penelitian berarah relatif Utara-Selatan. Keberadaan *fracture* merupakan indikasi dari keberadaan suatu sesar dan jejak deformasi yang terjadi pada suatu daerah. Dengan bantuan urat kuarsa yang terdapat pada daerah penelitian, maka didapat bahwa daerah penelitian berada pada zona hancuran pada bidang sesar. Setelah dilakukan analisis terhadap geometri dan tipe pada urat kuarsa maka didapat hasil bahwa geometri tersebut dapat membantu penentuan zona hancuran pada bidang sesar. Sebagaimana telah disebutkan bahwa urat dapat mengindikasikan keberadaan suatu sesar.

**Kata kunci :** Urat Kuarsa, Geometri, *Extensional*, zona hancuran, Pesisir Barat

## ABSTRACT

*Research of geometry and quartz vein type conducted in Southern part of Bukit Barisan National Park on the Pemerian River, Pesisir Barat Regency, Lampung Province, through observation on the andesite outcrops of Hulusimpang Formation. The field investigation focused on the measurement of trend on quartz vein, and analyzed to get the general pattern and direction of force that responsible for structure development in the research area. Quartz veins that develop in the research area have an extensional fracture type with geometry that is found increasingly towards the Eastern part of research area. There are isolated, abutting, cutting, and mutual cutting geometries. Quartz veins that develop in the research area are relatively North-South trending. The existence of fractures are indicated the existence of fault and traces of deformation that occurs in some area. Within the help of quartz veins found in the research area, indicated that the research area in the fault damage zone area. The result of geometry and quartz vein type analysis are used to identified damage zone in the fault plane. As already mentioned that veins can indicate the presence of fault.*

**Keywords:** Quartz Vein, Geometry, *Extensional*, Damage Zone, Pesisir Barat Regency

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORSINALITAS .....	iv
ABSTRAK dan <i>ABSTRACT</i> .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	1
1.3 Rumusan Masalah .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Ketersampaian Daerah .....	2
BAB II URAT KUARSA DAN ZONA HANCURAN	
2.1 Pengertian Rekahan.....	4
2.2 Zona Hancuran pada Bidang Sesar ( <i>fault damage zone</i> ) .....	6
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Studi Pendahuluan.....	10
3.1.1 Studi Pustaka .....	10
3.1.2 Pengindraan Jauh.....	10
3.2 Observasi Lapangan .....	10
3.3 Analisis Studio .....	10
3.3.1 Analisis Laboratorium .....	12
3.3.2 Pemodelan dan Analisis Data Struktur.....	12
3.3.3 Pembuatan Peta .....	15
3.4 Pembuatan Laporan.....	15

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Geologi Lokal.....	16
4.2 Hasil .....	22
4.2.1 Analisis Geometri, Tipe dan orientasi Urat Kuarsa .....	23
4.2 Pembahasan .....	28
BAB V KESIMPULAN .....	34
DAFTAR PUSTAKA .....	xiii
LAMPIRAN .....	35

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Klasifikasi zona hancuran pada bidang Sesar menurut Peacock dan Sanderson (2018).....	8
Tabel 4.1 Hasil analisis terhadap geometri urat kuarsa .....	28



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta lokasi daerah penelitian.....	2
Gambar 2.1 Orientasi jenis <i>fracture</i> terhadap konsep arah gaya.....	4
Gambar 2.2 Menunjukkan pembagian <i>fracture</i> berdasarkan hubungan bukaannya terhadap pergerakan batuan.....	5
Gambar 2.3 Tipe dan Geometri <i>fracture</i> .....	6
Gambar 2.4 Diagram skema lokasi zona hancuran disekitar patahan <i>strike slip</i> .....	7
Gambar 2.5 Skema yang menunjukkan <i>fracture</i> pada zona hancuran bidang patahan ..	7
Gambar 2.6 Skema yang menggambarkan zona hancuran di sekitar patahan.....	8
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.....	10
Gambar 3.2 <i>Hillshade</i> dengan <i>sun azimuth</i> .....	12
Gambar 3.3 Klasifikasi IUGS (1991) untuk batuan andesit .....	13
Gambar 3.4 Klasifikasi Penamaan Sesar .....	14
Gambar 4.1 Daerah telitian yang terletak pada geomorfologi daerah Sukaraja dan sekitarnya, Kabupaten Tanggamus, Lampung .....	16
Gambar 4.2 Kolom Stratigrafi daerah penelitian tanpa skala.....	17
Gambar 4.3 Kenampakan megaskopis batuan andesit Formasi Hulusimpang yang menunjukkan keterdapatn urat kuarsa pada aliran sungan pemerian dengan azimuth foto N098°E (Lp 5) .....	17
Gambar 4.4 Daerah telitian yang terletak pada Peta Geologi daerah Sukaraja dan sekitarnya, Kabupaten Tanggamus, Lampung .....	18
Gambar 4.5 <i>Shear fracture</i> yang menunjukkan geometri <i>cross-cutting</i> , membentuk sudut 23°-85° berarah umum N 050° E/80° dengan N 300° E/80°, <i>abutting</i> yang bersudut 20°-90° dan <i>isolated</i> dengan azimuth foto N 13° E.....	19
Gambar 4.6 Hasil analisis kekar kerap A) <i>contouring</i> pada data <i>shear joint</i> pada polar net, B) analisis kekar pada Wulf net.....	20
Gambar 4.7 Bukti pendukung kenampakan sesar pada Lp 7 (a)bidang sesar dengan kedudukan N 010° E/80°, <i>displacement</i> 25 cm dengan keterdapatn <i>veinlet</i> <i>veinlet</i> yang <i>crosscut</i> (b) <i>extension fracture</i> N 300° E-N 310° E pada Formasi Hulusimpang yang ditemukan di Sungai Pemerian dengan azimuth foto N 300° E dan terdapat struktur penyerta berupa <i>boudins</i> .....	21
Gambar 4.8 Hasil analisis Sesar Kerap 2 yang termasuk dalam <i>Strike-Slip Dominated Vertical Fault</i> .....	22

Gambar 4.9 Interpretasi <i>lineament</i> dari data DEMNAS dengan arah umum <i>lineament</i> N 086° E.....	22
Gambar 4.10 Kenampakan sayatan petrografi menunjukkan perkembangan urat kuarsa yang ditemukan di aliran sungai Pemerian (LP5).....	23
Gambar 4.11 Hasil analisis orientasi arah pada urat kuarsa yang berkembang pada daerah penelitian yang digambarkan dengan diagram rose .....	24
Gambar 4.12 Analisis terhadap geometri dan tipe pada urat kuarsa LP 1 dengan azimuth foto N350°E(a), LP 3 yang memiliki azimuth foto berarah N352°E (b) dan LP 9 dengan azimuth foto N280°E (c) yang ditemukan pada Sungai Pemerian. Dengan hasil yang menunjukkan geometri <i>isolated</i> .....	25
Gambar 4.13 Analisis terhadap geometri dan tipe pada urat kuarsa LP 2 dengan azimuth foto N352°E (a), LP 4 yang memiliki azimuth foto berarah N356°E (b) dan LP 5 dengan azimuth foto berarah N283°E (c) yang ditemukan pada Sungai Pemerian. Dengan hasil yang menunjukkan geometri <i>isolated</i> dan <i>abutting</i> .....	26
Gambar 4.14 Analisis terhadap geometri dan tipe pada urat kuarsa LP 8 memiliki azimuth foto berarah N010°E (a), LP 10 dengan azimuth foto berarah N100°E (b) dan LP 11 dengan azimuth foto N280°E (c) yang ditemukan pada Sungai Pemerian. Dengan hasil yang menunjukkan geometri <i>cutting</i> dan <i>mutualy cutting</i> .....	27
Gambar 4.15 Analisis terhadap geometri dan tipe pada urat kuarsa LP 6 dengan azimuth foto berarah N280°E (a), LP 7 memiliki azimuth foto berarah N095°E (b) dan LP 12 dengan azimuth foto berarah N010°E (c) yang ditemukan pada Sungai Pemerian. Dengan hasil yang menunjukkan geometri <i>abutting</i> , <i>cutting</i> dan <i>mutualy cutting</i> .....	28
Gambar 4.16 Menunjukkan ketersediaan <i>vein</i> yang terpotong akibat pensesaran pada LP 4 (a) dan LP 5 (b) yang di tunjukkan dengan garis kuning.....	30
Gambar 4.17 Skema yang menunjukkan zona hancuran <i>Tip mode II</i> pada daerah penelitian.....	31
Gambar 4.18 Skema <i>structure setting</i> pada <i>wrench fault system</i> .....	31
Gambar 4.19 Hasil analisis kekar kerap A) <i>contouring</i> pada data <i>shear joint</i> pada polar net, B) analisis kekar pada Wulf net.....	32
Gambar 4.20 Diagram blok yang menunjukkan pembentukan <i>fracture</i> terhadap arah datang gaya ( <i>principal stress</i> ).....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Tabulasi Data

Lampiran B Peta Lintasan dan Lokasi Pengamatan Urat Kuarsa Kawasan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan

Lampiran C Peta Lokasi Urat Kuarsa dan Struktur Geologi Kawasan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan

Lampiran D Tabulasi *Data Shear*

# BAB I

## PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian, maksud dan tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan penelitian dan lokasi kesampaian daerah penelitian. Latar belakang penelitian memuat tentang hasil penelitian terdahulu dan penjelasan peristiwa yang diamati sehingga menarik perhatian peneliti untuk dijadikan alasan mengapa dilakukannya penelitian. Maksud dan tujuan menguraikan apa yang akan dicapai dalam penelitian. Rumusan masalah dan batasan masalah yang dijadikan pedoman dalam pembahasan pola sebaran urat kuarsa pada daerah penelitian. Lokasi penelitian memaparkan tentang lokasi, letak dan kondisi geografis, letak administratif daerah penelitian dan kesampaian lokasi penelitian.

### 1.1 Latar Belakang

Secara geografis daerah penelitian berada pada Kawasan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS), Kabupaten Pesisir Barat, Provinsi Lampung. Daerah penelitian yang tersusun atas Formasi Hulusimpang (Tomh) yang berumur Oligosen Akhir-Miosen Awal dan Satuan Batuan Terobosan (Tmgr) yang berumur Miosen Awal-Miosen Tengah (Amin dkk., 1994; Yulihanto dkk., 1995). Amin dkk. (1994) menjelaskan bahwa pada Formasi Hulusimpang ditemukan urat kuarsa (*quartz vein*) yang berkembang pada batuan andesit di Sungai Pemerian. Hal ini yang menjadi faktor pendukung untuk dilakukan studi mengenai perkembangan urat kuarsa.

Urat memiliki keterkaitan secara erat dengan rekahan (*fracture*), dimana mineral berkembang di dalam *fracture*. *Fracture* biasa digunakan dalam istilah geologi yang dapat diartikan sebagai sesar (*fault*), *joint*, dan *vein*, dimana *fracture* dapat terbentuk pada deformasi tunggal atau dapat terbentuk bersamaan dengan fase deformasi yang berbeda (Peacock dan Sanderson, 2018). Oleh karena itu dibutuhkan observasi yang lebih detail untuk menunjukkan perkembangan *fracture* pada daerah penelitian

### 1.2 Maksud dan Tujuan

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data geologi permukaan yang kemudian dapat digunakan untuk menjelaskan hubungan antara geometri urat kuarsa terhadap deformasi di sekitar zona hancuran bidang sesar (*fault damage zone*) yang berkembang pada daerah penelitian dengan tujuan sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi geometri, tipe dan orientasi urat kuarsa yang berkembang pada daerah penelitian.
2. Menganalisis zona hancuran pada bidang sesar (*fault damage zone*) yang berkembang pada daerah penelitian.
3. Menginterpretasi hubungan antara urat kuarsa yang ditemukan pada daerah penelitian terhadap zona hancuran pada bidang sesar.

### 1.3 Rumusan Masalah

Dalam merekonstruksi keadaan hubungan antara geometri urat kuarsa terhadap deformasi disekitar zona hancuran bidang sesar (*fault damage zone*) pada luas wilayah 5 km x 5 km dengan skala 1: 10.000. Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini, yaitu:

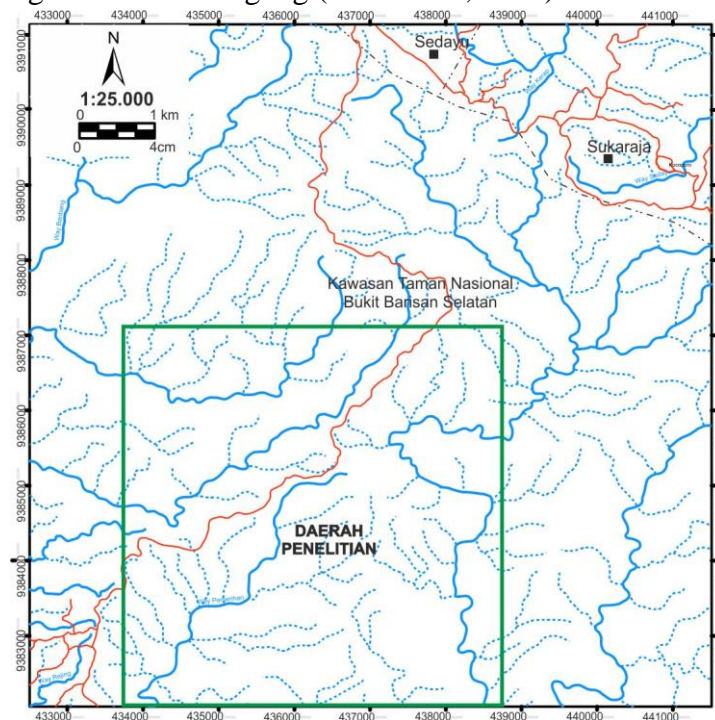
1. Bagaimana geometri, tipe dan orientasi urat kuarsa yang berkembang pada daerah penelitian ?
2. Apa saja zona hancuran pada bidang sesar (*fault damage zone*) yang berkembang pada daerah penelitian?
3. Bagaimana hubungan antara pola urat kuarsa yang ditemukan pada daerah penelitian terhadap zona hancuran pada bidang sesar ?

### 1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan batasan masalah berupa identifikasi pada urat kuarsa yang berkembang pada daerah penelitian berupa analisis pada geometri dan tipe. Dimana keberadaan urat kuarsa dapat membantu dalam penentuan zona hancuran pada bidang sesar. Kemudian kedua analisis tersebut dihubungkan untuk mengetahui hubungan atau keterkaitan antara geometri dan tipe urat kuarsa terhadap *fault damage zone* yang terbentuk di daerah penelitian.

### 1.5 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Penelitian ini berada pada Kawasan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, Kabupaten Pesisir Barat, Lampung yang mana terdapat pada Sungai Pemerian. Daerah penelitian ini terletak pada bagian Selatan daerah pemetaan geologi (Gambar 1). Secara geografis terletak di 48 M 433655 9387215 dan 48 M 438684 9382181 yang masuk ke dalam Peta Geologi Lembar Kotaagung (Amin dkk., 1993).



Gambar 1 Peta lokasi daerah penelitian



Daerah penelitian jika ditempuh dari ibukota Kabupaten Pesisir Barat sejauh 133 Km atau dalam waktu selama dua jam 36 menit melalui darat menggunakan transportasi mobil. Jarak dari Bandar Lampung, sejauh 139 Km atau dalam waktu tiga jam 52 menit ditempuh melalui darat dengan transportasi mobil. Jarak dari Palembang, sejauh 492 Km atau dalam waktu sekitar sembilan jam 47 menit atau 45 menit bila di tempuh melalui jalur udara via Bandar Lampung kemudian via jalur darat selama tiga jam 52 menit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, T.C, Sidarto, S.Santosa, & W.Gunawan., (1994). *Geologi Lembar Kota Agung. Sumatera: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.*
- Amir, M. S. I. I., (2014). *Delineation and cross-section extraction from DEM.* 19th Australasian Fluid Mechanics Conference
- Bons, P.D., Elburg, M.A. & Gomez-Rives, E., (2012). *A review of the formation of tectonic veins and their microstructures.* Journal of Structural Geology 43, 33-62.
- Corbett, G. J & T. M. Leach. (1997). *Structure, alteration and mineralization.* Short course manual: Southwest Pacific rim gold-copper systems.
- Endyana, C., Hendrawan., Sukiyah, E., Dharmawan, I. A. & Helmi, F., (2015). *Fracture pattern controlled groundwater flow in volcanic system case study in Cilerang, West Java, Indonesia.* The 3rd International Seminar on Chemistry, vol.3
- Fletcher, R.C. & Pollard, D.D., (1981). *Anticrack model for pressure solution surfaces.* Geology 9, 419-424.
- Fossen, H., (2010). *Structural Geology.* NewYork: Cambridge University Press.
- Hugget, R. J., (2017). *Fundamentals of Geomorphology (Fourth Edition)* . London: Routledge
- Kim, Y.S., Peacock, D.C.P. & Sanderson, D.J., (2004). *Fault damage zones.* Journal of Structural 568 Geology 26, 503-517.
- Le Bas. M. J & Streckeisen. A.L.A.L., (1991). *The IUGS Systematic of Igneous Rocks.* Journal of the Geological Society, London, Vol. 148, 1991, pp. 825-833.
- Purba, P. P. S., (2019). *Geologi Daerah Sukaraja dan Sekitarnya, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung.* Program Studi Teknik Geologi
- Peacock, D. C. P., & Sanderson, D. J., (2018). *Structural Analyses and Fracture Network Characterisation: Seven Pillar of Wisdom.* Journal of Structural Geology.
- Pulunggono, A., Haryo, A., & Kosuma, C.G., (1992). *Pre-Tertiary and Tertiary fault systems as a framework of the South Sumatra Basin : a study of SAR-maps, Jakarta:* Proceedings Indonesian Petroleum Association 21st Annual Convention
- Sanderson, D.J. & Nixon, C.W., (2015). *The Use Of Topology In Fracture Network Characterization.* Journal of Structural Geology 72, 55-66.
- Scholz, C.H., (2002). *The Mechanics of Earthquakes and Faulting, second ed.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Sieh,Kerry & Danny Natawidjaja. (2000). *Neotectonics of the Sumatran faults,Indonesia.* Journal of Geophysical Research.Vol. 105,No B12, Pages 28,295-28,326

- Widyamanti, Wirasatuti, Ikhsan Wicaksono & Prima Dinta Rahma Syam., (2016). *Identification Of Topographic Elements Composition Based On Landform Boundaries From Radar Interferometry Segmentation (Preliminary Study On Digital Landform Mapping)*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science
- Willemse, Emanuel J.M & Pollard, David D., (1998). *On the orientation and patterns of wing cracks and solution surfaces at the tips of a sliding flaw or fault*. Journal Of Geophysical Research, Vol. 103, No. B2, Pages 2427-2438.
- Xiong, L., Tang, G., Yan, S., Zhu, S. & Sun, Y., (2013). *Landform oriented flow rounding algorithm for the dual structure loess terrain based on digital elevation models*. China. Environ, Sci.Pol. 7, 79-86
- Yulihanto B., Siturnorang, B., Nunljajadi, A. & Sain, B., (1995). *Structural Analysis of the Onshore Bengkulu Fore arc Basin and its Implication for Future Hydrocarbon Exploration Activity*: Proceedings Indonesian Petroleum Association 24th Annual Convention: p.85-96.
- Zhang, Qiang, Rong-Qing Zhang, Jian-Feng Gao, Jian-Jun Lu & Jin-Wei Wu., (2018). *In-situ LA-ICP-MS trace elemental analyses of scheelite and wolframite: Constraints on the genesis of veinlet-disseminated and vein-type tungsten deposits, South China*: Ore Geology Reviews