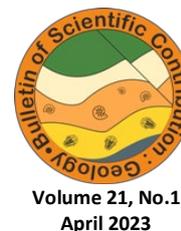




Bulletin of Scientific Contribution GEOLOGY

Fakultas Teknik Geologi
UNIVERSITAS PADJADJARAN

homepage: <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc>
p-ISSN: 1693-4873; e-ISSN: 2541-514X



LITOFACIES DAN PETROLOGI EVOLUSI BATUAN TURBIDIT DI SUMEDANG- MAJALENGKA JAWA BARAT

Budi Muljana

Laboratorium Stratigrafi-Fakultas Teknik Geologi-Universitas Padjadjaran
Korespondensi Email: budi.muljana@unpad.ac.id

ABSTRAK

Metode pengukuran litologi dan *point counting* pada setiap facies batuan turbidit yang tersingkap secara baik didaerah Sumedang- Majalengka, Jawa Barat adalah fokus utama dalam penelitian ini. Data singkapan dan analisis petrografi dilaboratorium merupakan data utama dalam penelitian ini. Terdapat enam litofacies yaitu A, B, C, D dan E. selanjutnya dikelompokkan menjadi lima asosiasi facies, yaitu EDC, DC, FC, CD dan BAC. Sumber batuan bersifat campuran yaitu dari Selatan yang didominasi oleh zona *magmatic-arc* dan dari utara barat yang didominasi oleh zona *recycled orogen (thrust-fault belt)*. Trend sedimentasi didominasi arah barat-utara ke timur-tenggara dan sebagian dari Selatan.

Kata kunci : Sumedang-Majalengka, Turbidit, *magmatic-arc*, *recycled orogen*, *thrust-fault belt*.

ABSTRACT

Measure section and point counting methods within turbidite-facies that good exposure in the Sumedang-Majalengka, West Java is the focus of this research. Outcrops data and petrographic analysis in the laboratory are the main data. There are six litofacies i.e. A, B, C, D, and E. Furthermore, the lithofacies was grouped into five association-facies, there are, EDC, DC, FC, CD, and BAC. Sediment source was characterized in two provenances, from magmatic-arc coming from NW and recycled orogen -thrust fault belt that dominated from NW to ESE and slightly from the south.

Keywords: Sumedang-Majalengka, Turbidite, *magmatic-arc*, *recycled orogen*, *thrust-fault belt*.

PENDAHULUAN

Batuan turbidit di daerah Sumedang-Majalengka, Jawa Barat termasuk kedalam Formasi Cinambo dan Formasi Halang. Batuan in tersingkap dengan baik sepanjang Sungai Cilutung di desa Cimaningtin bagian Selatan Kabupaten Majalengka. Secara vertikal batuan ini memperlihatkan karakteristik yang khas sebagai batuan hasil endapan turbidit. Perbedaan karakter batuan tentunya di tentukan oleh komposisi batuan yang berbeda juga.

Lokasi penelitian ini telah banyak dilakukan penelitian, seperti oleh van Bemmelen (1949) yang membagi menjadi beberapa satuan fisiografi. Daerah penelitian termasuk kedalam zona Bogor yang didominasi oleh batuan turbidit yang tersesarkan dan terlipatkan kuat. Martojojo (1984) dalam desertasinya mengklasifikasikan daerah penelitian termasuk kedalam cekungan Bogor bagian tengah. Muljana dan Watanabe (2012) telah melakukan penelitian mengenai komposisi batuan secara petrografi dan

geokimia. Penelitian ini difokuskan pada batuan turbidit dengan melihat model facies dan asosiasi facies yang diintegarsikan dengan komposisi batuanya. Tujuan utama dari penelitian adalah mengdefinisikan perubahan facies yang sangat dipengaruhi oleh perubahan komposisi batuanya. Selajutnya dapat diasumsikan bahwa perubahan facies dan komposisi batuan sangat dipengaruhi oleh factor eksternal seperti tektonik dan magmatisme (Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian).

GEOLOGI REGIONAL

Stratigrafi daerah penelitian menurut Djuhaeni dan Martodjojo, (1989) sebagai berikut,

1. Formasi Cisaar bercirikan batulempung menyerpih berwarna hijau keabu-abuan. Mengandung foraminifera kecil yang semakin keatas terdapat sisipan batupasir tufaan. Formasi ini sinonim dengan Formasi anggota atas (Djuri, 1995).

2. Formasi Cinambo tersusun dari batupasir gampingan, tuf, batulempung dan batulanau, batulempung, sisipan batugamping, batupasir gampingan, batupasir tufaan. Batuan penyusun Formasi Cinambo ini sebagai batuan tertua di daerah ini. Umur batuan berdasarkan kandungan fosil menunjukkan kala Miosen Tengah-Miosen Akhir (N14-N15).
3. Selaras di atas Formasi Cinambo ini diendapkan breksi bersifat andesitis sampai basaltis, tuf, konglomerat yang termasuk kedalam bagian dari Formasi Cantayan. Umur dari Formasi ini adalah Miosen Tengah sampai Miosen Akhir. (N16-N17) Sinonim dengan Formasi Halang Anggota Bawah menurut Djuri (1995). Batupasir tufaan Anggota Atas Formasi Halang setara dengan Formasi Bantarujeg yang diendapkan kala Miosen Atas-Pliosen (N17-N18).
4. Formasi Subang yang terdiri dari batulempung yang mengandung lapisan batugamping berumur Miosen Akhir.
5. Di atas Formasi Subang diendapkan Formasi Kaliwangu secara tidak selaras dan selanjutnya Formasi Citalang yang berumur Pliosen Tengah sampai Pliosen Akhir.
6. Breksi terlipat merupakan satuan batuan yang terendapkan di atas Formasi Kaliwangu dan unit-unit batuan diendapkan hasil vulkanisme gunungapi muda yang terjadi mulai dari Pliosen Akhir sampai Holosen.

Vulkanisme Tersier di Jawa Barat menurut Soeria- Atmadja dkk, (1994) dengan metode dating 40K-40Ar isotop kejadian magmatisme yang terjadi di pulau Jawa yang pada dasarnya dibagi menjadi 2 (dua) yaitu:

1. Jalur Magmatik Oligosen Akhir-Miosen Awal

Magmatisme Paleogen di Jawa Barat ditandai dengan terbentuknya Formasi Jampang dibagian selatan Jawa Barat. Berdasarkan dating 40K-40Ar isotop pada singkapan lava dan breksi laharik di bagian tenggara Jawa Barat maka umur absolut formasi ini adalah 25.0-28.0 Ma (Soeria- Atmadja dkk, 1994). Bemmelen (1949) menyebutnya distribusi batuan vulkanik di selatan Jawa Barat dengan *Old andesite Formation* dengan trend barat-timur. Dibagian utara Jawa Barat setara dengan Formasi Jatibarang.

2. Jalur Magmatik Tersier Akhir

Menggunakan metode yang sama untuk jalur magmatik Tersier Akhir (Neogen) data diambil dibagian barat laut Bandung Jawa Barat pada Komplek vulkanik Sanggabuana, vulkanik neck selatan Sanggabuana, lava

dome Jatiluhur. Berdasarkan data tersebut menunjukkan calc-alkaline basalt dan andesit. Kejadian magmatisme ini membentuk jalur yang sama dengan jalur magmatik Paleogen dengan posisinya relatif bergerak lebih ke utara. Pertamina (1988) melaporkan umur absolut berdasarkan K-Ar dari batuan calc-alkaline di curug Ciomas bagian barat laut Sanggabuana adalah 5.35 ± 0.15 Ma.

Selanjutnya magmatisme Kuartar membentuk kerucut-kerucut vulkanik yang tersebar di jalur yang berhimpit dengan jalur magmatik Neogen. Kedua model di atas berdasarkan Martodjojo (1984) dan Soeria Atmadja, dkk (1994), merupakan dasar pemikiran tektonik, stratigrafi dan magmatisme daerah penelitian.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian terbagi menjadi 2 pekerjaan yaitu :

1. Pengamatan lapangan dan Pengelompokan Facies

Pekerjaan data lapangan berupa pembuatan penampang vertikal terukur dengan metode *measure-section* pada 8 (delapan) lintasan yang mana lintasan sungai Cilutung sebagai referensi utama. Data yang diambil pada tahapan pekerjaan ini adalah berupa pengamatan urutan turbidite stage dari urutan endapan turbidite menurut Mutti dan Normark (1987) yang meliputi pengamatan jenis batuan, sifat tekstural batuan dan struktur sedimen, tebal setiap jenis batuan, pola perulangan dan ketebalan batuan secara vertikal, dan batas antar *turbidite stage*. Kedelapan lintasan tersebut dibuat dalam *lithologic log* dari urutan *turbidite sub-stage*, *turbidite stage* yang selanjutnya dapat di kelompokkan menjadi *turbidite system* dalam skala daerah penelitian.

Data lapangan yang didapatkan berdasarkan pada 64 stasiun pengamatan, 23 sampel batuan untuk analisis petrografi dan provenance, 17 sampel untuk analisis paleontologi dan 8 lintasan hasil *measure section* yang terdiri dari 4 lintasan dibagian selatan dan 4 lintasan dibagian utara berdasarkan pembagian interpretasi sumbu lipatan antiklin, lintasan-lintasan tersebut (tabel dan peta lintasan kerja dapat dilihat pada lampiran) :

1. Lintasan 1 sungai Cijaweu ;
2. Lintasan 2 sungai Cilutung dibagian selatan sumbu antiklin ;
3. Lintasan 3 kearah muara sungai Cikuya ;
4. Lintasan 4, bagian timur sungai Cikuya ;
5. Lintasan 5, sungai Citayeum Kidul ;
6. Lintasan 6, sungai Cisuusuleuheun kearah utara ;

7. Lintasan 7, sungai Cilutung bagian utara sumbu antiklin ;
8. Lintasan 8, anak sungai Cilutung dibagian barat desa Buniasih.

Sebagai referensi utama kolom stratigrafi adalah lintasan 2 pada segmen selatan sungai Cilutung yang berarah utara-selatan dimana batuan tersingkap secara baik dan relatif utuh mulai dari desa Kadus dibagian selatan sampai utara desa Buniasih kearah Majalengka.

2. Distribusi facies

Dalam menggambarkan distribusi lateral dilakukan dua tahap pengerjaan yaitu :

- a. Pembuatan diagram pagar yaitu membuat "korelasi" antar lintasan geologi. Secara definisi pengertian korelasi dalam Sandi Stratigrafi Indonesia (1996), adalah penghubungan titik-titik kesamaan waktu, atau penghubungan satuan-satuan stratigrafi dengan mempertimbangkan kesamaan waktu. Dalam penelitian ini pekerjaan "korelasi" diartikan adalah penarikan titik-titik kesamaan berdasarkan pada batas atas ataupun bawah dari setiap asosiasi facies/ *turbidite stage*.
- b. Pemetaan dengan peta yang dihasilkan adalah peta isopach berdasarkan data ketebalan dari setiap asosiasi facies/turbidite stage yang sama pada setiap lintasan geologi yang dipadukan dengan data arus purba sehingga didapatkan arah sedimentasi dan gambaran geometri sedimen.

3. Analisis Petrografi

Pada setiap asosiasi facies/ turbidite stage dilakukan juga pengambilan sampel batuan untuk analisis petrografi dan analisis paleontologi. Data petrografi sebagai dukungan interpretasi untuk jenis batuan secara mikroskopis dan provenance.

4. Integrasi

Variasi vertikal komposisi batupasir dibagi berdasarkan facies asosiasi dari batuan turbidit di lokasi penelitian.

HASIL DAN DISKUSI

Pekerjaan lapangan dilakukan observasi singkapan batuan dengan mengelompokkan litofacies berdasarkan jenis batuan, deskripsi dan tekstur batuan dan struktur sedimen. Selanjutnya penafsiran asosiasi facies berdasarkan data tipe perlapisan dan urutan vertikal batuan.

Berdasarkan pengelompokan litofacies yang berkembang didaerah penelitian menurut Mutti dan Ricci Lucchi (1972) adalah :

1. Litofacies A

Litofacies A dicirikan dengan batupasir-konglomerat, tersingkap sebagai satu *individual bed*. Fragmen batuan yang tersebar dalam suatu matrik ukuran pasir menengah sampai kasar yang bersifat karbonatan.

Distribusi fragmen batuan bersifat *graded stratified* dengan kontak tegas dan sebagian mengerosi (*basal deposit*) dibagian bawah perlapisan. Memiliki sortasi yang buruk dan bersifat *unorganized*. Secara umum litofacies ini menunjukkan pola penipisan kearah atas. Ketebalan lapisan ini berkisar $\pm 1-1,5$ m yang tidak merata secara lateral. Fragmen batuan berukuran batupasir kasar sampai bongkah terdiri dari fragmen andesit (AF), fragmen batulempung (CF) dan fragmen batupasir kasar (SF). Fragmen batuan ini secara umum berbentuk membundar tanggung sampai menyudut tanggung. Arah sumbu panjang fragmen batuan relatif memotong arah jurus perlapisan batuan yaitu $N 98^{\circ}E/57^{\circ}$.

Interpretasi transportasi dan terendapkan sedimen facies A melalui *debris flow*. Sedimen tersebut ditransportasikan dan tersebar secara cepat dan pada kondisi kehilangan energi sedimen akan terendapkan. Berdasarkan hal tersebut dan karakter tekstural facies A mengindikasikan bahwa jarak transportasi sedimen tidak terlalu jauh. Distribusi lateral dari facies A ini menunjukkan pola yang bervariasi artinya kadang menunjukkan sebaran yang berarti tapi seringkali hanya setempat (Gambar 2).

2. Litofacies B

Litofacies B dicirikan sebagai batupasir masif sebagai satu *individual bed*. Tidak ditemukannya perselingan (*interbed*) didalamnya. Pola sebaran fragmen batuan cenderung terorganisasi dengan baik. Umumnya tersusun dari batupasir berwarna abu-abu kekuningan berukuran butir halus sampai menengah dengan bentuk butir umumnya membundar. Pemilahan butiran relatif baik. Litofacies ini bersifat karbonatan dan ditemukan juga mineral *glaukonit*, kedua parameter ini menunjukkan sedimen diendapkan dalam lingkungan *marine*.

Struktur sedimen yang ditemukan adalah *graded bedding* dan *rip-up mud clast* dengan memperlihatkan karakter *tractional carpets*. Pada bagian bawah bidang perlapisan berkembang struktur sedimen *flute cast*. Ketebalan lapisan ini berkisar $\pm 1,5 - 2$ m yang dibatasi oleh

bidang kontak yang tegas dan pada beberapa tempat menunjukkan sifat bidang erosional dibagian bawah lapisannya. Fragmen batulempung dan sebagian fragmen batubara yang tersebar secara acak pada bagian ini.

Interpretasi mekanisme transportasi dan sedimentasi dari facies B relatif hampir sama dengan facies A yang berbeda hanyalah ukuran butirnya. Facies B relatif lebih halus sehingga diasumsikan nilai viskositas yang lebih rendah dibandingkan dengan facies A (*debris flows*). *Turbidity current* sebagai tipe transportasi sedimen ini kadangkala diselingi oleh mekanisme traksi (*tractional carpets*) dibagian dasar sebagai akibat pengenceran kembali dari fluida. Terdapatnya mineral *glaukonit* yang bersifat *marine* sebagai *authigenic mineral* dan fragmen batubara (sebagai tipe batuan *terrestrial*) secara bersamaan (Gambar 3 dan gambar 4).

3. Litofacies C

Litofacies C dicirikan dengan perlapisan batupasir berwarna abu-abu kekuningan berbutir halus sampai menengah sebagian terdapat mineral glaukonit. Umumnya memperlihatkan urutan T_{a-b-c} dari siklus Bouma. Ketebalan bervariasi mulai dari 20 cm sampai 60 cm. Pola sebaran fragmen batuan menunjukkan cenderung terorganisasi dengan baik. Berselingan dengan batulanau tipis-tipis dengan ketebalan berkisar $\pm 2-4$ cm berwarna abu-abu kekuningan dan batulempung menyerpih berwarna abu-abu kehitaman. Secara garis besar urutan vertikal unit batuan ini menunjukkan pola penghalusan dan penipisan kearah atas (*fining-upward* dan *thinning-upward*). Secara kimiawi litofacies ini bersifat karbonatan. Kontak tegas antar unit ini umumnya membentuk karakter erosional. Kadang ditemukan *internal slumping* yaitu geometri *slump* pada perlapisan. Struktur sedimen yang berkembang pada facies C ini adalah *graded bedding*, *parallel lamination* dan *convolute* sebagai urutan siklus Bouma (T_{a-b-c}), kadang ditemukan *rip-up mud clast* dan di bagian dasar perlapisan terdapat struktur sedimen *flute-cast*. Karakter facies C dapat dilihat pada gambar 5 diatas.

Interpretasi mekanisme transportasi dan sedimentasi dari facies C sebagai hasil dari *turbidity current* (*Newtonian rheology*) atau sering juga disebut sebagai *classical turbidity current* yang di jelaskan oleh Kuenen dan Migliorini

(1950). Urutan siklus Bouma (T_{a-b-c}), sebagai *lower grade lamination* terendapkan secara berulang yang kadang diakhiri dengan *parallel lamination* (T_d) dari siklus Bouma sebagai *upper grade*. Hal tersebut menandakan bahwa sedimentasi terjadi perulangan yang tidak utuh dari siklus Bouma menandakan sedimentasi terjadi dengan cepat (Gambar 5 dan gambar 6).

4. Litofacies D

Litofacies D dicirikan dengan perselingan tipis batupasir berbutir halus sampai ukuran lanau berwarna abu-abu kekuningan dengan batulempung menyerpih yang mempunyai ketebalan bervariasi. Pola penyebaran butiran fragmen menunjukkan *organized* dari ukuran batupasir halus. Struktur sedimen yang berkembang didominasi oleh unit T_b-T_c dari *Bouma sequence*. Kontak antar faciesnya menunjukkan sifat tegas dan rasio ketebalan *sand/shale* rendah dengan pola urutan vertikal yang tidak jelas. Sifat gerusan pada bagian bawah bidang perlapisan litofacies D ini jarang ditemukan.

Interpretasi mekanisme transportasi facies D menunjukkan *turbidity current* dengan kecepatan yang relatif rendah. Pada bagian bawah perlapisan batupasir halus sampai lanau terlihat sifat *traksional* sebagai akibat proses pengenceran kembali sehingga menunjukkan imbrikasi butiran kasar (*tractional carpets*). Pada interval ini sedimen diendapkan secara perlahan dalam kondisi lingkungan yang relatif lebih tenang (Gambar 7).

5. Litofacies E

Litofacies ini dicirikan dengan perselingan tipis-tipis batupasir berbutir sangat halus sampai lanauan tipis dengan batulempung menyerpih. Secara umum facies ini menunjukkan karakter singkapan yang relatif sama dengan facies D akan tetapi perbedaannya pada penipisan lapisan batupasir berbutir sangat halus terhadap batulempung menyerpih atau rasio *sand/shale* yang rendah. Pola penyebaran butiran fragmen menunjukkan *organized* dari ukuran butir lempung. Interpretasi mekanisme transportasi facies E menunjukkan *turbidity current* dengan kecepatan yang relatif rendah atau dapat diasumsikan Facies E ini menunjukkan zona *basinal* (Gambar 8).

6. Litofacies F

Litofacies F dicirikan dengan *slump facies* terdiri dari batupasir berwarna abu-abu kekuningan berbutir halus sampai menengah kadang membentuk pola facies C (*fining-upward* dan *thinning-upward*) yang terlipat. Kadang ditemukan batupasir konglomerat dengan dominasi butiran berupa fragmen andesit, fragmen batupasir berbutir sedang, sebagian kecil fragmen batulempung yang tersebar pada matriks berukuran pasir sedang sampai kasar. Setiap unit batuan ini terlipat kuat dan sebagian terpotong dalam suatu matriks berukuran pasir sedang sampai lempungan. Interpretasi pembentukan facies F sebagai sedimen hasil transportasi *debris flow* ataupun *turbidity current* belum terkompaksi dan terendapkan pada suatu *slope* yang selanjutnya sedimen tersebut bergerak membentuk *slump* (Gambar 9).

Pengelompokan asosiasi facies berdasarkan *Facies succession* dengan memperhatikan perubahan dari parameter tekstural pada setiap unit batuan yang menyusun facies seperti perubahan besar butir, rasio *sand/shale*-nya dan struktur sedimen. Asosiasi facies disusun berdasarkan pada interpretasi urutan pembentukannya menurut klasifikasi Mutti dan Ricci Lucci (1972). Berdasarkan pola urutan asosiasi facies secara vertikal diinterpretasikan elemen pengendapannya (menurut Mutti dan Normark, 1991) untuk menggambarkan geometri dari interpretasi distribusi secara lateral. Pengelompokan diurutkan berdasarkan urutan awal pembentukan setiap asosiasi facies yang tertua sampai termuda dalam kerangka *superposisi*. Penentuan batas setiap asosiasi facies suatu lapisan batulempung, pola urutan vertikal dan didukung oleh data *trend* dari pengukuran arus purba.

a) Asosiasi facies EDC terdiri dari facies E, facies D dan facies C

Asosiasi facies ini merupakan unit paling bawah dari urutan asosiasi facies yang berkembang di daerah penelitian. Pada asosiasi facies EDC diawali dengan munculnya facies E dimana perbedaannya dengan facies E (gambar 8) dibawahnya adalah dari perbandingan *sand/shale*-nya. Pola umum dari urutan vertikal asosiasi facies ini menunjukkan penebalan kearah atas sebagai tipe elemen pengendapan *lobe* sedangkan dalam skala lokal (*internal*) elemen

pengendapan menunjukkan pola *channel*.

b) Asosiasi facies DC terdiri dari facies D dan facies C.

Asosiasi facies DC relatif masih menunjukkan pola penebalan kearah atas sebagai tipe *lobe* yang dalam skala lokal (*internal*) elemen pengendapan menunjukkan pola *channel*.

c) Asosiasi facies FC terdiri dari facies C yang berasosiasi dengan facies F.

Asosiasi facies FC ini menggambarkan elemen pengendapan tipe *channel* sampai *channel margin* sebagai suatu *collaps channel*. Pola urutan facies secara vertikal menunjukkan pola penghalusan dan penipisan kearah atas dalam skala lokal (*internal*) dan relatif mengkasar kearah atas dalam skala asosiasi facies. Facies F dianggap kedalam asosiasi facies FC ini berhubungan dengan penurunan muka air laut pada tahap awal pengendapannya.

d) Asosiasi facies CD terdiri dari facies C dan facies D.

Asosiasi facies CD ini menggambarkan elemen pengendapan tipe *channel* dengan pola urutan vertikal menunjukkan pola penghalusan dan penipisan kearah atas baik dalam skala asosiasi facies ataupun dalam skala lokal.

e) Asosiasi facies BAC terdiri dari facies B, facies A dan facies C

Asosiasi facies BAC ini menggambarkan elemen pengendapan tipe *channel axis* dari sistem *channel*. Pola urutan vertikal menunjukkan pola penghalusan dan penipisan kearah atas baik dalam skala asosiasi facies ataupun dalam skala lokal.

Secara garis besar urutan pengelompokan litofacies asosiasi facies serta pola perubahan tekstural digunakan kolom stratigrafi pada lintasan 2 segmen sungai Cilutung dapat dilihat pada gambar 10. Asosiasi facies ini dapat disetarakan dengan *turbidite substage* dari sistematika skala pengamatan pada endapan turbidit menurut Mutti dan Normark (1987).

Pada gambar 10 terdapat lima asosiasi facies/*turbidite substage* dimulai dari asosiasi facies EDC, DC, FC, CD dan BAC. Asosiasi facies/*turbidite substage* yaitu EDC, DC menyusun *turbidite stage* 1 dan asosiasi facies/*turbidite substage* FC, CD dan BAC membentuk *turbidite stage* 2. *Turbidite stage* 1 dan 2 membentuk suatu *Turbidite system* dari penyebaran facies turbidit di daerah penelitian.

Distribusi facies

Untuk menggambarkan distrusi asosiasi facies secara lateral maupun vertikal ditempuh dua tahap, yaitu :

1. Pembuatan diagram pagar dari masing-masing lintasan terukur

Diagram pagar pada dasarnya membuat "korelasi" antar lintasan geologi. Untuk melakukan hal tersebut kendala utama adalah menentukan *marker* yang dapat digunakan untuk menarik garis kesamaan waktu. Maka dari itu batas perubahan asosiasi facies dianggap terjadi pada waktu yang sama yang digunakan sebagai *marker* lokal. Hasil analisis pembuatan diagram pagar setiap *asosiasi facies/turbidite substage* berdasarkan gambar 11, maka

- a) *Asosiasi facies/turbidite substage* EDC pola urutan vertikal mengkasar ke arah atas dengan distribusi lateral menipis dibagian ke tenggara.
- b) *Asosiasi facies/turbidite substage* DC pola urutan vertikal mengkasar ke arah atas dengan distribusi lateral relatif ke arah selatan.
- c) *Asosiasi facies/turbidite substage* FC pola urutan vertikal menghalus ke arah atas dengan distribusi lateral menebal ke arah selatan.
- d) *Asosiasi facies/turbidite substage* CD pola urutan vertikal menghalus ke arah atas dengan distribusi lateral menebal relatif ke selatan.
- e) *Asosiasi facies/turbidite substage* BAC pola urutan vertikal menghalus ke arah atas dengan distribusi lateral menebal ke arah selatan.

Terlihat di diagram pagar pada gambar 11. Dalam melakukan konturing disamping mempertimbangkan data ketebalan yang diperoleh dengan cara seperti diuraikan sebelumnya juga di gabungkan dengan data arus purba yang terdapat pada masing-masing asosiasi facies. Gambar 12 s/d 16. memberikan contoh bagaimana konturing dilakukan dengan menggunakan data ketebalan dan data arus purba yang umumnya berupa struktur sedimen *flute-cast*.

Struktur sedimen *flute cast* di daerah penelitian menurut klasifikasi Dulzynski dan Walton (1965) ditemukan dalam bentuk *elongated* secara berkoloni pada bidang dasar pelapisan batuan. Hal tersebut diinterpretasikan bahwa pada saat sedimen ditransportasikan menggerus bidang bawah sebagai proses erosional membentuk alur-alur kecil akibat dari mekanisme arus turbidit (Middleton, 1973). Data struktur sedimen *flute cast* pada bagian bawah singkapan

batupasir yang umumnya diambil pada facies C menurut Mutti dan Ricci Lucci (1972).

Berdasarkan gambar 12 s/d 16 hasil pemetaan peta *isopach* memperlihatkan pola sedimentasi yang diurut mulai dari yang terbawah sampai teratas, adalah

1. **Asosiasi facies/turbidite-stage EDC**, membentuk suatu geometri *lobe* dan pola ketebalan tubuh batuan sedimen mempunyai arah barat laut ke tenggara. Hal ini mengindikasikan bahwa geometri cekungan pada waktu pengendapan interval ini secara garis besar berarah barat laut ke tenggara.

Pengukuran arah arus purba berupa *flute-cast* pada *asosiasi facies/turbidite-stage* EDC dijumpai pada tiga lokasi yaitu

- a. lintasan 2, stasiun pengamatan 6 menunjukkan arah N 120° E dan stasiun pengamatan 18 menunjukkan arah N 118° E
 - lintasan 6 stasiun pengamatan 10 menunjukkan arah N 125° E.
- Berdasarkan pola ini terlihat bahwa sumber sedimen berasal dari barat laut dan pengendapan ke arah tenggara.

2. **Asosiasi facies/turbidite-stage DC**, membentuk suatu geometri *lobe* dan pola ketebalan tubuh batuan sedimen mempunyai arah barat, barat laut-timur, tenggara. Pengukuran arah arus purba berupa *flute-cast* pada *asosiasi facies/turbidite-stage* DC yang dijumpai pada dua lokasi yaitu lintasan 2, stasiun pengamatan 3 menunjukkan arah N 92° E dan stasiun pengamatan 19 menunjukkan arah N 100° E.

Berdasarkan pola ini terlihat bahwa sumber sedimen berasal dari barat, barat laut dan pengendapan ke arah timur, tenggara.

3. **Asosiasi facies/turbidite-stage FC**, membentuk suatu geometri *channel* dengan arah sedimentasi relatif barat ke timur. Pengukuran arah arus purba berupa *flute-cast* pada *asosiasi facies/turbidite-stage* FC dijumpai pada dua lokasi yaitu

- a. lintasan 2, stasiun pengamatan 3 menunjukkan arah N 92° E.
 - b. lintasan 4 stasiun pengamatan 62 menunjukkan arah N 98° E.
- Berdasarkan pola ini terlihat bahwa sumber sedimen berasal dari barat, barat laut dan pengendapan ke arah timur, tenggara.

4. **Asosiasi facies/turbidite-stage CD**, membentuk suatu geometri *channel* dengan arah sedimentasi relatif baratlaut ke tenggara. Pengukuran arah arus purba berupa *flute-cast* pada *asosiasi facies/turbidite-stage CD* dijumpai pada tiga lokasi yaitu
- lintasan 2 stasiun pengamatan 35, menunjukkan arah N 127° E
 - lintasan 6 stasiun pengamatan 12 menunjukkan arah N 122° E
 - lintasan 7 stasiun pengamatan 24 menunjukkan arah N 130° E . Berdasarkan pola ini terlihat bahwa sumber sedimen berasal dari baratlaut dan pengendapan kearah tenggara.
5. **Asosiasi facies/turbidite-stage BAC**, membentuk suatu geometri *channel* dengan arah sedimentasi relatif barat-baratlaut ke timur-tenggara Pengukuran arah arus purba berupa *flute-cast* pada *asosiasi facies/turbidite-stage BAC* dijumpai pada dua lokasi yaitu
- lintasan 2, stasiun pengamatan 37, menunjukkan arah N 100° E
 - lintasan 6, stasiun pengamatan 13, menunjukkan arah N 110° E . Berdasarkan pola ini terlihat bahwa sumber sedimen berasal dari barat-baratlaut dan pengendapan kearah timur-tenggara.

Analisis Petrografi

Analisis petrografi bertujuan untuk menentukan nama batuan secara mikroskopis, mempelajari *provenance* dan nilai porositas secara visual mikroskopis. Sedangkan untuk analisis paleontologi meliputi analisis umur batuan dan lingkungan pengendapan batuan didaerah penelitian berdasarkan fosil foraminifera planktonik dan bentonik. Analisis petrografi meliputi 23 sampel batupasir yang mewakili setiap *asosiasifacies* batuan yang ada didaerah penelitian. Tabel 1 memperlihatkan ringkasan posisi dari asosiasi fasies dari masing-masing contoh dan gambar 17 untuk klasifikasi batuan menurut Pettijhon, dkk (1975). Dalam analisis petrografi ini dilakukan pengamatan mikroskopis yang meliputi penamaan batuan secara mikroskopis dengan klasifikasi yang digunakan menurut Pettijhon, dkk (1975), analisis *provenance* menurut Dickinson and Suzeck (1979) dan analisis secara semikuantitatif nilai porositas dari visualisasi *thin section* sampel batuan. Secara mikroskopis nama batuan dan komposisinya berdasarkan lima asosiasi facies yaitu :

Asosiasi Facies BAC

Batupasir asosiasi facies BAC secara mikroskopis termasuk kedalam *Arkosic arenite* artinya kandungan butiran (*arenite*) dari feldspar umumnya > 25%, berupa batupasir dengan bentuk butir menyudut sampai menyudut tanggung berukuran butir halus sampai menengah dan pemilahan ukuran butir kurang baik. Mineral lempung sebagai matriks mengisi ruang antar butiran. Secara umum karakter batupasir pada asosiasi facies ini adalah : Butiran terdiri dari kuarsa (8-10%), plagioklas (18-66%), fragmen batuan (16-25%), mineral opak (1-3%), fragmen fosil (1%), klorit (3-8%), porositas (1%), matrik berupa mineral lempung (5-9%), mineral karbonat dan klorit hadir sebagai semen.

Asosiasi Facies CD

Batupasir asosiasi facies CD secara mikroskopis termasuk kedalam *subarkose-sublithic arenite*, berupa batupasir dengan bentuk butir menyudut tanggung berukuran butir halus sampai menengah dan pemilahan ukuran butir kurang baik. Mineral lempung sebagai matriks mengisi ruang antar butiran. Secara umum karakter batupasir pada asosiasi facies ini adalah : Butiran terdiri dari kuarsa (14-21%), plagioklas (35-46%), fragmen batuan (16-20%), mineral opak (1-2%), fragmen fosil (1-2%), klorit (1-3%), porositas (1%) dan sebagai matriknya berupa mineral lempung (8-10%), dan mineral lempung, sebagian kecil mineral karbonat dan klorit hadir sebagai semen.

Asosiasi Facies FC

Batupasir asosiasi facies FC secara mikroskopis termasuk kedalam *Lithic arenite* artinya kandungan butiran (*arenite*) dari fragmen batuan > 25%, berupa batupasir dengan bentuk butir menyudut tanggung berukuran butir menengah dan pemilahan ukuran butir jelek. Mineral lempung sebagai matriks mengisi ruang antar butiran dan kadang oksida besi mengisi ruang (*intrakristalin*) pada fragmen fosil. Secara umum karakter batupasir pada asosiasi facies ini adalah : Butiran terdiri dari kuarsa (2-8%), plagioklas (8-21%), fragmen batuan (51-70%), mineral opak (1-3%), fragmen fosil (2-6%), klorit (2-11%) dan amfibol terubah kuat menjadi klorit (2%), karbonat sebagai mineral ubahan (1-3%), porositas (1<%), matriknya berupa mineral lempung (6-9%), dan sebagai semen adalah mineral lempung.

Asosiasi Facies DC

Batupasir asosiasi facies DC secara mikroskopis termasuk kedalam *Arkosic arenite*, berupa batupasir dengan bentuk butir menyudut tanggung sampai menyudut

berukuran butir halus sampai menengah dan pemilahan ukuran butir kurang baik. Mineral lempung sebagai matriks mengisi ruang antar butiran. Secara umum karakter batupasir pada asosiasi facies ini adalah : Butiran terdiri dari kuarsa (5-12%), plagioklas (35-71%), fragmen batuan (8-16%), mineral opak (1-6%), fragmen fosil (1%), klorit (3%), karbonat sebagai mineral ubahan (1-5%), porositas ($1 < \%$), matrik berupa mineral lempung (4-9%), sebagai semen adalah mineral lempung.

Asosiasi Facies EDC

Batupasir asosiasifacies EDC secara mikroskopis termasuk kedalam *Lithicwacke* (menurut klasifikasi Pettijhon, dkk, 1975), berupa batupasir dengan bentuk butir membundar tanggung sampai menyudut berukuran butir halus sampai menengah dan pemilahan ukuran butir kurang baik. Mineral lempung sebagai matriks mengisi ruang antar butiran. Secara umum karakter batupasir pada asosiasi facies ini adalah : Butiran terdiri dari kuarsa (13-18%), plagioklas(3- 5%), fragmen batuan (7-18%), biotit (1-2%), muskovit (1%), glaukonit (3%), mineral opak (3%), oksida besi (3%), fragmen fosil (2-6%), klorit (4-7%), karbonat terubah (27-35%), porositas intergranular ($1 < \%$), matrik mineral lempung (17-25%), dan semen adalah mineral lempung dan sedikit klorit.

Provenance

Kata *provenance* berasal dari kosakata bahasa Perancis yaitu *provenir* yang dalam bahasa latin mempunyai arti *origin* atau tempat dimana dihasilkan. Dickinson, (1985) membedakan kedudukan tektonik berdasarkan pada *ancient sands* menjadi 4 (empat) *major provenance terranes* yaitu, **Stable craton**, **Basement uplift**, **Magmatic arc**, dan **Recycled orogen**.

Penentuan *provenance enviroment* menggunakan metode analisa modal (Dickinson, 1985) secara mikroskopis. Keterkaitan sedimen pasir dengan *provenance* serta kedudukan tektonik ditampilkan dalam tabel berikut :

Selanjutnya dari 23 sampel batuan dilakukan analisis modal berdasarkan komposisi mineral dan fragmen batuan yang menyusun batuan tersebut yang divisualisasikan dengan diagram QFL, QmFL, QpLvLs dan QmPK menurut Dickinson (1985).

Triangular diagram tersebut mempunyai perbedaan tujuan interpretasi dimana pada dasarnya dapat dibedakan menjadi 2 kelompok besar berdasarkan pada *grain population*-nya, yaitu :

1. Populasi pada seluruh butiran/mineral penyusun batuan, terdiri dari

a. **Diagram QFL** yang menunjukkan perbandingan seluruh butiran/mineral dengan tujuan untuk menentukan tingkat maturasinya. Q adalah kuarsa total terdiri dari Qm (kuarsa monokristalin) + Qp (kuarsa polykristalin) diplot secara bersamaan dengan L (*lithic fragment*) dan F (feldspar). Q lebih matang dibandingkan dengan L yang lebih matang dibandingkan dengan F.

b. **Diagram QmFL** yang bertujuan untuk menentukan *source rocks* dengan membandingkan seluruh *lithic fragment* dengan mineral pencirinya yaitu kuarsa yang diwakili oleh kuarsa monokristalin (Qm) dan feldspar. Batuan dengan butiran halus akan menghasilkan kandungan *lithic fragment* yang tinggi.

2. Populasi pada sebagian butiran/mineral penyusun batuan, terdiri dari

a. **Diagram QpLvLs** yang bertujuan untuk menggambarkan penyebaran *lithic fragment*.

b. **Diagram QmPK** yang bertujuan untuk menggambarkan penyebaran mineral.

Tabel 2 memperlihatkan penggolongan, kedudukan dan komposisi batupasir menurut Dickonson (1985).

Diagram QFL

Hasil analisis batupasir yang berasal dari daerah penelitian di plot pada diagram QFL terlihat pada gambar 18. Gambar tersebut memperlihatkan *provenance terranes* serta hubungannya dengan tingkat kematangan fragmen batuan penyusun batupasir. Urutan tingkat kematangan fragmen batuan yang tertinggi sampai terendah dimulai dari *Craton interior*, *recycled orogen*, *basement uplift* dan terakhir *magmatic arc* yang didominasi oleh kandungan feldspar yang tinggi. Secara lebih detail dapat dilihat pada gambar 19 mengenai QFL diagram dibawah ini. Berdasarkan diagram tersebut dapat di tentukan hal-hal sebagai berikut :

1. Asosiasi facies/*substage turbidite* BAC, FC dan DC sampel batuan menunjukkan zona *magmatic arc* suatu zona sepanjang *continental margin* yang dapat menyebarkan sedimen dengan komposisi vulkanik kedalam zona depresi cekungan belakang busur.
2. Asosiasi facies/*substage turbidite* CD dan EDC secara umum sampel batuan terkonsentrasi zona *recycled orogen*, lebih tepatnya pada zone *foreland basin*. Sumber sedimen pada zona ini dapat berasal dari tinggian-tinggian yang diakibatkan oleh tektonik lokal ataupun berasal dari zona *craton*.

Berdasarkan hasil tersebut diatas menunjukkan fragmen batuan penyusun asosiasi facies/*substage turbidite* BAC, FC dan DC relatif kurang matang dengan asosiasi facies/*substage turbidite* CD dan EDC (Gambar 18 dan gambar 19). Gambar 20 memberikan ilustrasi hubungan antara kelimpahan komposisi batupasir yang terdiri kuarsa, feldspar dan total lithic fragmen (QFL diagram) terhadap posisi stratigrafi asosiasi facies yang dalam hal ini dikaitkan dengan posisi setiap sampel batuan tersebut secara vertikal. Rasio feldspar/kuarsa untuk asosiasi facies/*turbidite substage* BAC, FC dan DC dengan asosiasi facies/*turbidite substage* CD dan EDC berbanding terbalik. Kelimpahan mineral feldspar pada asosiasi facies/*turbidite substage* BAC, FC dan DC terjadi sebagai hasil aktifitas volcanisme di daerah penelitian. Aktifitas volcanisme yang terjadi secara berulang dimana material vulkanik tersebut mempengaruhi sumber sedimen yang terendapkan di daerah penelitian.

Secara lebih rinci maka berdasarkan pada QFL diagram memperlihatkan bahwa asosiasi facies/*turbidite substage* BAC, FC dan DC mempunyai tingkat kematangan yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan asosiasi facies/*turbidite substage* CD dan EDC. Pengertian kematangan ini memberikan arti bahwa suatu lokasi pengendapan secara geografis di muka bumi ini apabila sumber sedimen yang diendapkannya didominasi oleh material yang mempunyai sifat resisten yang tinggi seperti kuarsa. Material kuarsa ini berasal dari zona cratonik yang secara regional berada di sebelah utara daerah penelitian (Tabel 3).

Sedangkan kandungan mineral feldspar yang dominan menandakan bahwa tingkat kematangan yang lebih rendah. Sumber sedimen yang didominasi oleh mineral feldspar ini berasal dari zona *magmatic arc* dimana secara regional berada di sebelah selatan daerah penelitian. Indikasi lainnya dengan ditemukannya dominasi mineral feldspar pada sampel batuan diasumsikan kenaikannya aktifitas volcanisme.

Diagram QmFL

Diagram QmF (Gambar 21), sampel batuan untuk asosiasi facies/*substage turbidite* CD dan EDC pada zona *mixed recycled orogen* dan untuk asosiasi facies/*substage turbidite* BAC, CD dan DC pada *magmatic arc* (*zone basement uplift*). Distribusi sampel batuan pada diagram QFL dan QmFL relatif menunjukkan pola penyebaran yang sama. Kandungan feldspar yang dominan berasal dari zona *magmatic arc* sedangkan fragmen batuan kemungkinan berasal dari zona *basement uplift* (*fold thrust belt*).

Diagram QpLvLs

Pada diagram QpLvLs (gambar 22), sampel batuan penyusun setiap asosiasi facies terdistribusi secara bergradasi dimulai dari asosiasi facies yang tertua sampai yang termuda.

1. Asosiasi facies EDC fragmen batuan berasal dari zona *mixed orogenic sands* dan *arc orogen source*.
2. Asosiasi facies DC fragmen batuan berasal dari zona *mixed orogenic sands* dan *arc orogen source*.
3. Asosiasi facies FC fragmen batuan berasal cenderung pada *arc orogen source* walaupun pengaruh dari zona *mixed orogenic sands* diperkirakan masih ada.
4. Asosiasi facies CD fragmen batuan berasal dari zona *arc orogen source*.
5. Asosiasi facies BAC fragmen batuan berasal dari zona *arc orogen source* secara dominan.

Pada diagram QpLvLs ini memperlihatkan pola penyebaran fragmen batuan pada sampel batuan di daerah penelitian mulai dari asosiasi facies tertua sampai yang termuda menunjukkan *trend* yang semakin mendekati ke titik Lv. Hal tersebut mengindikasikan bahwa fragmen batuan beku secara vertikal mendominasi fragmen batuan penyusun sampel batuan. Dengan demikian semakin kearah asosiasi facies BAC aktifitas volcanisme meningkat dan material vulkanik mempengaruhi sumber sedimen di daerah penelitian.

Diagram QmPK

Pada diagram QmPK (Gambar 23) ini memperlihatkan distribusi mineral penyusun batuan sedimen yang utama yaitu Kuarsa monomik, Plagioklas dan K-Feldspar. Berbeda dengan diagram QpLvLs pada diagram QmPK sampel batuan terdistribusi menjadi dua kelompok besar, yaitu asosiasi facies CD dan asosiasi facies EDC menunjukkan kandungan mineral penyusun batuan relatif lebih stabil dan matang dibandingkan dengan kelompok yang kedua asosiasi facies BAC, asosiasi facies CD dan asosiasi facies DC.

Pada asosiasi facies BAC, asosiasi facies CD dan asosiasi facies DC, mineral penyusun batuan sedimen di daerah penelitian di dominasi sumber yang berasal dari zona *magmatic arc*. Pada zona *magmatic arc* ini menunjukkan rasio plutonik terhadap vulkanik yang semakin menurun, hal tersebut menandakan bahwa aktifitas vulkanik meningkat. Hal tersebut didukung oleh dominasi mineral plagioklas pada sampel batuan di daerah penelitian diakibatkan bahwa sumber sedimen berasal dari zona *magmatic arc* yang berkomposisi andesitan.

KESIMPULAN

Enam litofacies dapat diidentifikasi menurut model Mutti dan Ricci Lucchi (1972), yaitu : (a). Litofacies A, (b). Litofacies B, (c). Litofacies C, (d). Litofacies D, (e) Litofacies E dan (f). Litofacies F. Keenam litofacies dapat dikelompokkan menjadi lima asosiasi facies dari yang tertua sampai termuda, yaitu (a). Asosiasi facies EDC, (b). Asosiasi facies DC, (c). Asosiasi facies FC, (d). Asosiasi facies CD dan (e). Asosiasi facies BAC.

Berdasarkan data arus purba yang digabungkan dengan pola ketebalan setiap asosiasi facies, serta ditunjang oleh studi provenance dan juga analisis paleontologi maka dihasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Asosiasi facies /turbidite substage EDC sumber sedimen dipengaruhi dari zona *recycled orogen (foreland basin)* dengan arah sedimentasi dari barat laut ke tenggara. Material penyusun batuan menunjukkan komposisi batuan didominasi oleh sumber sedimen yang secara regional berasal dari utara daerah penelitian.
2. Asosiasi facies /turbidite substage DC sumber sedimen berasal dari *magmatic arc* dengan arah sedimentasi dari barat, barat laut ke timur, tenggara. Material penyusun batuan menunjukkan komposisi batuan didominasi oleh sumber sedimen yang dipengaruhi oleh aktifitas vulkanik dan secara regional berasal dari selatan daerah penelitian. Urutan asosiasi facies dari EDC ke DC dipengaruhi oleh pola penurunan muka air laut yang dikelompokkan kedalam turbidite stage 1.
3. Pengendapan sedimen untuk asosiasi facies/turbidite substage FC diawali dengan penurunan muka air laut dan sumber sedimen secara dominan dipengaruhi zone *magmatic arc*. Pada interval ini geometri batupasir berdasarkan interpretasi ketebalan litofacies dan arus purba menunjukkan Arah sedimentasi berasal dari barat, barat laut ke timur, tenggara. Terdapatnya material andesitan pada beberapa tempat dengan pola mengkasar kearah atas mengindikasikan kemungkinan sumber sedimen relatif lebih dekat dengan zona pengendapannya. Sumber sedimen yang relatif mendekat ini diduga berhubungan dengan pergerakan jalur magmatik kearah utara. Pergerakan ini disertai dengan progradasi *thrust fold belt* ke utara. Kedua hal tersebut disertai dengan penurunan muka air laut pada pengendapan batuan penyusun asosiasi facies ini.
4. Asosiasi facies /turbidite substage CD sumber sedimen dipengaruhi dari zona *recycled orogen (foreland basin)*. Aktifitas

vulkanik masih mempengaruhi sumber sedimen akan tetapi tidak secara dominan sebagai material penyusun batuan didaerah penelitian. Geometri *channel* diendapkan membentuk pola sebaran batupasir dengan arah sedimentasi dari barat laut ke tenggara.

5. Asosiasi facies /turbidite substage BAC sumber sedimen dipengaruhi dari zona *magmatic arc*. Kondisi permukaan air laut menunjukkan pola yang sama dengan asosiasi facies dibawahnya. Berdasarkan peta isopach dan data arus purba sebaran batupasir membentuk geometri channel dengan arah sedimentasi dari barat, barat laut ke timur tenggara.

Urutan asosiasi facies dari FC, CD ke BAC dipengaruhi oleh pola kenaikan muka air laut yang dikelompokkan kedalam turbidite stage 2.

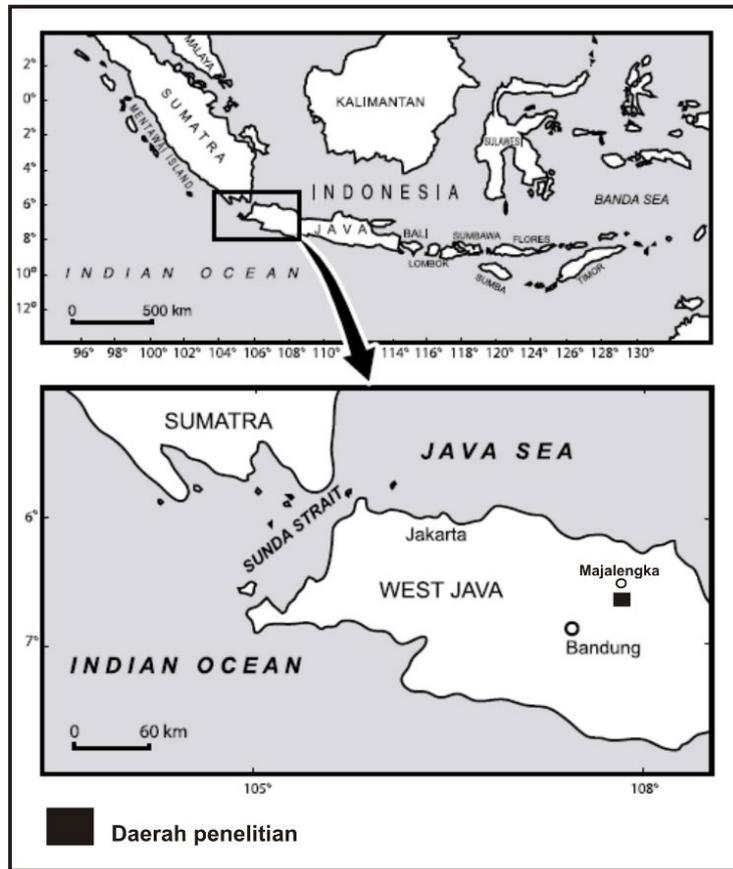
Turbidite stage 1 dan turbidite stage 2 menyusun Turbidite system yang mana dilapangan kontak batas atas dan bawahnya dibatasi oleh lapisan batulempung menyerpih yang cukup tebal.

Mekanisme sedimentasi dengan proses turbidit didaerah penelitian secara regional termasuk kedalam cekungan *back-arc basin*. Hal tersebut diatas memungkinkan sumber sedimentasi dapat terjadi pada dua arah yang berbeda. Sumber sedimen berasal dari afinitas yang berbeda yaitu dari utara sedimen dipengaruhi oleh zona paparan sumber sedimen dari Selatan dipengaruhi oleh aktifitas vulkanisme yang didominasi oleh material vulkanik.

DAFTAR PUSTAKA

- Mutti., E., and Ricci Lucci., F., 1972., Turbidities of the Northern Apennines : Introduction to facies analysis., Internat., Geology Rev., v.20., no.2
- Bemmelen van., R.W., 1949., The Geology of Indonesia, v. 1A., Martinus Nijhoff , The Hague, Netherland
- Djuhaeni., dan Martodjojo., S., 1989., Stratigrafi daerah majalengka dan hubungannya dengan tatanama satuan litostratigrafi di cekungan bogor., Geol. Indon., V.12., no. 1., hal. 227-252
- Djuri., 1995., PETA GEOLOGI LEMBAR ARJAWINANGUN, Lembar Peta 10/XIII-D., Direktorat Geologi Indonesia
- Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996, Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia, Ikatan Ahli Geologi;
- Soeria-Atmatja, R., Maury, R.C., Bellon, H., Pringgoprawiro., H., Polvé, M., Priadi., B., 1994., TERTIARY MAGMATIC BELTS IN JAVA., Jour. Of Southeast Asian Earth Sciences., V. 9., No. ½, p.3-27

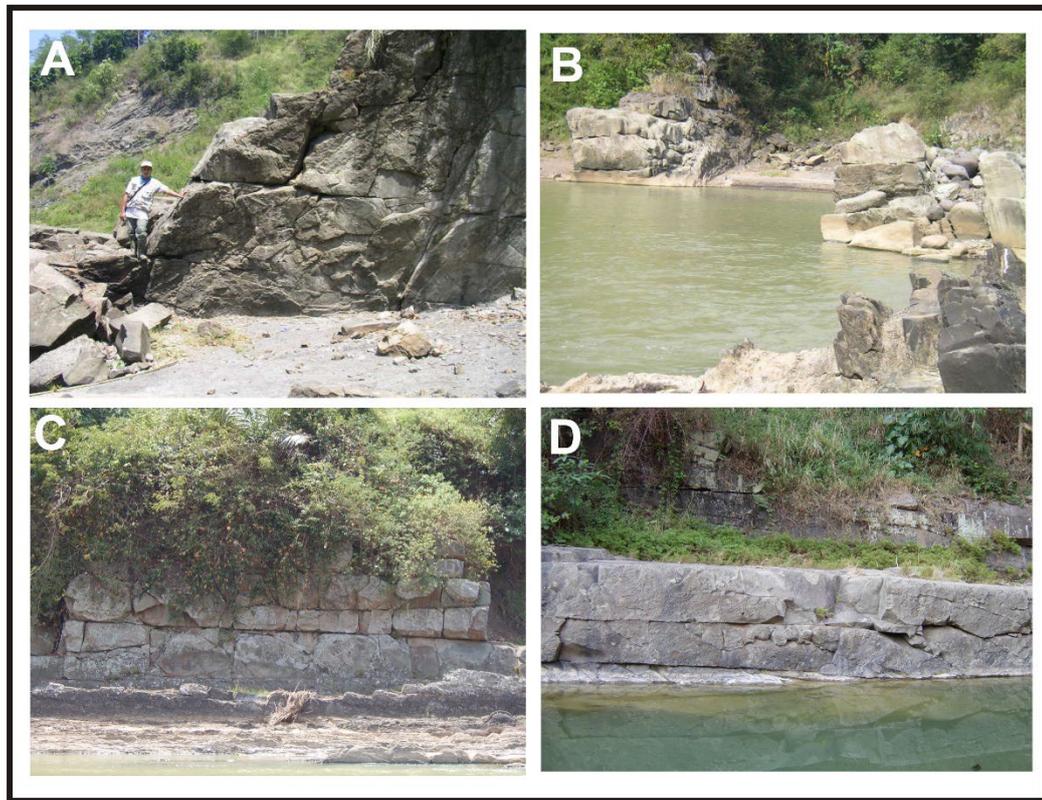
- Martodjojo., S., 1984., EVOLUSI CEKUNGAN BOGOR, JAWA BARAT, Desertasi Doktor, ITB (tidak diterbitkan).
- Muljana, B. & Watanabe, K., 2012, Modal and Sandstone Composition of the Representative Turbidite from the Majalengka sub-basin, West Java Indonesia, *Journal of Geography and Geology*, vol.4 no.1, hal. 3-17.
- Dickinson, W. R., 1985, Interpreting detrital modes of greywacke and arkose. *Journal Sediment Petrology*, 40,695-707. <http://jsedres.sepmonline.org/content/40/2/695.full.pdf>
- Dickinson, W. R., & Suczek, C. A. (1979). Plate tectonisms and sandstone compositions. *Am. Assoc. Petrol.Geol. Bull*, 63, 2-31.
- Pettijhon, F. J., Potter, P. E. & Siever, R. (1972). *Sand and sandstone*. New York: Springer-Verlag. <http://www.mendeley.com/research/sand-and-sandstone/>
- Mutti, E., Normark, W.R. (1987). Comparing Examples of Modern and Ancient Turbidite Systems: Problems and Concepts. In: Leggett, J.K., Zuffa, G.G. (eds) *Marine Clastic Sedimentology*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-3241-8_1
- Dzulynski, S. & E. K. Walton 1965. *Sedimentary features of flysch and greywackes*. Amsterdam: Elsevier. (4, 6)



Gambar 1 Lokasi daerah Penelitian



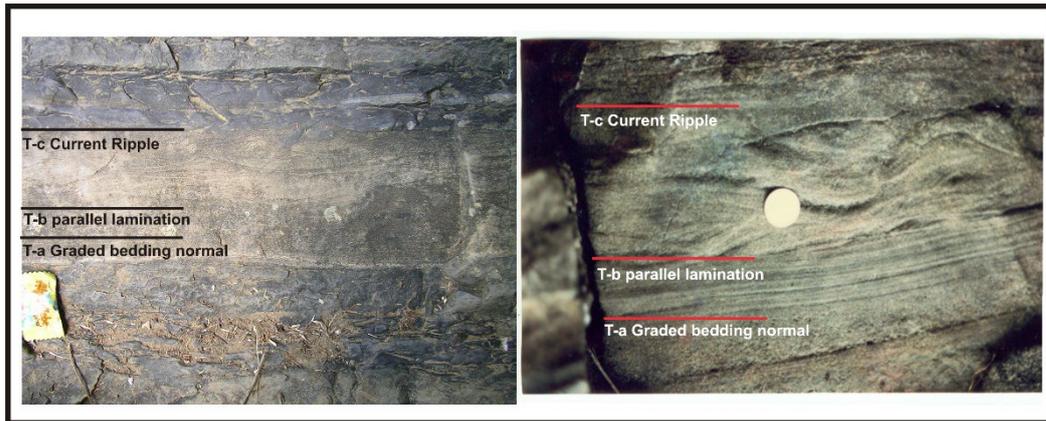
Gambar 2 Contoh singkapan (Stasiun pengamatan 37) Facies Batupasir konglomeratik (Facies A), AF=Andesit fragment; CF=Clay fragment; SF=Sandstone fragment dengan bidang kontak tegas Facies A dengan litofacies dibawahnya



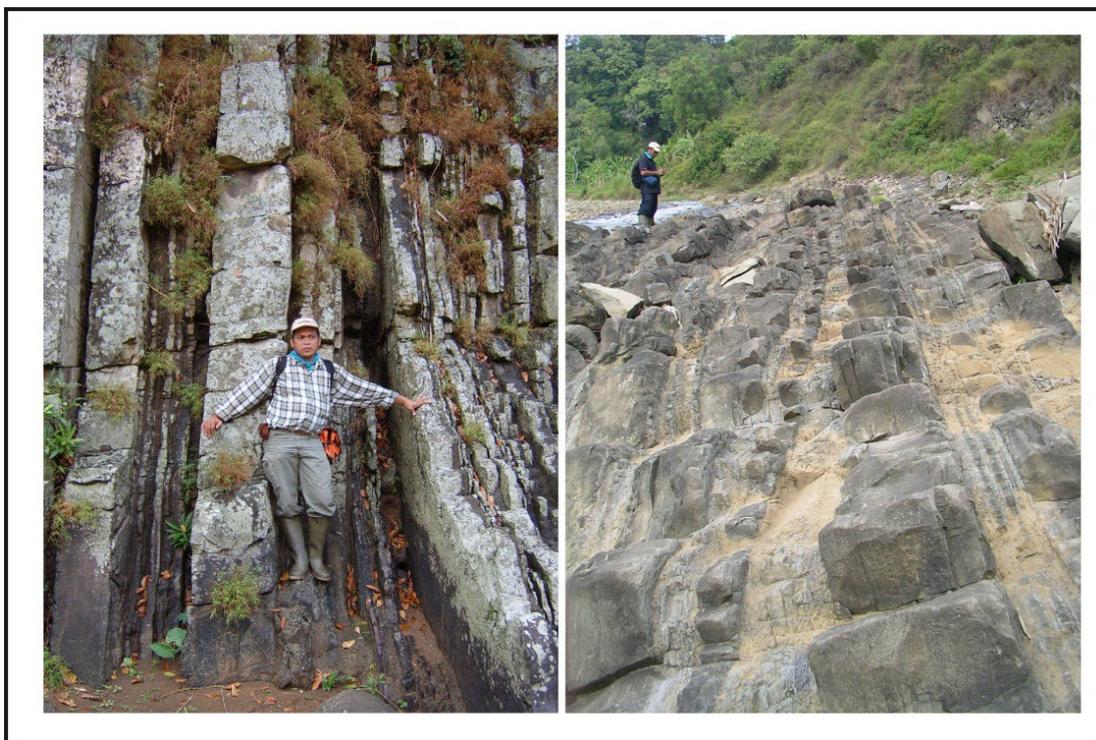
Gambar 3 Contoh singkapan (Stasiun pengamatan 35) Batupasir halus-menengah bersifat masif Facies B (A,B,C,D)



Gambar 4 Contoh singkapan (Stasiun pengamatan 35) Fragmen batubara yang tersebar secara acak pada Facies B. Pada gambar A dan B fragmen batubara pada batupasir halus-menengah dan pada gambar C fragmen batubara tersebar yang mana pada bagian bawahnya kontak perlapisan bersifat erosional.



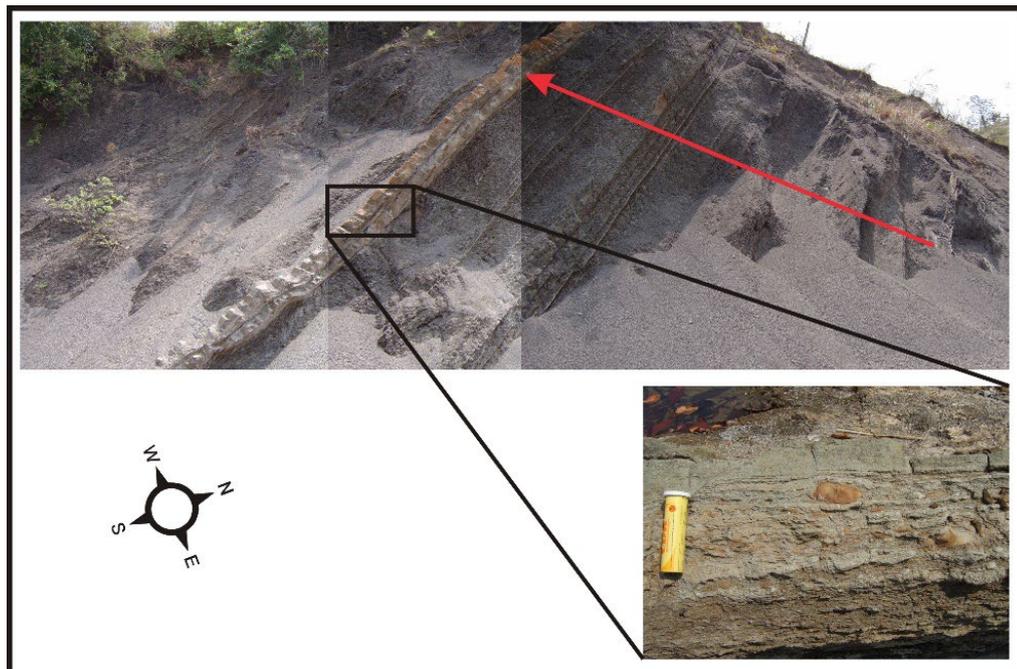
Gambar 5 Contoh singkapan (Stasiun pengamatan 25) Facies C dengan pola T_{a-b-c} sequence *Bouma* pada lapisan batupasir



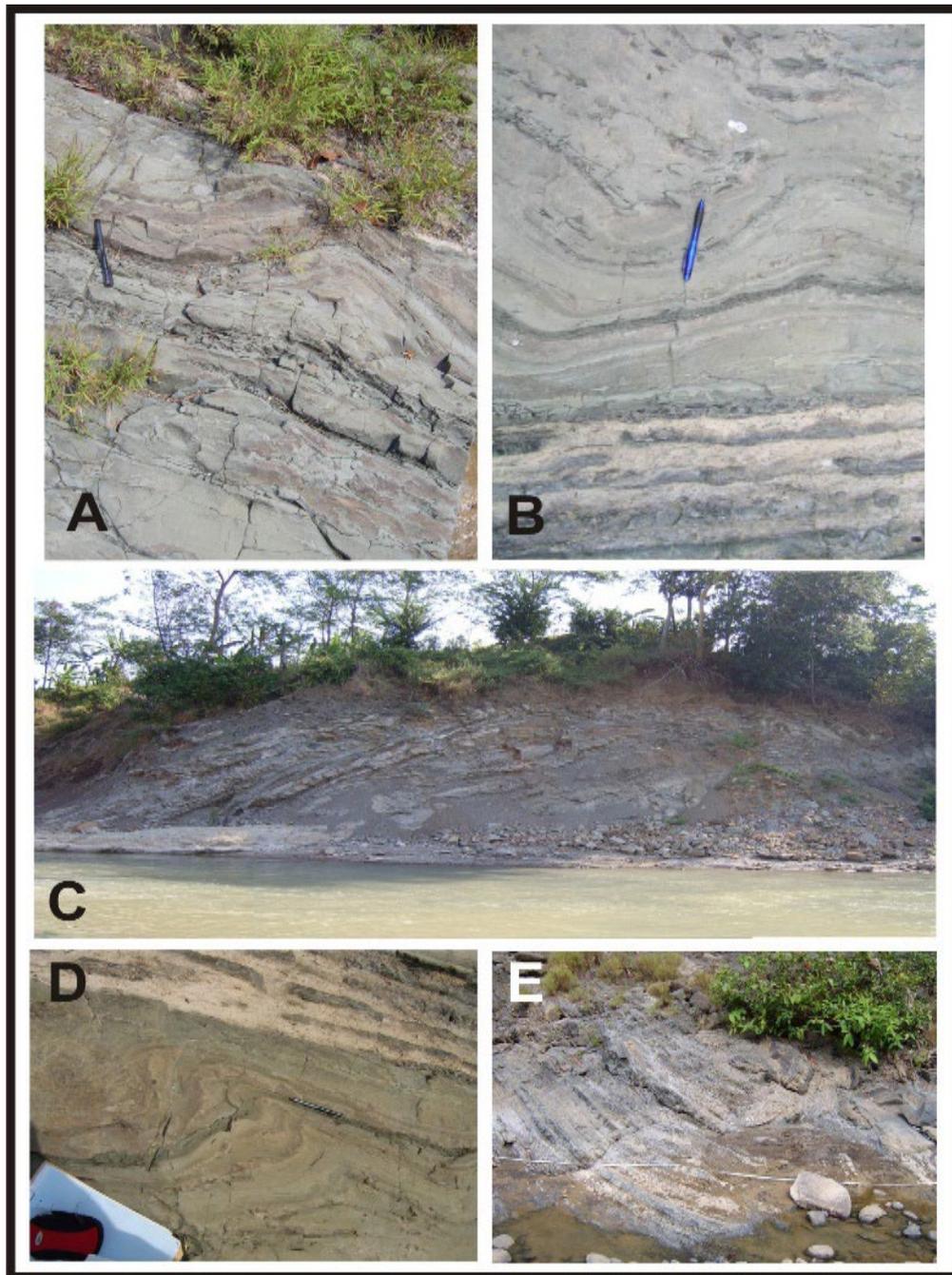
Gambar 6 Contoh singkapan (Stasiun pengamatan 18) Perlapisan batupasir berbutir halus sampai menengah berselingan batulanau dan batulempung menyerpih sebagai Facies C



Gambar 7 Contoh singkapan (Stasiun pengamatan 3) Facies D Perselingan tipis-tipis batupasir berbutir halus sampai lanau dengan batulempung menyerpih. Memperlihatkan kontak dengan Facies B batupasir berbutir halus sampai menengah.

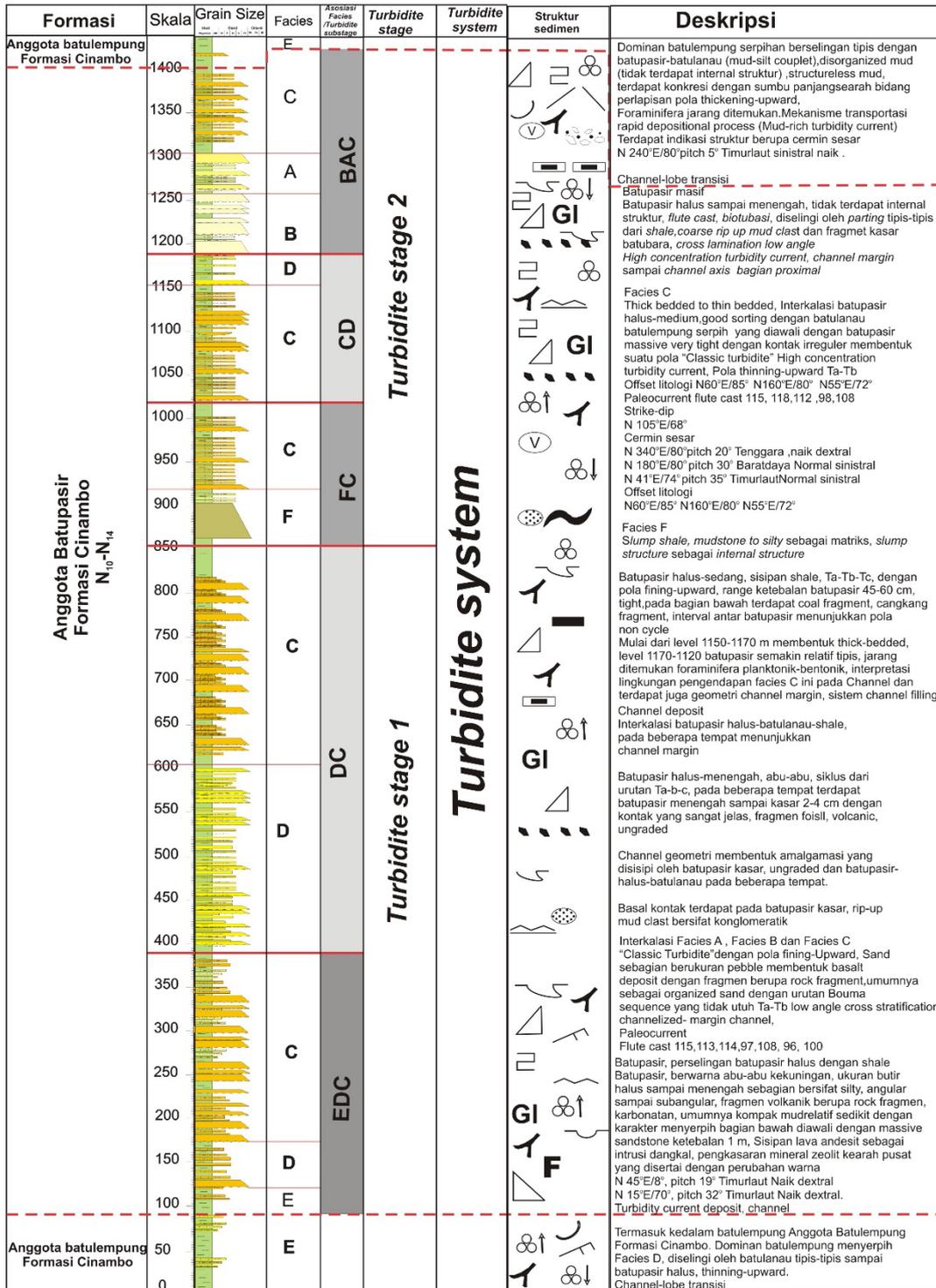


Gambar 8 Contoh singkapan (Stasiun pengamatan 38) Perselingan batupasir tipis-tipis berbutir sangat halus sampai lanauan sebagai tipe Facies E

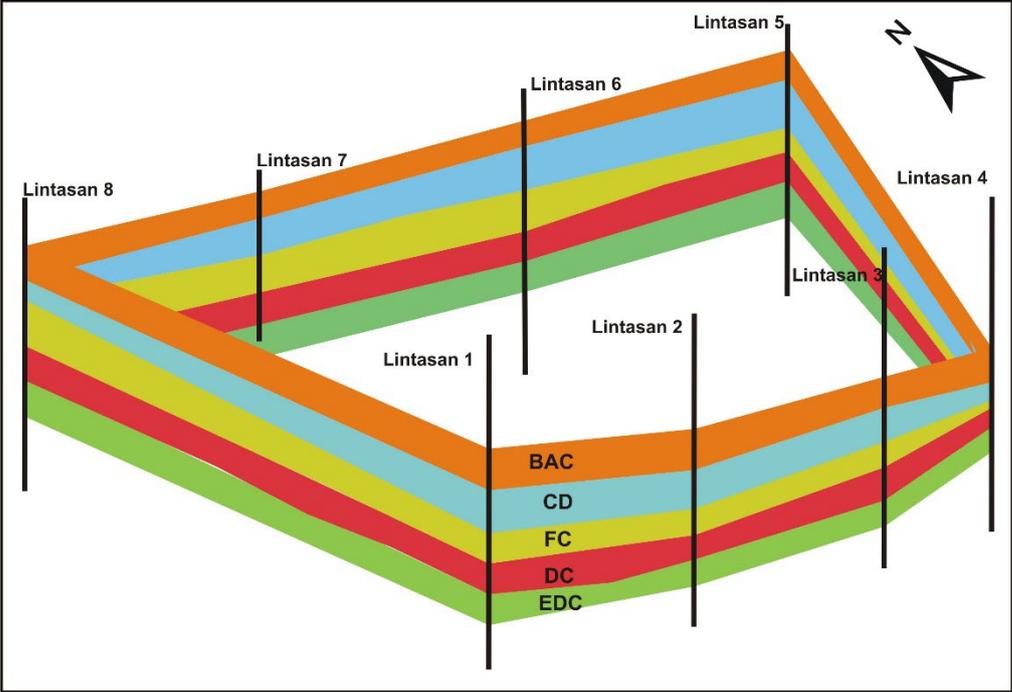


Gambar 9 Contoh singkapan (Stasiun pengamatan 2) *Slump deposit* (Facies F) struktur *slump* pada perselingan batupasir dengan batulanau dan batulempung menyerpih. Gambar A dan B slump pada *internal bedding* sedangkan pada gambar C,D,E slump terjadi peralihan (*bedding*), *Slumped thin-bedded turbidities*, yang biasanya diendapkan pada bagian *basin floor*, *channel margin* atau *overbank deposits*. Didaerah penelitian ketiga jenis *slump structure* ini ditemukan pada Facies F dengan arah *paleoslope* berdasarkan pada arah sumbu lipatan menunjukkan nilai N 135°E dan N 108°E.

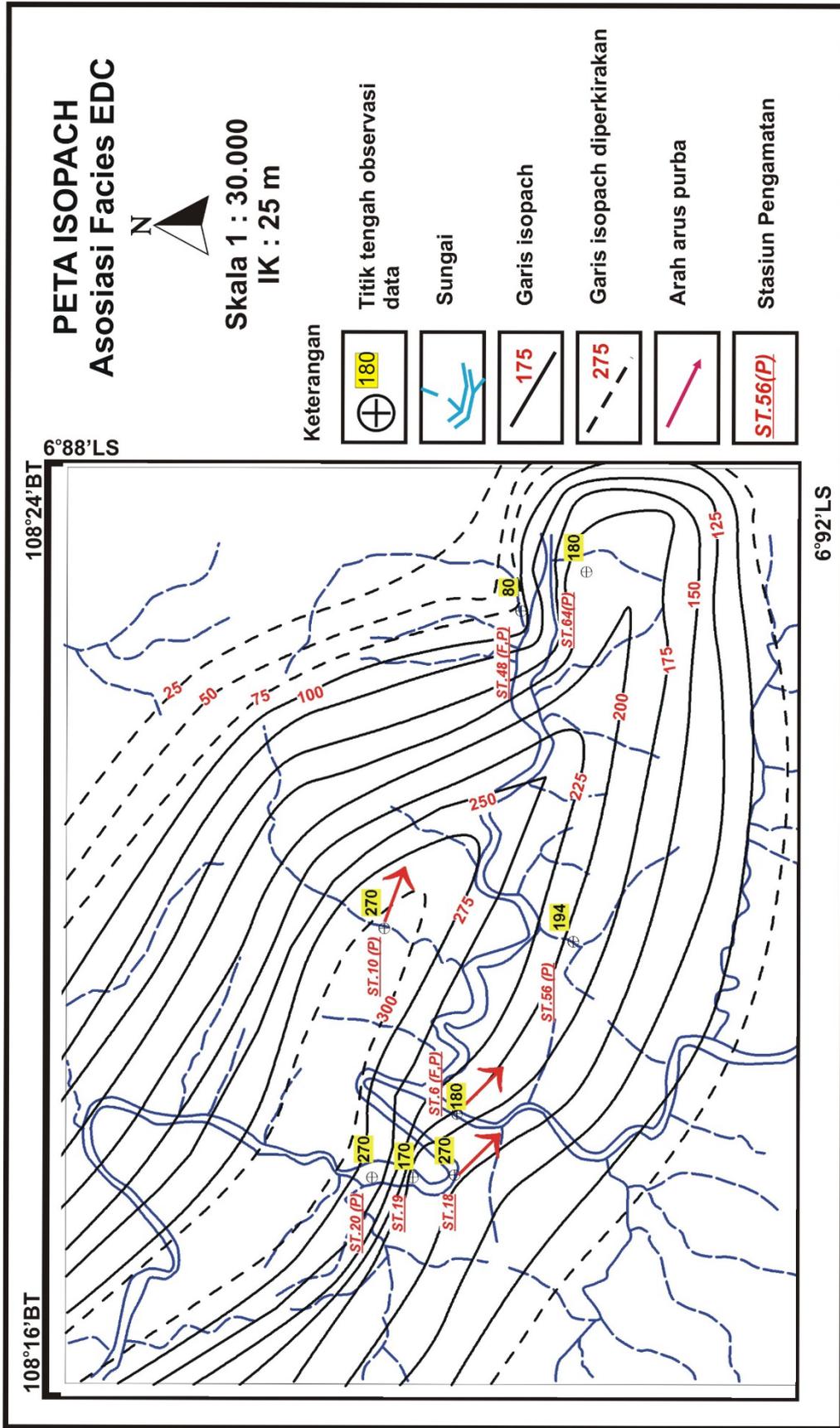
Lintasan 2



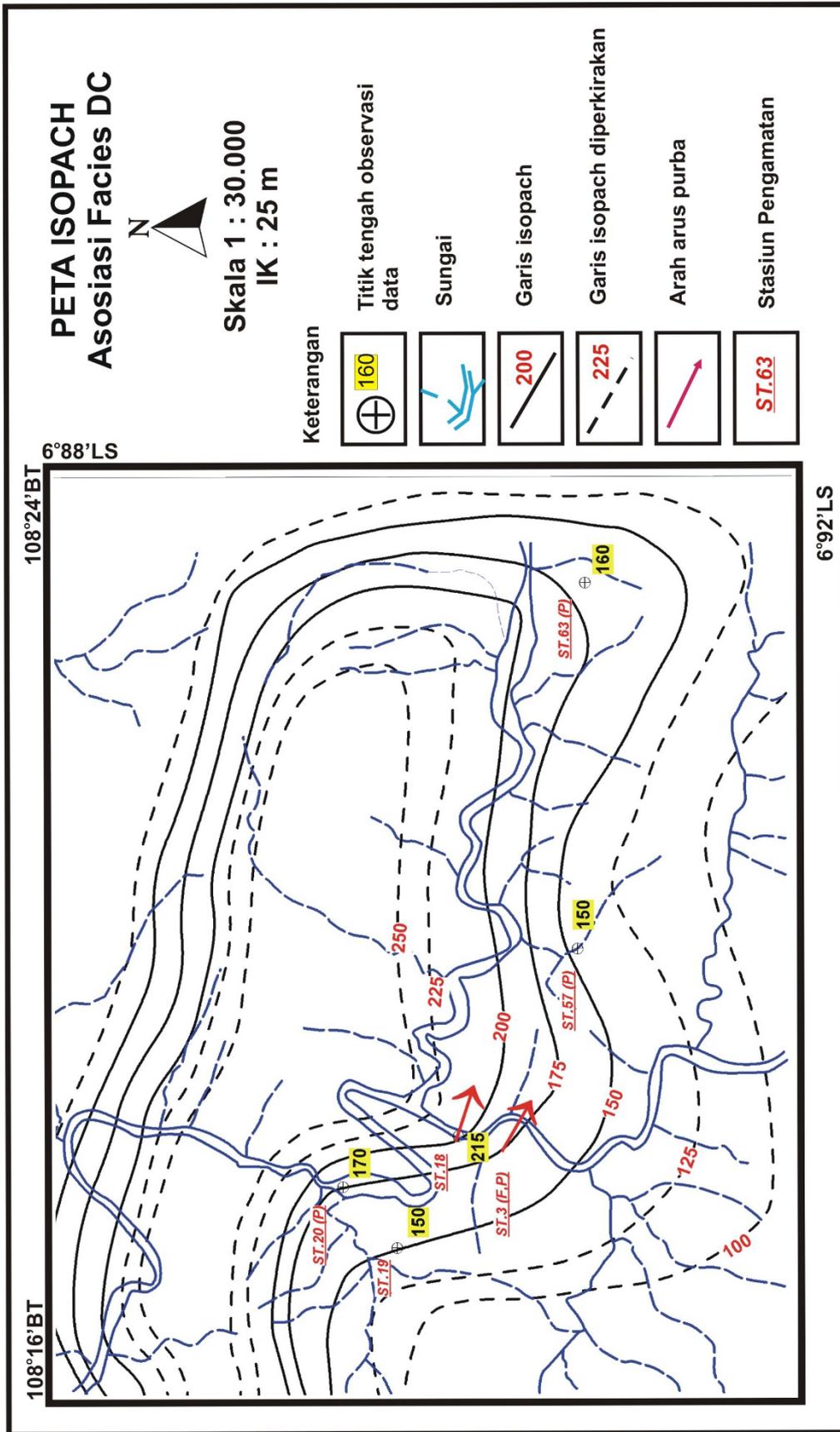
Gambar 10 Kolom stratigrifi rujukan pada lintasan sungai Cilutung



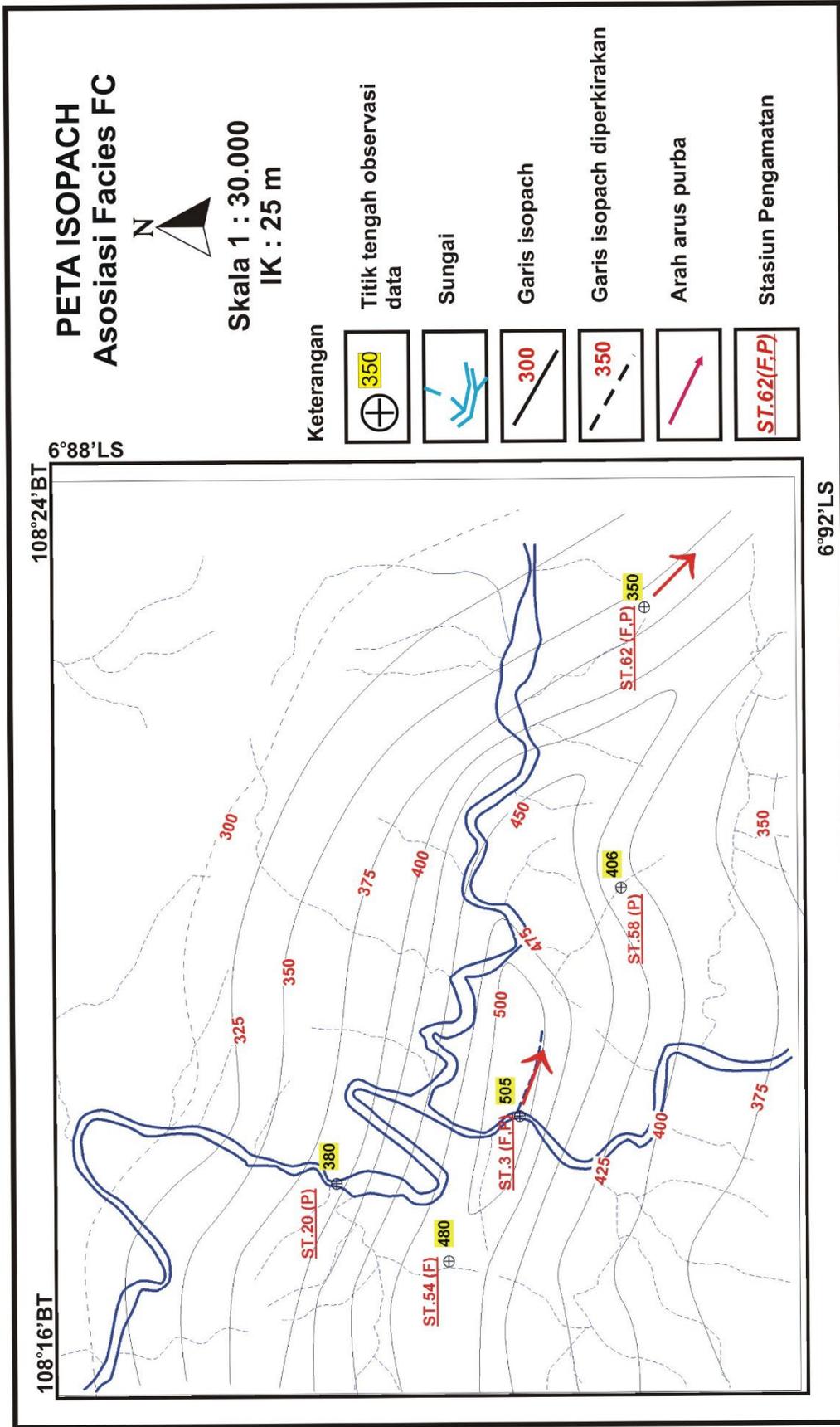
Gambar 11 Diagram pagar dari korelasi penampang terukur daerah penelitian



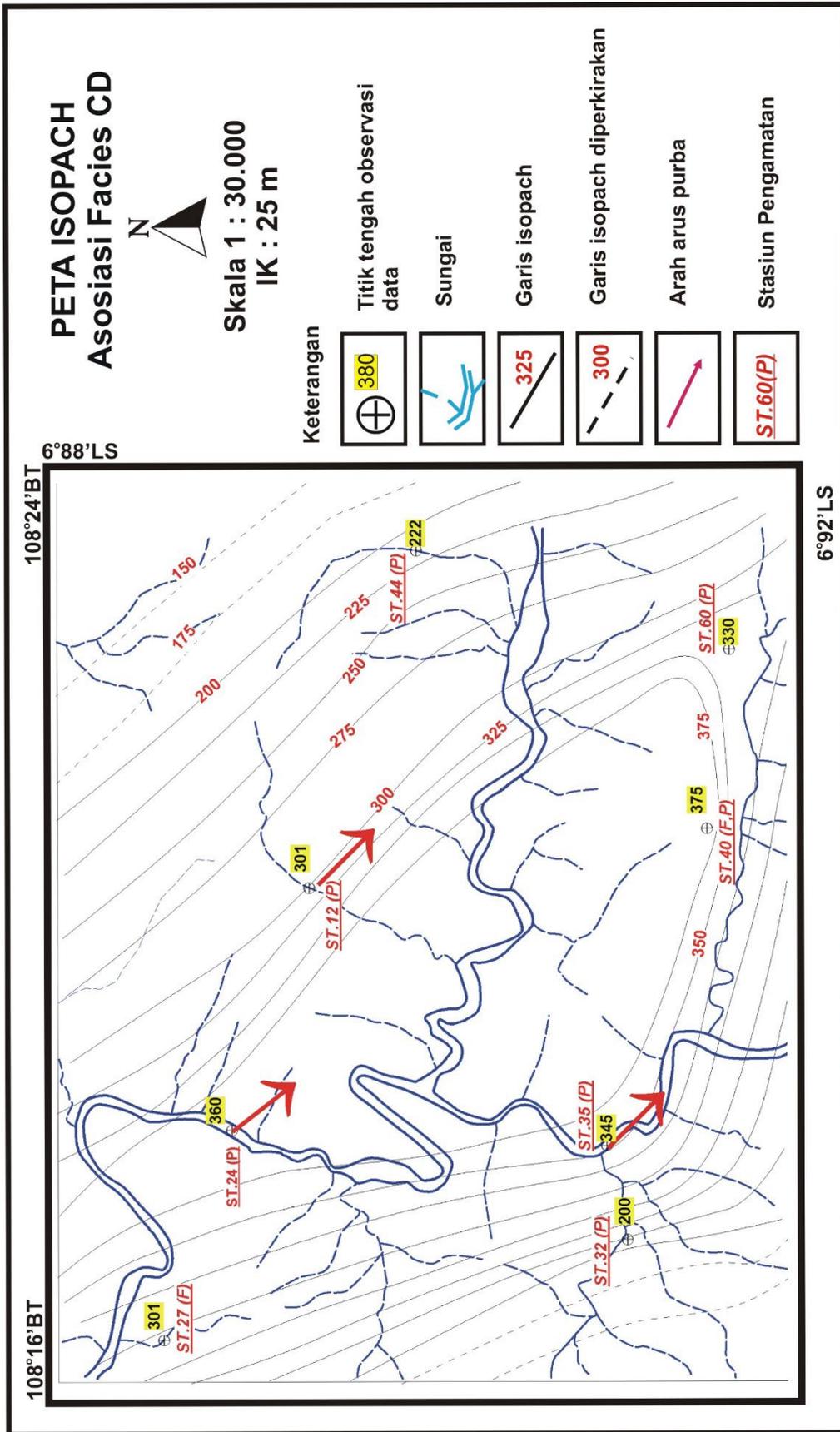
Gambar 12 Peta isopach asosiasi facies EDC



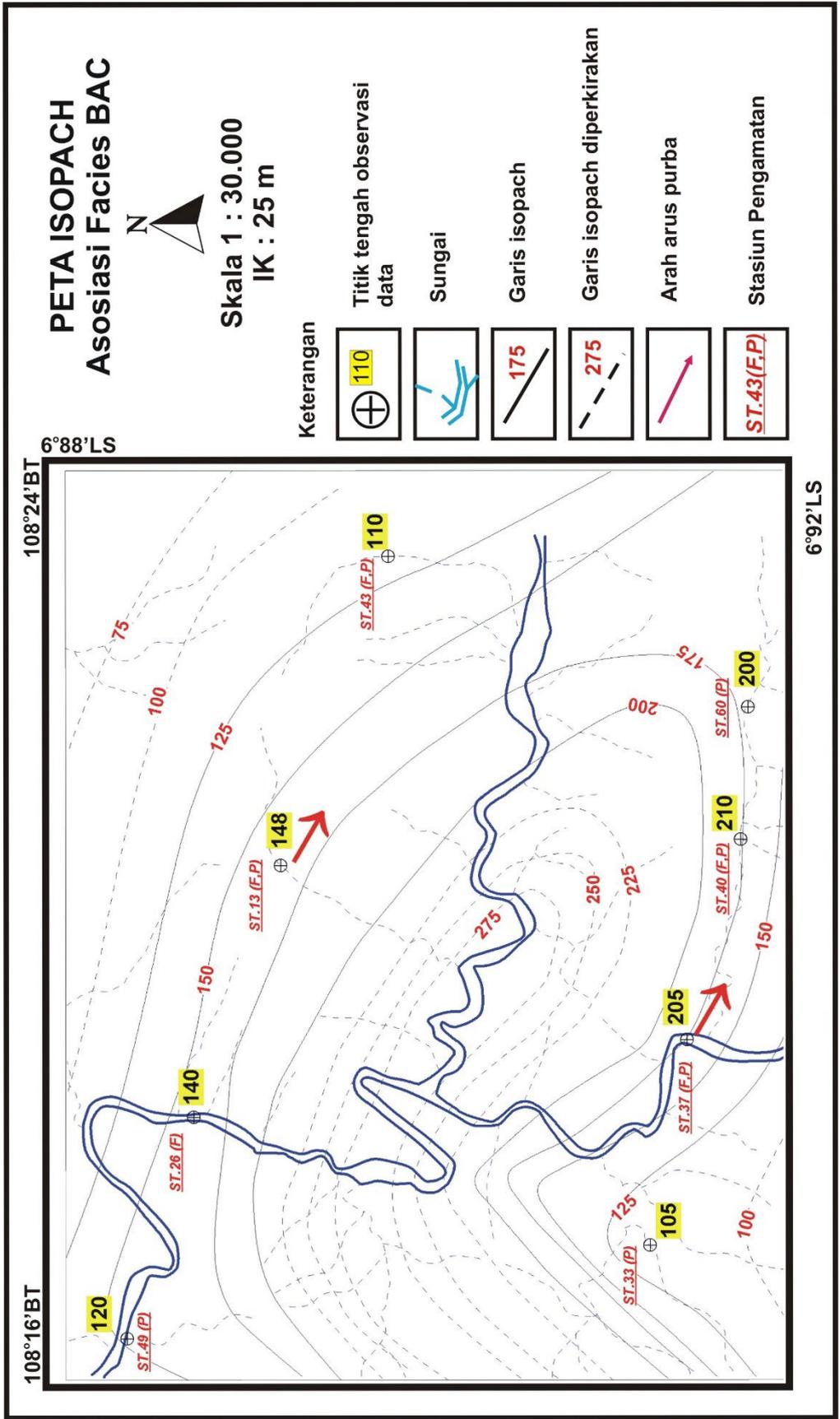
Gambar 13 Peta isopach asosiasi facies DC



Gambar 14 Peta isopach asosiasi facies FC



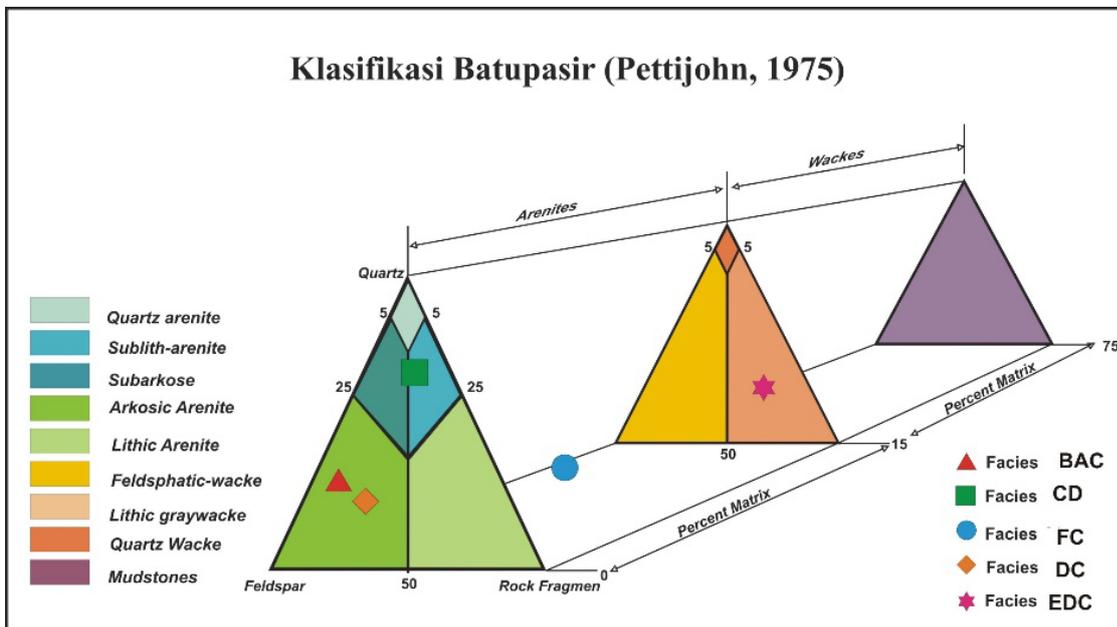
Gambar 15 Peta isopach asosiasi facies CD



Gambar 16 Peta isopach asosiasi facies BAC

Tabel 1 Ringkasan Posisi Asosiasi facies dari masing-masing contoh

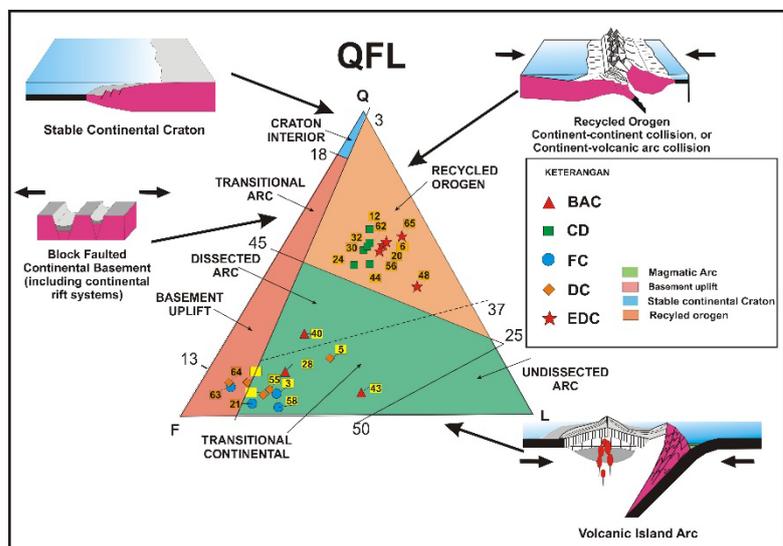
No	Stasiun Pengamatan	Koordinat		Asosiasi Facies	Nama Batuan
		Latitude	Longitude		
1	40	108,228000	-6,922780	BAC	Arkosic arenite
2	28	108,231000	-6,898180	BAC	
3	43	108,213000	-6,896300	BAC	
4	24	108,213000	-6,896300	CD	Subarkose-sublithic arenite
5	32	108,207000	-6,916610	CD	
6	30	108,211000	-6,915070	CD	
7	12	108,213000	-6,896300	CD	
8	44	108,241730	-6,896300	CD	
9	62	108,239740	-6,919690	CD	
10	21	108,210000	-6,901910	FC	Lithic arenite
11	63	108,223000	-6,913280	FC	
12	3	108,212000	-6,913750	FC	
13	58	108,227600	-6,916550	FC	Arkosic arenite
14	64	108,242090	-6,914870	DC	
15	5	108,213000	-6,909900	DC	
16	57	108,223000	-6,914950	DC	
17	55	108,206000	-6,903820	DC	
18	17	108,213000	-6,904670	DC	
19	65	108,242420	-6,913620	EDC	Lithic wacke
20	48	108,241730	-6,910370	EDC	
21	20	108,210000	-6,903270	EDC	
22	56	108,223000	-6,913280	EDC	
23	6	108,214000	-6,906840	EDC	



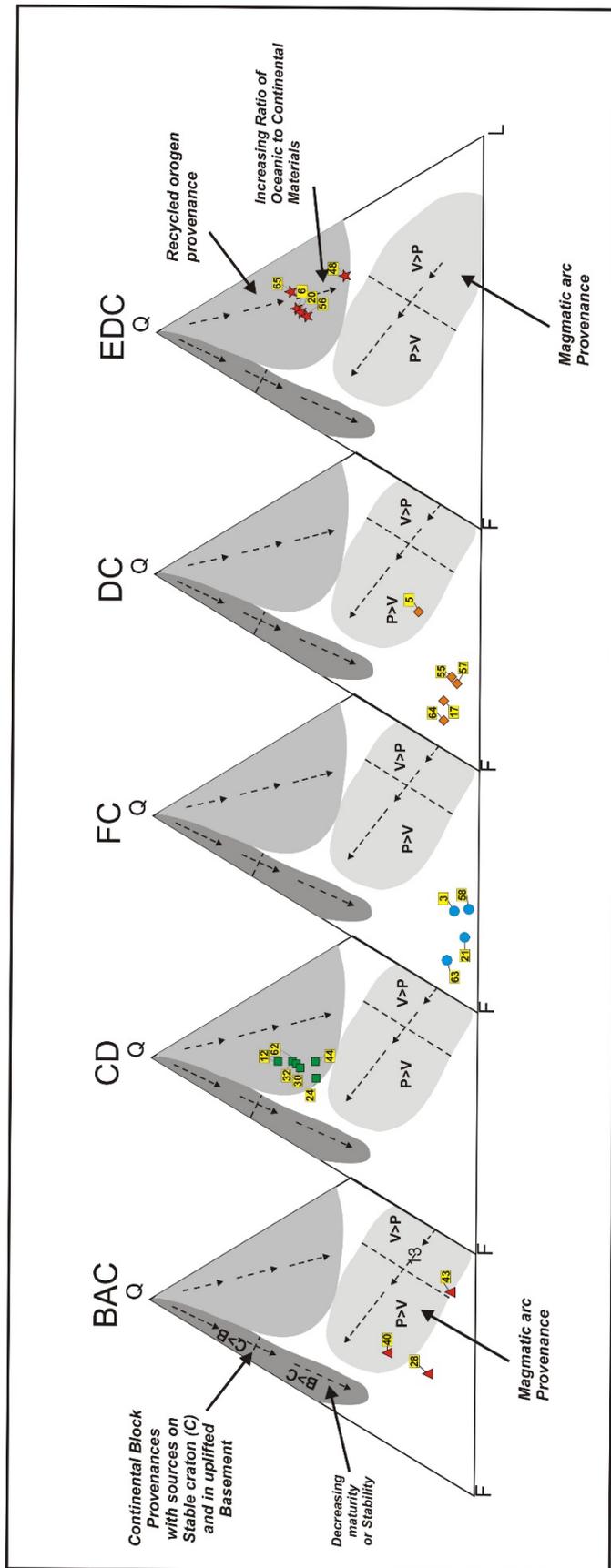
Gambar 17 Sampel batuan berdasarkan klasifikasi Batupasir menurut Pettijhon (1975)

Tabel 2 Penggolongan *provenance*, kedudukan tektonik dan komposisi pasir (menurut Dickinson, 1985)

Tipe provenance	Kedudukan Tektonik	Komposisi dan <i>Derivatif</i> Pasir
Stable craton	<i>Interior</i> benua atau <i>passive margin</i>	Pasir kuarsa (kaya Qt) dengan perbandingan Qm/Qp dan Fk/Fp yang tinggi
Basement uplift	Bagian bahu <i>rift</i> atau <i>transform</i> yang terpisah	Pasir <i>kuarsa-feldspatik</i> (Qm-F) yang rendah dalam Lt dengan perbandingan Qm/F dan Fk/Fp yang sama dengan bedrock
Magmatic arc	Busur magmatic	Pasir volkaniklastik <i>feldspatolitik</i> (F-L) dengan perbandingan P/K dan Lv/Ls yang tinggi, bergradasi menjadi <i>kuarsafeldspatik</i> (Qm-F)
Recycled orogen	Jalur pegunungan lipatan	Pasir kuarsalitik yang rendah dalam F dan Lv dengan perbandingan Qm/Qp dan Qp/Ls yang bervariasi



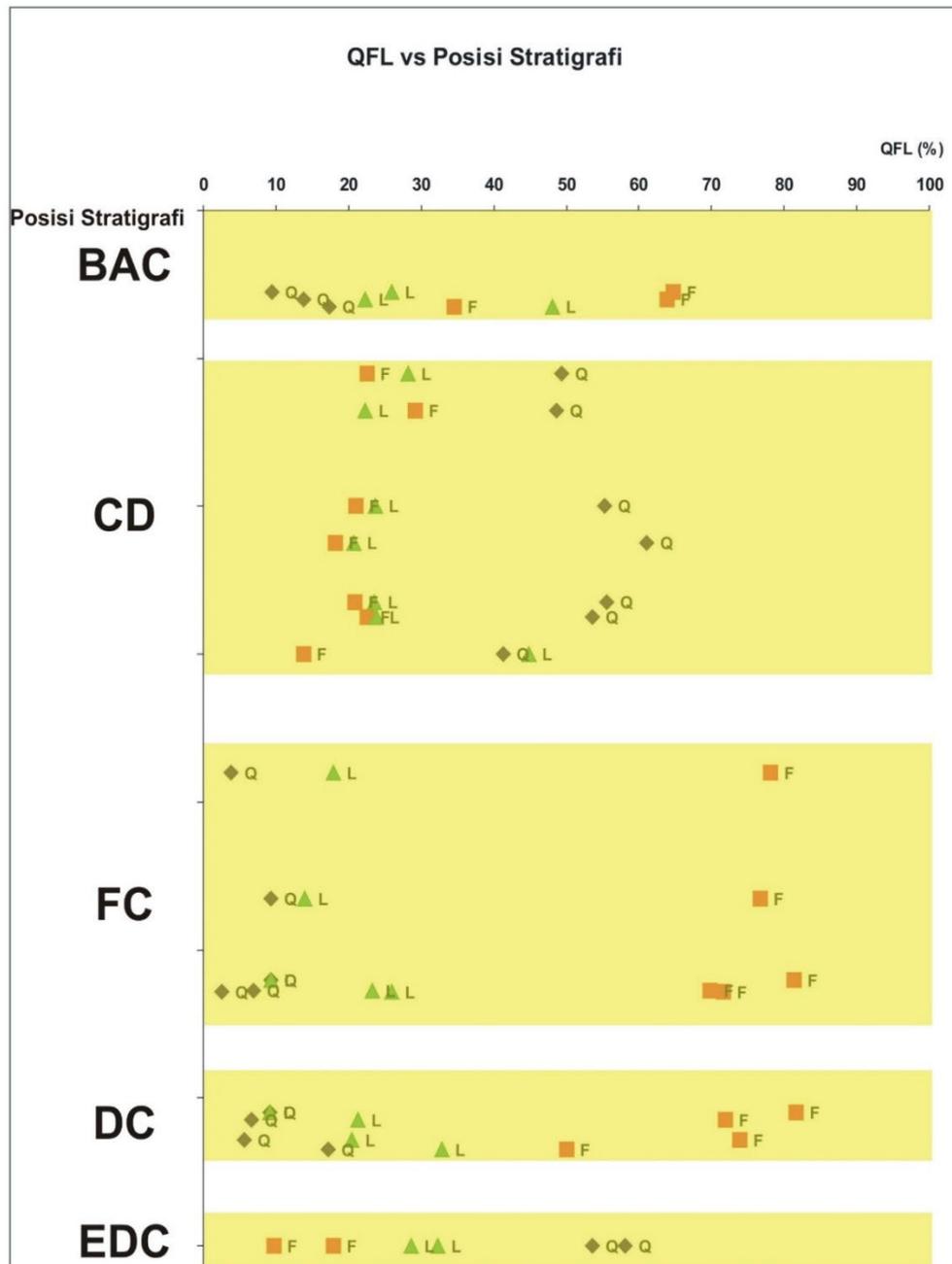
Gambar 18 *Ploting* data komposisi batupasir pada diagram QFL dan penentuan lingkungan tektoniknya



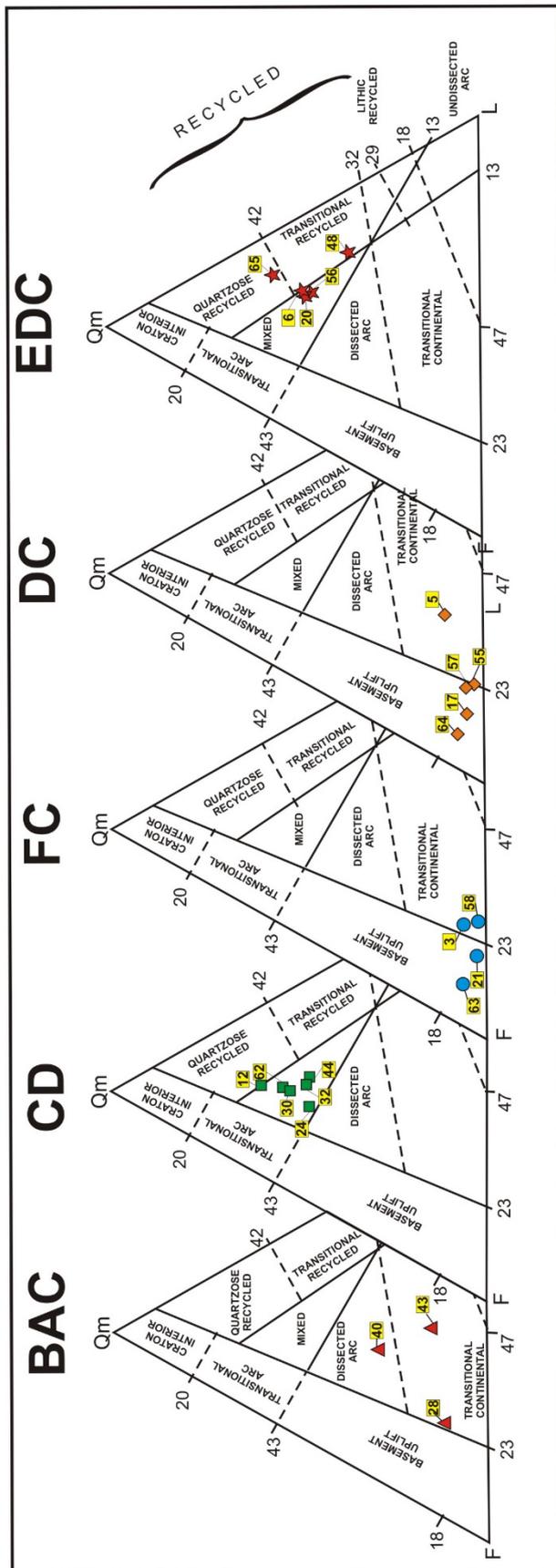
Gambar 19 Diagram Modal QFL dari asosiasi facies/turbidite substage BAC berada pada zona magmatic arc, asosiasi facies/turbidite substage DC mempunyai pola yang sama dengan asosiasi facies/turbidite substage FC masih pada zona magmatic arc yang berhubungan juga dengan zona pengangkatan dan asosiasi facies/turbidite substage EDC sama dengan asosiasi facies/turbidite substage CD pada zona recycled orogen.

Tabel 3 Asosiasi facies, Komposisi dan tipe provenance

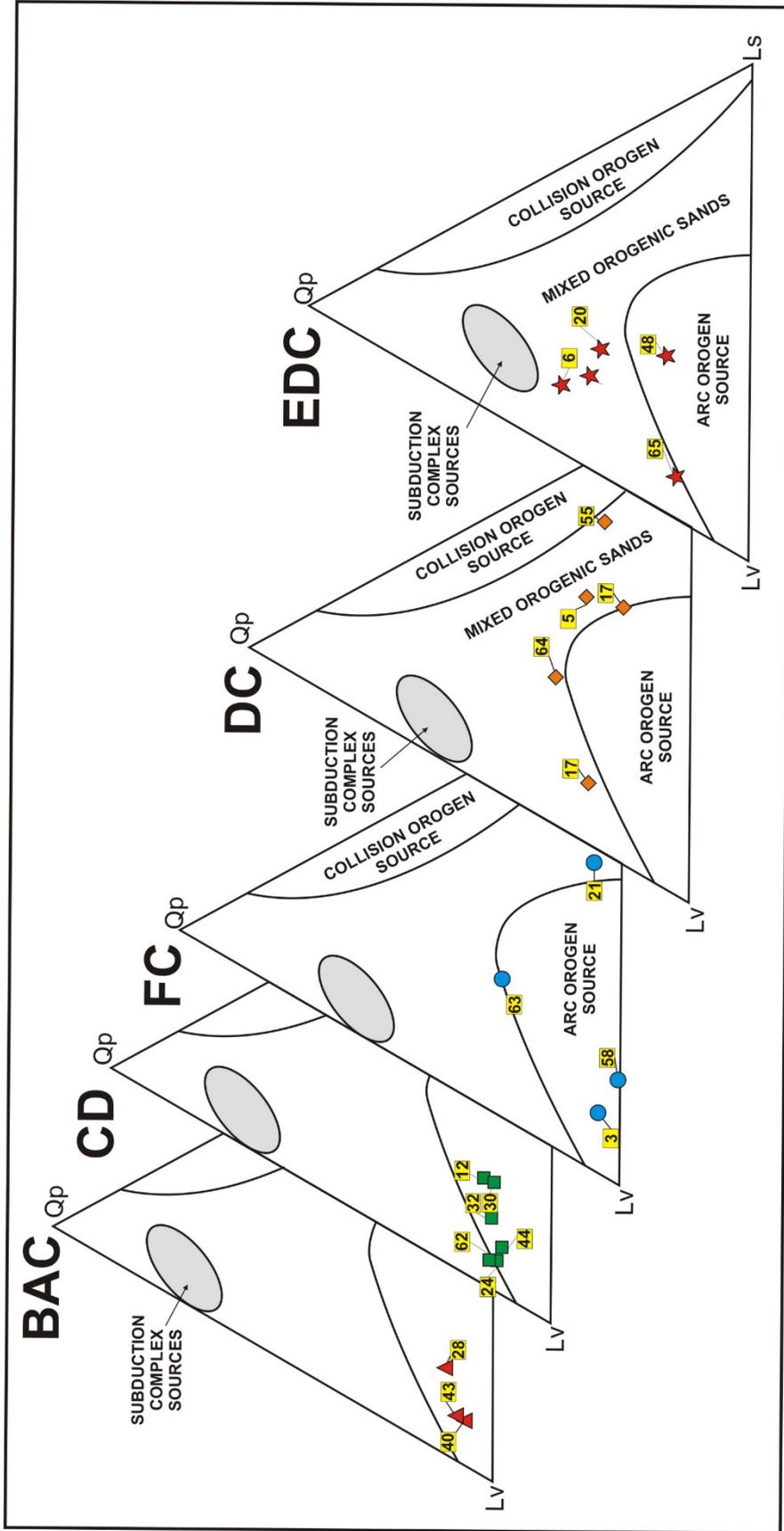
No	Asosiasi Facies	Komposisi batuan	Tipe provenance
1	BAC	F>L>Q	Magmatic arc
2	CD	F<L<Q	Recycled Orogen
3	FC	F>>L>Q	Magmatic arc
4	DC	F>L>Q	Magmatic arc
5	EDC	F<L<Q	Recycled Orogen



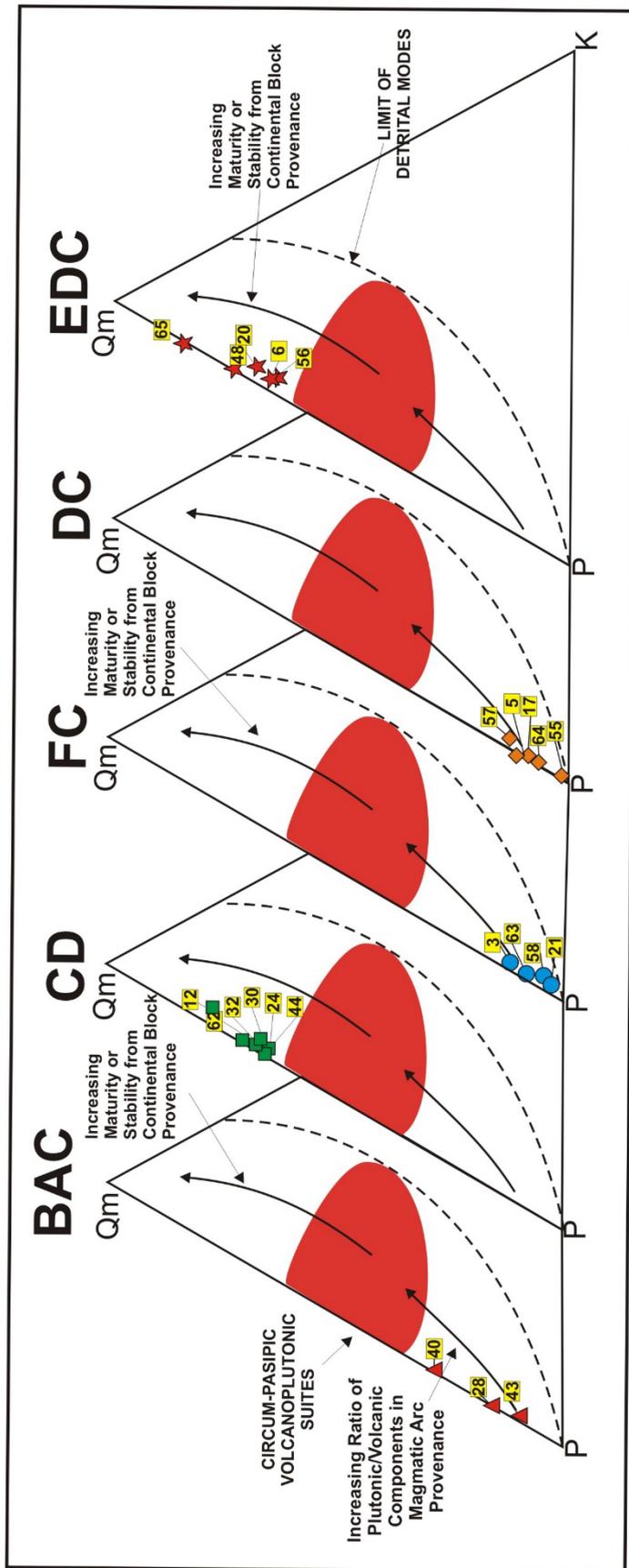
Gambar 20 Diagram QFL versus posisi stratigrafi dari masing-masing asosiasi facies/turbidite substage; Q = Kuarsa, F = Feldspar, L = Lithic fragment



Gambar 21 Diagram QmFL mengilustrasikan mineral utama penyusun batuan pada asosiasi *facies/turbidite substage BAC* berada pada zona *dissected arc-transitional continental*, asosiasi *facies/turbidite substage DC* mempunyai pola yang sama dengan *asosiasi facies/turbidite substage FC* yaitu *basement uplift-transitional continental* dan asosiasi *facies/turbidite substage EDC* sama dengan *asosiasi facies/turbidite substage CD* yaitu *recycled orogen*.



Gambar 22 Diagram Modal QpLvLs distribusi fragmen batuan yang secara garis besar terbagi pada *mixed orogenic sands* dan *arc- orogen source*



Gambar 23 Diagram Modal QmPK asosiasi facies BAC, FC dan DC pada kelompok didominasi oleh plagioklas sedangkan asosiasi facies CD dan EDC pada kelompok dominan Qm.