i-ISSN: 2597-4033
Vol. 9, No. 1, Februari 2025
Vol. …, No. …, …
PADJADJARAN GEOSCIENCE JOURNAL

REKONSTRUKSI SESAR DI BAGIAN TIMUR KOMPLEKS PASIR MALATI BERDASARKAN DATA LAPANGAN

Naomi Amaris Siagian[1], Abdurrokhim[1]

[1]Program Studi Sarjana Teknik Geologi, Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran

Korespondensi: naomi21003@mail.unpad.ac.id

ABSTRAK

Kompleks Pasir Malati yang terletak pada mandala Cekungan Bogor, berdasarkan tinjauan pustaka, merupakan bagian dari Blok Majalengka yang memiliki struktur khusus (ditandai dengan persebaran orientasi jurus dan kemiringan batuan yang cenderung tidak teratur), kontras dengan bagian luar dari Sub-Cekungan Pasir Malati yang didominasi oleh pola struktur Sumatra berarah barat laut – tenggara dan memiliki topografi pegunungan-pegunungan memanjang. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi dan merekonstruksi sesar-sesar yang terletak di bagian timur dari Kompleks Pasir Malati dengan menggunakan data lapangan hasil pemetaan struktur geologi, yang dikalibrasi dengan intepretasi sesar menggunakan data DEM (*digital elevation model*) dan dengan mengacu juga kepada perubahan-perubahan arah aliran sungai. Hasil rekonstruksi menunjukan dominasi pola struktur Sumatra yang dimiliki oleh sesar-sesar di daerah penelitian, berikut ditemukan sesar-sesar *conjugate* dan sesar inversi. Intepretasi terhadap hasil rekonstruksi sesar mengindikasikan adanya perubahan rezim tektonik dari kompresional menjadi ekstensional akibat *compressional release* dan akibat *flexure* yang hasilkan oleh kompensasi beban topografi pada Cekungna Bogor yang merupakan *retroarc foreland basin*.

Kata kunci : Garis gores, Sesar, Inversi, Pola Sumatra, Pasir Malati

ABSTRACT

The Pasir Malati Complex located in the Bogor Basin mandala, based on a literature review, is part of the Majalengka Block which has a special structure (characterized by the distribution of strike orientation and rock slopes that tend to be irregular), in contrast to the outer part of the Pasir Malati Sub-Basin which is dominated by a northwest-southeast trending Sumatran structural pattern and has elongated mountainous topography. This study was conducted to identify and reconstruct faults located in the eastern part of the Pasir Malati Complex using field data from geological structure mapping, which was calibrated with fault interpretation using DEM (digital elevation model) data and by referring to changes in river flow direction. The reconstruction results show the dominance of the Sumatran structural pattern owned by faults in the study area, along with conjugate faults and inversion faults. Interpretation of the fault reconstruction results indicates a change in tectonic regime from compressional to extensional due to compressional release and due to flexure produced by topographic load compensation in the Bogor Basin which is a retroarc foreland basin.

Keywords: Slickenline, Faults, Inversion, Sumatra Pattern, Pasir Malati

PENDAHULUAN

Singkapan-singkapan dari Formasi Citalang dan Formasi Kaliwangu memiliki arah jurus dan kemiringan perlapisan yang tersebar secara tidak teratur di sekitar daerah Pasir Malati yang dibatasi oleh pertemuan antiklinorium Pola Struktur Jatigede dengan Pola Struktur Baribis yang memiliki arah struktur barat laut – tenggara (Gambar 1). Ketidakteraturan pada pola persebaran batuan dari kedua formasi di atas bisa diobservasi dari perbedaan bentuk geomorfologi yang kontras dibandingkan geomorfologi yang dibentuk oleh pola persebaran formasi-formasi yang lebih tua, seperti Formasi Cinambo dan Formasi Halang, yang umumnya memiliki arah persebaran mengikuti Pola Struktur Jatigede, menghasilkan topografi berupa pegunungan memanjang (Martodjojo, 2003).

Sehubungan dengan hal di atas, penulis hendak mengidentifikasi persebaran indikasi-indikasi sesar di sekitar daerah penelitian dan korelasinya terhadap data arah jurus dan kemiringan batuan penyusun Formasi Citalang dalam Kompleks Pasir Malati. Harapannya, hasil penelitian ini dapat digunakan untuk menunjang penelitian lanjutan terkait struktur geologi Kompleks Pasir Malati.

GEOLOGI REGIONAL

Kompleks Pasir Malati terletak di sebelah barat mandala Cekungan Bogor berdasarkan klasifikasi menurut Martodjojo (2003). Secara umum, Cekungan Bogor terdiri dari kumpulan cekungan yang isiannya didominasi oleh endapan dari produk aliran gravitasi berisi fragmen batuan sedimen maupun batuan beku yang terbentuk pada lingkungan pengendapan laut dalam, sebagaimana sedimen penyusun Formasi Cinambo dan Formasi Halang yang pada daerah penelitian tersebar mengikuti Pola Struktur Jatigede. Cekungan tersebut tampak mengalami pendangkalan yang dimulai sekitar Periode Mio-Pliosen sejak busur vulkanik dari selatan bergeser lebih ke arah utara, menempati sebagian wilayah Cekungan Bogor. Pendangkalan ini dipengaruhi oleh peristiwa kompresi dengan arah tegasan berarah utara – selatan yang terjadi pada Periode Miosen Akhir dan Plio-Plistosen, menyebabkan pengangkatan. Cekungan Bogor selama masa itu memiliki konfigurasi berupa *retroarc-foreland basin*. Selama periode Plio-Plistosen tersebut terendapkan formasi-formasi seperti Formasi Kaliwangu dan Formasi Citalang yang sudah bukan merupakan endapan turbidit; ditemukan mengisi bagian dalam Kompleks Pasir Malati saat posisi blok Pasir Malati masih belum mengalami inversi menjadi terangkat oleh sesar naik (Satyana, 2002; Martodjojo, 2003).

Selanjutnya, sehubungan dengan pola struktur regional daerah penelitian, Kompleks Pasir Malati secara dominan disusun oleh Pola Sumatra berarah barat laut – tenggara sebagaimana diwakilkan oleh Pola Sesar Baribis, serta juga didominasi oleh Pola Jawa berarah barat – timur. Struktur-struktur geologi yang berkembang pada regional daerah penelitian ini merupakan struktur geologi yang mengikuti konsep *pure shear* (Gambar 2) menurut Moody dan Hill (1956) akibat subduksi lempeng Samudera Hindia yang menujam ke bawah lempeng Benua Eurasia di sebelah selatan Pulau Jawa (Helmi & Haryanto, 2008)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berfokus dalam mengkaji objek penelitian yang berupa singkapan batuan Formasi Citalang yang terletak di dalam Kompleks Pasir Malati di sekitar perbatasan daerah Majalengka dan Sumedang. Penelitian ini disusun atas beberapa tahap penelitian, mulai dari tahap studi literatur mengenai geologi regional daerah penelitian dan seputar konsep dasar struktur geologi, tahap pekerjaan geologi lapangan (*geological fieldwork*), serta tahap penelitian studio yang mencangkup pengolahan dan penginterpretasian data

struktur geologi berdasarkan konsep Moody dan Hill (1956). Data yang digunakan merupakan data kelurusan lembahan dan punggungan, data pola pengaliran sungai dan kelokan sungai, jurus dan kemiringan batuan, jenis litologi, data cermin sesar (*slicken line*) seperti arah jurus dan kemiringan bidang sesar, *pitch,* serta kesan pergerakan (*sense of movement*) berdasarkan penanggan dan gores/*striation*, serta bukti-bukti sesar lainnya seperti keberadaan lipatan seret, batuan sesar, gawir, serta kondisi topografi dan morfologi penciri sesar seperti pegunungan memanjang dan perbedaan elevasi yang signifikan dipisahkan lereng curam, atau keberadaan perbedaan tingkat kemiringan lereng yang signifikan. Populasi data dipilih berdasarkan data dari objek penelitian yang dianggap dapat merefleksikan indikasi keberadaan sesar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa jenis sesar pertama-tama direkonstruksi keberadaanya menggunakan data cermin sesar yang diperoleh di lapangan berdasarkan klasifikasi Rickard (1972). Perekonstrusian ini dilakukan juga dengan memperhatikan gambaran topografi dari *Digital Elevation Model* (DEM) serta pembelokan aliran sungai dari data Rupa Bumi Indonesia (RBI).

Gambaran topografi dari DEM tersebut (Gambar 1) turut diperoleh dari penarikan kelurusan lembahan dan punggungan di sekitar area Kompleks Pasir Malati. dengan menggunakan data *DEM (Digital Elevation Model*) menghasilkan diagram rosette kelurusan yang keduanya dominan memiliki arah Barat Laut – Tenggara seturut pola struktur Sumatra.

Setelah dilakukan analisis pada Kompleks Pasir Malati secara luas, kemudian data DEM diperbesar untuk difokuskan kepada daerah penelitian, sehingga dapat dianalisis lebih lanjut bersamaan dengan arah aliran sungai.

Berdasarkan observasi, pada beberapa lokasi tertentu di sepanjang Sungai Ci Lutung, Sungai Ci Paingeun, Sungai Ci Bayawak, Sungai Ci Sempong, dan Sungai Ci Jurey (Gambar 2) terdapat arah aliran sungai yang mendadak berpindah atau berkelok secara tajam (mendekati 90°) secara tidak natural. Kelokan-kelokan ini dapat disebabkan oleh pergeseran secara lateral akibat sesar mendatar. Arah kelokan ini juga dapat menjadi alat konfirmasi ataupun kalibrasi apakah sesar bergerak secara dekstral atau sinistral.

Setelah dilakukan beberapa analisis di atas, kemudian sesar-sesar yang ditarik menggunakan cermin sesar dikalibrasi kesesuaian kakrakteristik serta batas perpanjangannya dengan cara dikorelasikan dengan data arah aliran dan perubahan kelokan sungai serta dengan topografi berupa kelurusan lembahan dan punggungan (Gambar 3). Setelah ketiga integrasi data tersebut menunjukan hasil yang sesuai, kemudian cermin sesar diklasifikasikan berdasarkan referensi dari Rickard (1972) sebagaimana tercantum dalam Tabel 1. Sesar-sesar ini saling berkorelasi dengan sejarah tegasan yang pernah mempengaruhi daerah penelitian baik secara lokal maupun regional (proyeksi sesar tercantum pada Gambar 6).

Hasilnya, enam indikasi sesar menunjukan sesar oblik (empat indikasi sesar oblik memiliki pegerakan blok *hanging wall* yang relatif turun, dan dua indikasi sesar oblik lainnya memiliki pergerakan yang relatif naik); selain itu, tiga indikasi sesar direkonstruksi merupakan sesar *dip-slip* (dengan dua di antaranya memiliki pergerakan blok *hanging wall* yang relatif naik, serta satu relatif turun). Adapun, pada stasiun N39 ditemukan dua cermin sesar dan ofset perlapisan yang mengindikasikan terjadinya inversi, ditandai oleh adanya indikasi sesar *dextral thrust slip-fault* pada perlapisan yang secara urutan stratigrafi lebih tua, dan indikasi sesar *normal dip slip-fault* pada perlapisan yang lebih muda. Keduanya memiliki orientasi bidang sesar yang relatif seragam. Adapun sebagian besar kemiringan bidang pada sesar-sesar

yang menyusun daerah peneltian cukup tinggi, yakni lebih besar dari 45°. Kemudian, bidang sesar memiliki orientasi yang sangat bervariasi, mulai dari N15°E hingga N315°E. Hasil rekonstruksi sesar ini dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.

Berdasarkan rekonstruksi ynag telah dilakukan, ditarik kesimpulan bahwa indikasi-indikasi sesar tersebut dominan menunjukan pola struktur Sumatra, sesuai dengan tren kelurusan yang berkembang secara umum pada Kompleks Pasir Malati. Indikasi inversi sesar pada stasiun N39 dari yang awalnya memiliki pergerakan relatif naik menganan dan menjadi sesar normal diintepretasikan terjadi sebagai produk *release* dari gaya kompresi yang membentuk pergerakan relatif naik. Indikasi-indikasi sesar di antara stasiun N37 dan N38 yang memiliki pergerakan relatif turun menganan, serta stasiun N39 yang awalnya relatif bergerak naik menganan dan berada kurang lebih sejajar dengan posisi sesar-sesar hasil rekonstruksi di sekitar stasiun N37 dan 38 diintepretasikan sebagai 1) sesar orde 1 (Moody & Hill, 1956), dan 2) pada awalnya sama-sama memiliki pergerakan relatif naik menganan akibat kompresi, sebelum mengalami *release* dan menjadi bergerak relatif turun; serta 3) bersifat *conjugate* dengan sesar yang diindikasikan dari stasiun N69 (memiliki pergerakan relatif naik mengiri), yang juga diintepretasikan sebagai sesar orde 1 bersama dengan perpanjangan bagian atas rekonstruksi sesar dari stasiun MS yang juga memiliki arah struktur timur laut – barat daya (pola Meratus)—dalam hal ini rekonstruksi sesar di sekitar stasiun MS yang menunjukan pola struktur Sumatra dan bergerak relatif naik mengiri dianggap sebagai *relay*. Indikasi sesar pada stasiun N50 yang memiliki pergerakan relatif turun mengiri juga memiliki posisi yang cenderung sejajar dengan indikasi sesar yang direkonstruksi pada stasiun N69. Sehingga, ada kemungkinan bahwa sesar normal mengiri yang direkonstruksi pada stasiun N50 disebabkan oleh gaya *release* yang berhubungan dengan gaya kompresi yang menyebabkan sesar pada stasiun N69. Adapun indikasi sesar normal pada perlapisan yang relatif muda di stasiun N39, serta dengan sesar normal mengiri pada stasiun N50 tampaknya berkorelasi dengan ditemukannya batuan andesit pada zona sesar-sesar tersebut yang cenderung disebabkan oleh intrusi. Untuk indikasi sesar yang direkonstruksi dari stasiun N84, diintepretasikan merupakan sesar orde 2 yang memiliki pergerakan relatif menganan, dan memotong perlapisan yang lebih tua (ekuivalen dengan Formasi Cinambo yang terendapkan pada umur Miosen).

Dengan melihat hasil identifikasi dan intepretasi di atas, diperoleh gambaran besar bahwa sesar-sesar hasil rekonstruksi tersebut kebanyakan mengalami perubahan rezim, dari yang awalnya kompresional (dikaitkan dengan intepretasi geologi regional dari kajian pustaka dimana Sub-Cekungan Pasir Malati mengalami *uplifting* akibat keterbentukan sesar naik yang menginversi blok Pasir Malati yang awalnya diakomodasi sesar normal), dan kemudian menjadi didominasi rezim ekstensional. Rezim ekstensional tersebut diintepretasikan dapat terjadi sebagai bentuk *releasing force* yang disebabkan rezim kompresional sebelumnya, dan/atau bisa juga disebabkan karena terjadinya pelengkungan kerak (*flexure*) yang sehubungan dengan konfigurasi Cekungan Bogor, dimana Kompleks Pasir Malati berada, yang merupakan *retro-arc foreland basin*. Jenis cekungan tersebut masuk ke dalam tipe cekungna yang terbentuk akibat *flexure* hasil kompensasi dari beban topografi (DeCelles & Giles, 1996).

KESIMPULAN

Hasil rekonstruksi sesar pada bagian timur dari Kompleks Pasir alati menunjukan sejarah deformasi yang kompleks, didominasi oleh pola struktur Sumatra yang berarah barat laut – tenggara. Berdasarkan intepretasi terhadap rekonstruksi yang telah dilakukan,

ditemukan adanya indikasi perubahan rezim tektonik dari kompresi menjadi eksteni yang menimbulkan sesar-sesar inversi. Hal tersebut diduga terjadi karena pengaruh *compressional release* dari rezim kompresi, dan/atau dipengaruhi oleh peristiwa pelekukan kerak (*flexure*) yang terjadi pada Cekungan Bogor yang merupakan *retro-arc foreland basin*.

DAFTAR PUSTAKA

DeCelles, P. G., & Giles, K. A. (1996). Foreland basin systems. *Basin research*, *8*(2), 105-123.

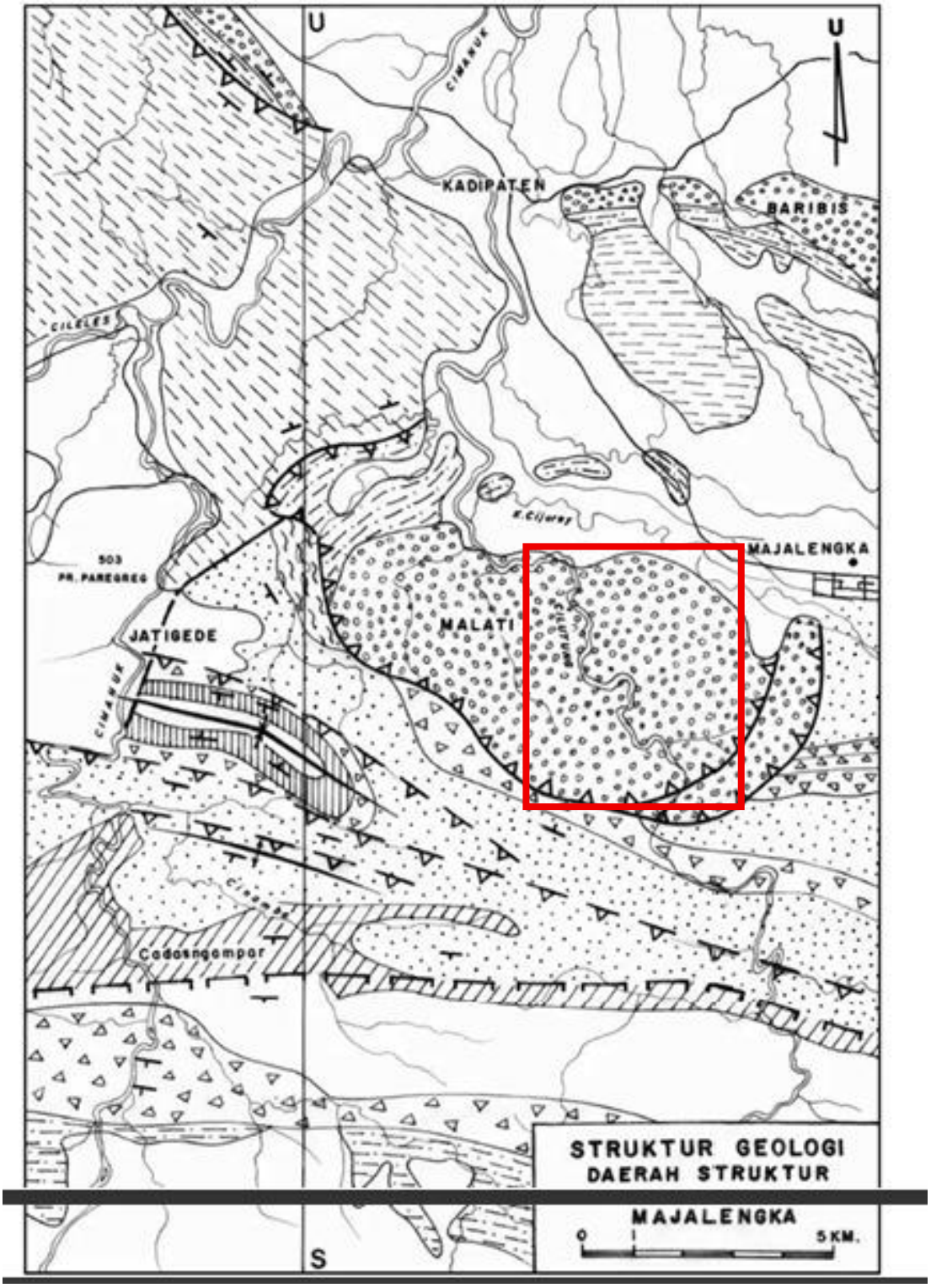
Helmi, F., & Haryanto, I. (2008). Pola Struktur Regional Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contribution*, *6*(1).

Martodjojo. 2003. Evolusi Cekungan Bogor Jawa Barat (Bandung: ITB Bandung)

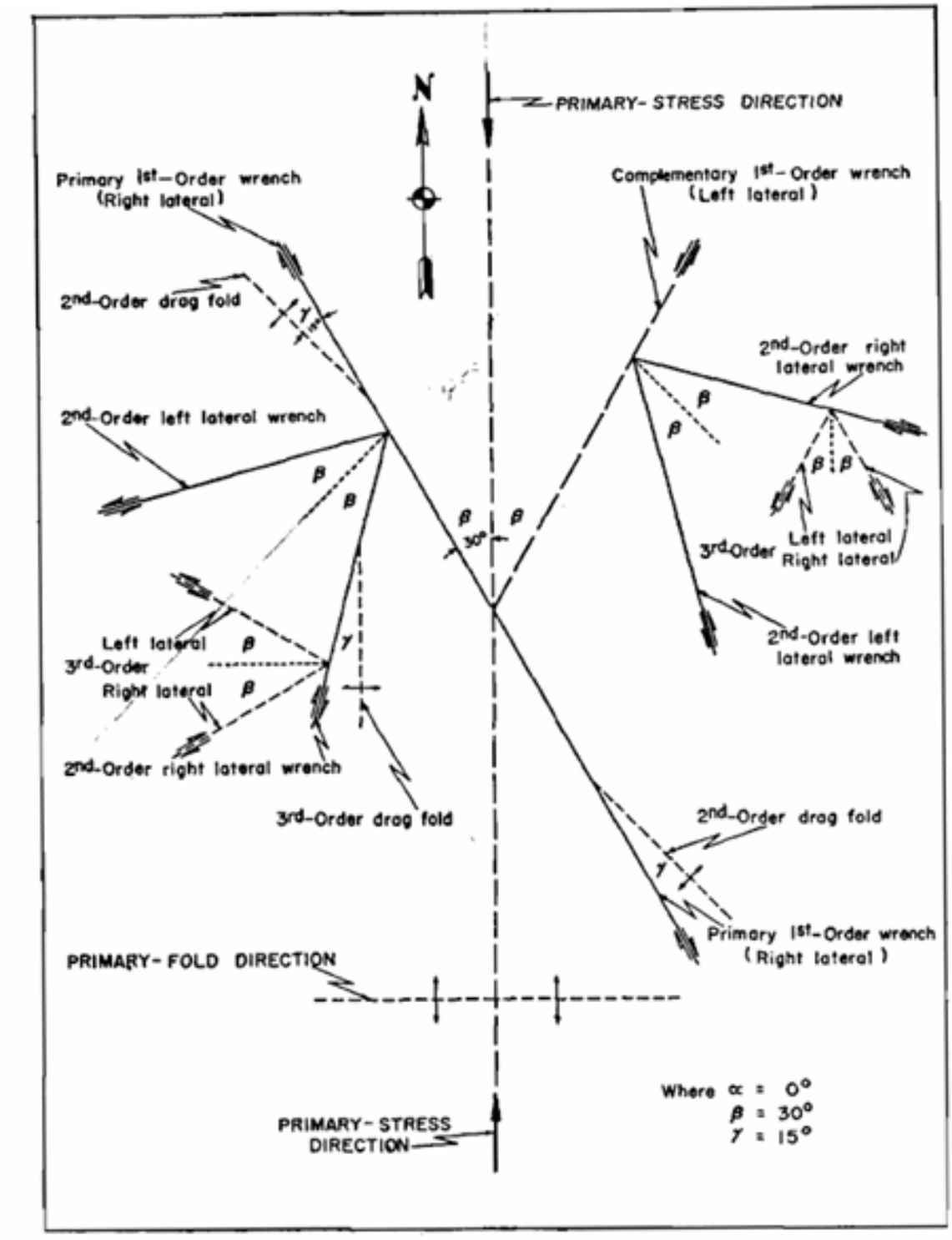
Moody, J. D., & Hill, M. J. (1956). Wrench-fault tectonics. *Geological Society of America Bulletin*, *67*(9), 1207-1246.

Satyana, A. H., Armandita, C., Raharjo, B., & Syafri, I. (2002). New Observations on the Evolution of the Bogor Basin, West Java: Opportunities for Turbidite Hydrocarbon Play. *Bul. Geol. Inst. Teknol. BANDUNG–Ed. KHUSUS*, *42*.

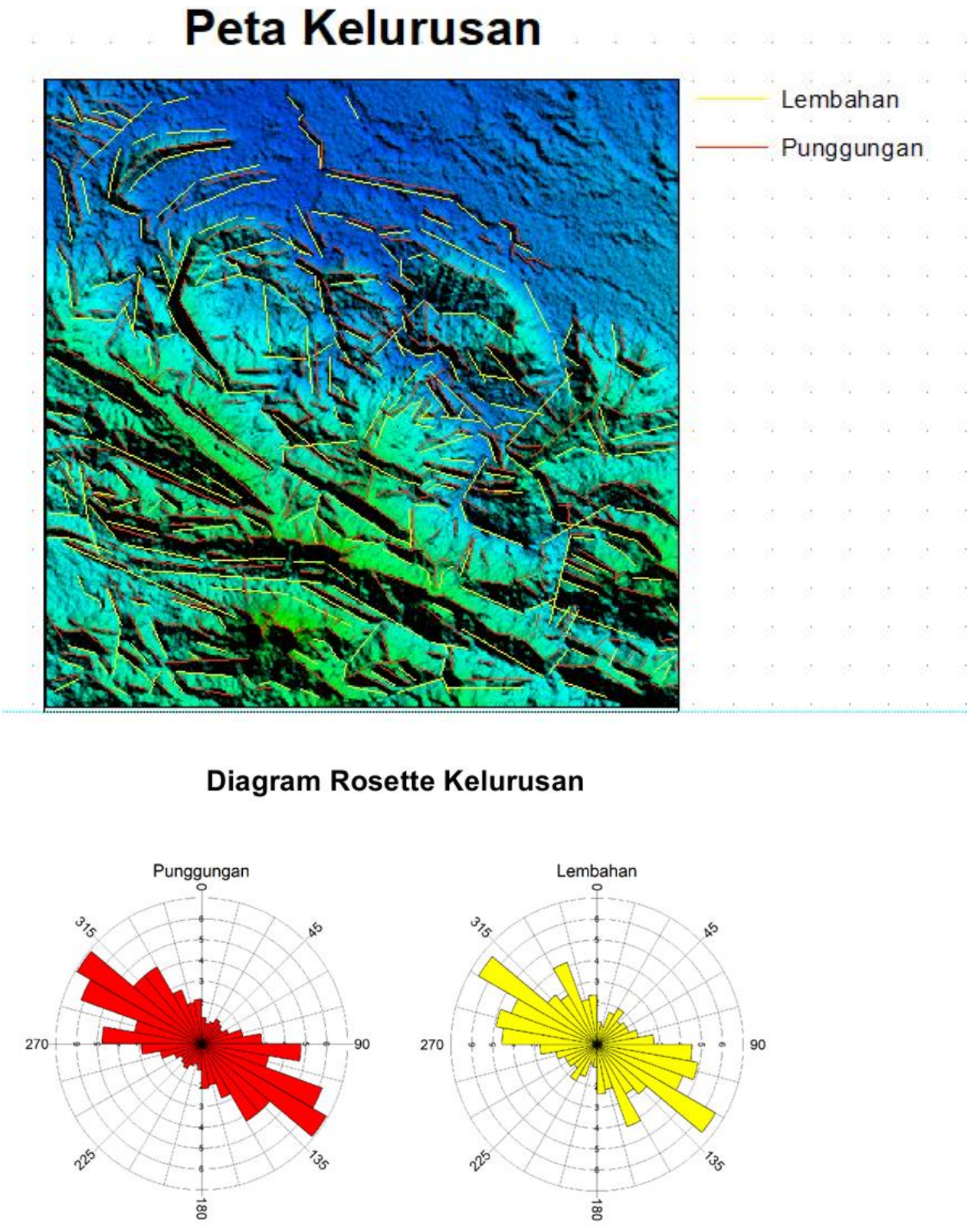
LAMPIRAN



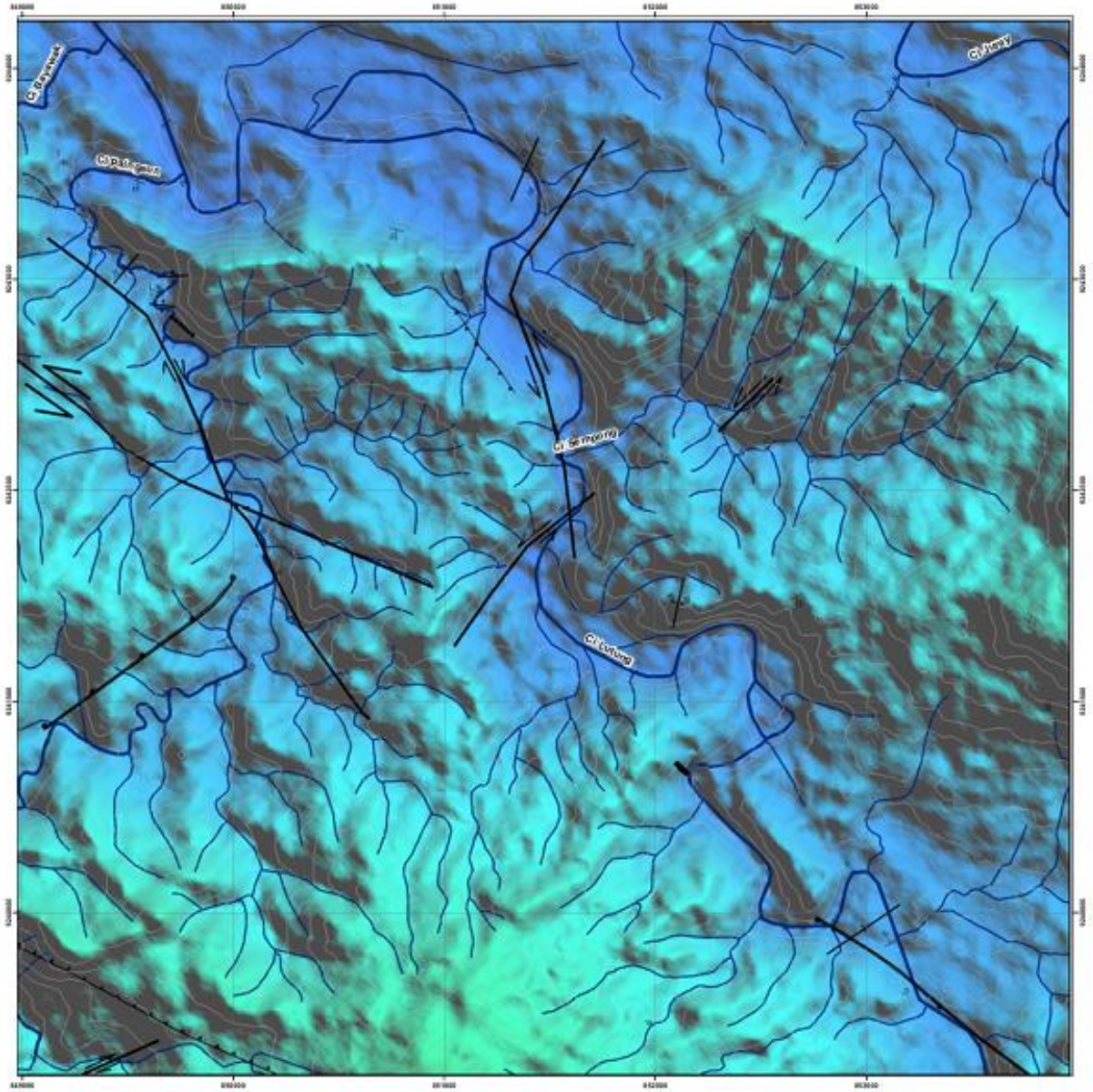
Gambar 1 Struktur geologi blok Majalengka. Kotak merah menunjukan lokasi penelitian (Martodjojo, 2003, dimodifikasi)



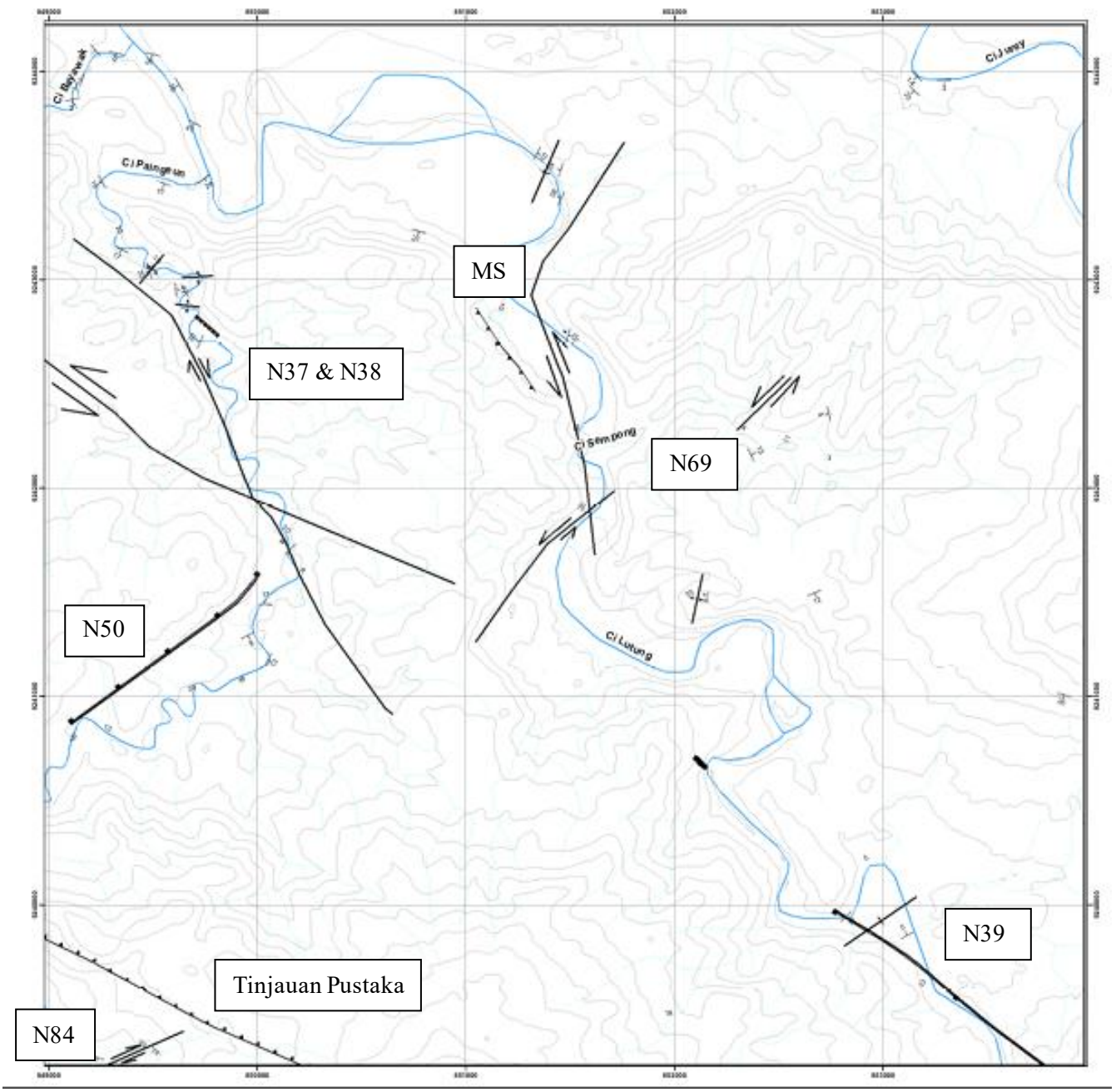
Gambar 2 Skema sistem sesar mendatar di bawah rezim kompresi berarah utara-selatan (Moody & Hill, 1959)



Gambar 3 Hasil penarikan kelurusan punggungan dan lembahan berikut proyeksi pada diagram rosette dari area penelitian di dalam Kompleks Pasir Malati



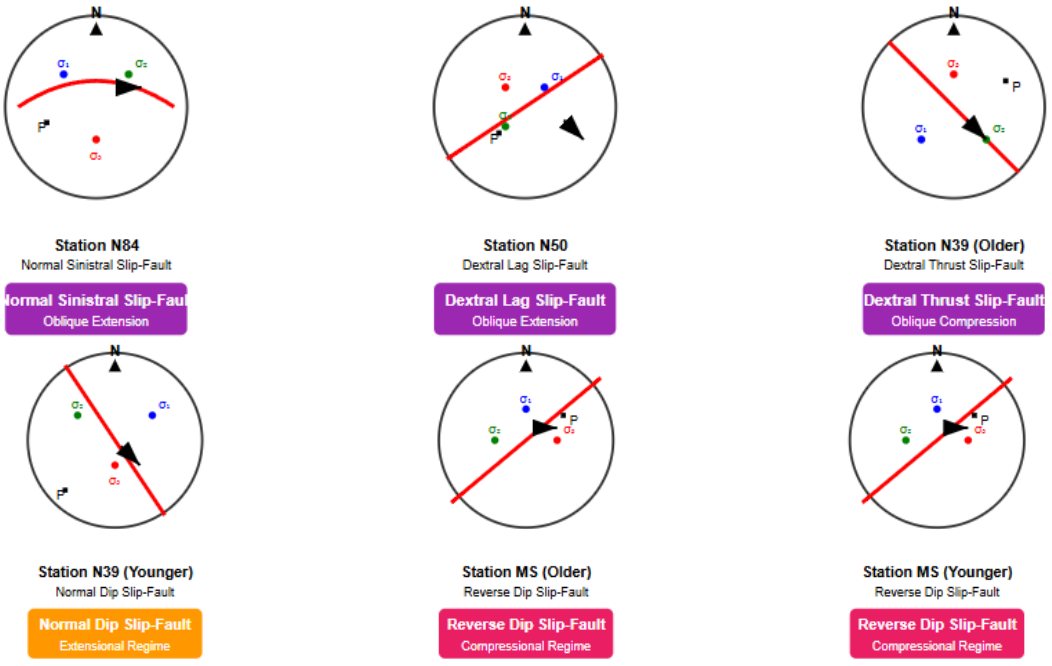
Gambar 4 Integrasi DEM, Pengaliran Sungai, dan Rekonstruksi Sesar



Gambar 5 Hasil Rekonstruksi Sesar Daerah Penelitian

Tabel 1. Data Cermin Sesar

Stasiun	Orientasi Bidang Sesar	Pitch (°)	Jenis Blok Gantung	Pola Permukaan	Gerakan	Jenis Sesar
N84	N15°E/84°	19	Hanging wall	Menghalus ke atas	Turun mengiri	Normal sinistral slip-fault
N50	N189°E/42°	51	Foot wall	Menghalus ke bawah	Turun Menganan	Dextral lag slip-fault
N39 (Older)	N290°E/44°	60	Foot wall	Menghalus ke atas	Naik Menganan	Dextral thrust slip-fault
N39 (Younger)	N300°E/19°	80	Foot wall	Menghalus ke bawah	Turun mengiri	Normal dip slip-fault
MS (Older)	N180°E/65°	82.5	Foot wall	Menghalus ke atas	Naik Mengiri	Reverse dip slip-fault
MS (Younger)	N164°E/70°	87.5	Foot wall	Menghalus ke atas	Naik Menganan	Reverse dip slip-fault
N69	N238°E/29°	55	Foot wall	Menghalus ke atas	Naik mengiri	Sinistral thrust slip-fault
Antara N37 dengan N38	N315°E/47°	78	Foot wall	Menghalus ke bawah	Turun menganan	Dextral normal slip-fault
Antara N37 dengan N38	N312°E/67°	18	Foot wall	Menghalus ke bawah	Turun Menganan	Normal dextral slip-fault



Gambar 6 Proyeksi Sesar Daerah Penelitian