

## IDENTIFIKASI STRUKTUR GEOLOGI BERDASARKAN ASPEK MORFOLOGI, STRATIGRAFI, POLA JURUS LAPISAN BATUAN DAN SEBARAN BATUAN : STUDI KASUS DAERAH BANTARUJEG-MAJALENGKA, PROVINSI JAWA BARAT

Iyan Haryanto<sup>1)</sup>, Nurdradjat<sup>2)</sup> dan Irdanto Saputra<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Laboratorium Geodinamik, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

<sup>2)</sup>Laboratorium Stratigrafi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

<sup>3)</sup>Mahasiswa Geologi, Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

### ABSTRACT

*The study is located at Bantarujeg, Majalengka, West Java where tertiary sedimentary rocks are exposed. The depositional environment is concluded as shallow marine – deep water. In a present day, the sedimentary rocks are deformed and create a steep hills extending from west – east of the study area as a result of fault and folding processes. In some of the study area, deformed sedimentary rocks feature is resulted by sedimentation processes called slump. Various deformation model and interpretation on study area is often confuse geological history interpretation of study area. The main cause of folding in the study area may be adjacent to sedimentation processes or tectonic processes. The study is based on structural interpretation on topography map, drainage pattern, and digital elevation model analysis (DEM). Field observation is conducted to measure structural feature and identify sedimentology and morphology aspects. Structural geology Bantarujeg is expressed by steep hills morphology extending from west – east. The morphology is controlled by rock strike with rock dip measured from 30°-60°. In the middle of the depression (valley), layer dip generally above 40° shows the area is a result of compression and related to reverse fault. Local fold and drag fold is also founded on the reverse fault zone and in other location slump structure and local drag fold also identified. In general, the study area is a result of compression tectonic regime creating fold and thrust belt followed by tear fault deformation.*

**Keywords:** *tear fault, fold and thrust belt, slump structure, drag fold*

### ABSTRAK

Daerah Bantarujeg, Kabupaten Majalengka Provinsi Jawa Barat, merupakan salah satu daerah di Jawa Barat yang banyak menyingkapkan batuan sedimen Tersier, mulai dari lingkungan laut dangkal hingga laut dalam. Pada saat ini, batuan tersebut telah terdeformasi membentuk rangkaian perbukitan yang di dalamnya berkembang struktur lipatan yang disertai proses pensesaran. Walaupun struktur lipatan umumnya terbentuk akibat proses tektonik, namun di beberapa lokasi merupakan hasil proses sedimentasi atau dinamakan sebagai struktur *slump* (struktur longsoran). Kondisi inilah yang kemudian menjadi bahan perdebatan apakah struktur lipatannya berhubungan dengan proses pensesaran atau akibat dari mekanisme sedimentasi. Disamping struktur lipatan, penentuan struktur sesar juga seringkali dipermasalahkan, terutama mengenai jenis pergeseran yang dikaitkan dengan aspek stratigrafinya. Makalah ini bertujuan untuk mengetahui pola struktur geologi berikut latar belakang pembentukannya di daerah Bantarujeg. Metoda penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain melakukan penafsiran struktur geologi melalui peta topografi, pola pengaliran sungai dan DEM. Penelitian lapangan dilakukan mencakup pengamatan dan pengukuran unsur morfologi, stratigrafi, dan struktur geologinya. Struktur geologi daerah Bantarujeg tercermin dari aspek morfologinya yaitu berupa rangkaian perbukitan yang memanjang dengan arah barat-timur. Morfologi perbukitan ini dikontrol oleh jurus lapisan batuan dengan kemiringan lapisan batuan umumnya berkisar antara 30° - 60°. Di dalam lembah sungai, kedudukan lapisan batuan umumnya di atas 40° menunjukkan daerah kompresi yang berhubungan dengan zona sesar naik. Di dalam zona sesar naik seringkali dijumpai struktur lipatan lokal sebagai hasil seretan batuan dan di sebagian lokasi lainnya merupakan struktur slump yang kemudian diikuti oleh seretan batuan. Secara umum, struktur geologi di daerah penelitian merupakan hasil proses tektonik kompresi yang secara umum membentuk pola struktur lipatan anjakan yang diikuti dengan pembentukan *tear fault*.

**Kata kunci:** *tear fault, struktur lipatan anjakan, slump structure, lipatan seret.*

### PENDAHULUAN

Struktur geologi terutama struktur lipatan dan struktur sesar yang ber-

kembang di daerah Bantarujeg, relatif cukup komplek yaitu tercermin dari intensitas struktur lipatan dan sesar naiknya yang tinggi (Haryanto, 2002;

Gambar 1). Beberapa dari struktur geologi di daerah ini masih diperdebatkan. Misalnya pola struktur lipatan yang tersingkap di muara Sungai Cijurai, apakah sebagai hasil proses tektonik yang berhubungan dengan sesar naik atau sebagai bentukan dari struktur *slump*. Perdebatan mengenai struktur geologi juga terjadi pada jenis struktur sesarnya, misalnya batas sebaran antara Formasi Kaliwangu dengan Formasi Halang yang tersingkap di bagian selatan, merupakan kontak ketidakselarasan atau sebagai kontak structural. Beberapa penulis menyatakan sebagai batas kontak sesar normal (Martodjojo, 1984), sedangkan Haryanto (1992) menyimpulkannya sebagai sesar naik.

Makalah ini selain bertujuan menjawab permasalahan di atas, juga menunjukkan cara mengidentifikasi jalur sesar berdasarkan fenomena geologi yang berhubungan dengan aspek morfologi, stratigrafi, magmatisma/vulkanisma dan pola jurusnya.

Lokasi daerah penelitian dipilih di daerah Bantarujeg, Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat, dengan pertimbangan struktur geologinya cukup kompleks dan masih banyak permasalahan struktur geologi yang belum diungkap secara mendalam (Gambar 2). Tujuan dari penelitian ini, antara lain mempelajari aspek-aspek geologi yang dapat mengungkap keberadaan struktur geologi; mempelajari geometri dan genetic struktur geologi, dan terakhir menganalisis tektonik dan pola struktur yang terjadi di daerah penelitian.

## **METODA PENELITIAN**

Disamping dilakukan interpretasi struktur melalui peta topografi dan DEM, juga dilakukan pengamatan, deskripsi dan pengukuran unsur-unsur struktur geologi, seperti cermin sesar, lipatan seret dan breksiasi. Pengolahan data struktur dilakukan dengan membuat penafsiran pola

jurus lapisan batuan berikut penampang geologinya, sedangkan data struktur lainnya diolah secara komputasi dengan mempergunakan program Dip dan Paleostress yang hasilnya ditampilkan dalam proyeksi stereografi dan diagram roset. Analisis struktur geologi dilakukan dengan mengkompilasi hasil pengolahan data struktur geologi dengan aspek morfologi, stratigrafi dan magmatisma/vulkanisma.

## **Geologi Regional**

Daerah Bantarujeg merupakan bagian kecil dari Cekungan Bogor bagian timur. Di dalamnya berkembang struktur geologi yang terekam pada batuan sedimen Tersier hingga batuan gunungngapi Kuartar.

Stratigrafi daerah penelitian mengacu kepada peta geologi regional Lembar Arjawingana (Djuri, 1995; Gambar 2). Batuan sedimen tertua yang tersingkap di dalamnya adalah Formasi Cinambo berumur Oligosen. Formasi ini merupakan sedimen laut dalam yang didominasi oleh perselingan batulempung dan batupasir. Selaras di atasnya ditindih oleh Formasi Halang, terdiri atas perselingan batupasir dan batulempung dengan lensa-lensa breksi vulkanik. Dari struktur sedimen, tekstur dan komposisi batuan serta kandungan fosilnya, merupakan sedimen turbidit laut dalam berumur Miosen Bawah-Miosen Tengah. Di luar dari daerah penelitian yaitu di daerah Jatigede, Formasi Halang ditutupi selaras oleh Formasi Subang yang berumur Miosen Atas, sedangkan di daerah Bantarujeg, Formasi Halang langsung ditutupi oleh Formasi Kaliwangu yang berumur lebih muda yaitu Pliosen. Seluruh batuan sedimen Tersier di atas, ditutupi tidak selaras oleh batuan vulkanik Kuartar yang berasal dari Gunung Sawal dan Gunung Ciremai. Disamping tersingkapnya batuan sedimen Tersier dan batuan vulkanik Kuartar, di dalamnya banyak dijumpai intrusi batuan beku baik berupa dike

dan sill yang berkomposisi andesitik. Intrusi andesit menerobos Formasi Cinambo dan Formasi Halang dan di bagian utara yaitu di daerah Pasir Malati, menerobos Formasi Citalang yang berumur Pliosen Atas. Atas dasar umur batuan yang diintrusinya, diperkirakan umur intrusi di daerah Bantarujeg juga berumur Pliosen Atas atau pada periode tektonik Plio-Plistosen. Struktur geologi daerah penelitian merupakan bagian dari pola struktur lipatan anjakan Jawa. Pola struktur ini dicirikan dengan intensitas struktur lipatan dan sesar naik yang tinggi, terletak saling sejajar dengan arah barat-timur (Martodjojo, 1984).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Struktur geologi daerah Bantarujeg merupakan salah satu daerah yang intensitas struktur geologinya cukup tinggi, sehingga cukup ideal sebagai tempat pembelajaran geologi, khususnya untuk kajian struktur geologi. Identifikasi struktur geologi daerah penelitian, dapat didekati dari beberapa aspek, antara lain :

### **Aspek Geomorfologi dan Pola Pengaliran Sungai**

Geomorfologi daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi beberapa satuan yang ditentukan berdasarkan pada pola punggung perbukitannya, yaitu Satuan Morfologi Perbukitan Sedimen Memanjang; Satuan Morfologi Perbukitan Vulkanik Tak-Beraturan; Satuan Morfologi Kerucut Intrusi dan gunungapi (Gambar 3).

Diantara ke-tiga satuan geomorfologi tersebut yang berhubungan langsung dengan tektonik, adalah Satuan Morfologi Perbukitan Sedimen Memanjang. Morfologi perbukitan ini, lebih dominan dikontrol oleh struktur lipatan dibandingkan dengan struktur geologi lainnya. Dari hasil pengukuran jurus dan kemiringan lapisan batuan, diketahui arah umumnya adalah barat-timur sesuai dengan jalur

punggung perbukitannya (Gambar 3).

Setidaknya terdapat tiga jalur punggung perbukitan berarah barat-timur yang masing-masing dipisahkan oleh lembah sungai terjal. Lembah sungai tersebut merupakan zona lemah yang disebabkan oleh adanya struktur sesar atau oleh struktur kekar dengan intensitas yang tinggi. Data lapangan menunjukkan di sepanjang lembah sungai tersebut banyak ditemukan indikasi pensesaran, antara lain ditemukannya cermin sesar, lipatan seret, breksi sesar, kemiringan lapisan batuan di atas 40°, serta adanya jurus lapisan batuan yang tidak homogen. Secara umum jurus lapisan batuan di daerah penelitian berarah barat-timur, namun di dalam lembah sungai tersebut banyak ditemukan dengan arah yang berbeda.

Sungai Cilutung merupakan sungai utama yang mengalir dari selatan ke arah utara. Di bagian tengah, aliran sungai ini memotong ke-tiga jalur perbukitan di atas, dan di bagian selatan berbelok ke arah timur mengikuti pola punggung perbukitannya (Gambar 3). Apabila dikaitkan dengan teori Moody dan Hill (1956), maka Sungai Cilutung yang mengalir ke arah utara berada di bawah pengaruh sesar mendatar, sedangkan di bagian selatan di bawah pengaruh sesar naik atau sesar normal (Gambar 3).

Secara umum, Sungai Cilutung dan percabangan sungainya membentuk pola pengaliran rectangular. Pola pengaliran ini umumnya berada pada daerah yang banyak dilalui struktur sesar. Anak sungai Cilutung umumnya berarah barat-timur dan sejajar dengan jurus lapisan batuan, sehingga dapat diinterpretasikan akibat pengaruh sesar naik atau sesar normal.

### **Aspek Pola Jurus dan Sebaran Batuan**

Jurus lapisan batuan sedimen yang diukurlangsung di lapangan, umumnya menunjukkan arah barat-timur.

Jurus lapisan batuan ini adalah yang kemudian mengontrol sebaran batuan sedimen Tersier di permukaan, yaitu menyebarkan arah barat-timur (Gambar 3 dan 4). Adanya perselingan sebaran Formasi Cinambondengan Formasi Halang, menunjukkan sebaran batuan di antara kedua formasi tersebut dipengaruhi oleh struktur lipatan dan struktur sesar naik atau oleh sesar normal. Struktur sesar menempati bagian lembah perbukitan sebagai zona lemah, dalam hal ini kedudukan jalur sesarnya sejajar dengan anak sungai Cilutung yang berarah barat-timur. Dengan demikian dapat diinterpretasikan morfologi lembah sebagai zona sesar yang juga membatasi sebaran batuan masing-masing formasi di atas.

Sebaran batuan lainnya yang berhubungan dengan latar belakang struktur geologi adalah tubuh intrusi andesit. Intrusi merupakan produk aktivitas magmatisme yang bergerak naik melalui jalur rekahan, baik sebagai struktur kekar atau struktur sesar. Keberadaan jalur sesar yang ditentukan dengan konsep ini, pernah dilakukakan dalam penelitian struktur sebelumnya (Haryanto, 2014; Gambar 5). Atas dasar konsep ini, kedudukan dua tubuh intrusi andesit di bagian tenggara daerah penelitian disimpulkan berada pada jalur sesar. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa kedua tubuh intrusi tersebut di atas berada pada satu jalur kelurusan sungai Cilutung yang berhubungan dengan sesar naik. Beberapa bukti lapangan yang menunjukkan hal tersebut, antara lain ditemukannya lipatan seret dan sejumlah cermin sesar. Kondisi yang sama, juga dijumpai di bagian utara, yaitu dua tubuh intrusinya berada pada jalur kelurusan anak sungai Cilutung yang juga berarah barat-timur. Mengacu kepada konsep struktur Moody dan

Hill (1956), maka keberadaan tubuh intrusinya berada pada jalur sesar naik atau sesar normal.

### **Aspek Stratigrafi**

Mulai dari Formasi Cinambo hingga Formasi Kaliwangu, seluruhnya memiliki hubungan stratigrafi yang selaras. Di bagian selatan Bantarujeg (Gambar 2), kedudukan Formasi Halang yang berumur Miosen Tengah-Miosen Atas, sebaran batuan dibatasi oleh Formasi Kaliwangu yang berumur Pliosen. Secara regional di antara kedua formasi tersebut seharusnya dijumpai Formasi Subang yang berumur Miosen Atas (Gambar 2). Dengan demikian dapat diinterpretasikan batas formasi antara Formasi Halang dengan Formasi Kaliwangu, bukan merupakan kontak ketidakselarasan, namun sebagai kontak structural baik berupa sesar naik atau sesar normal (Moody dan Hill, 1956). Data lapangan menunjukkan pada batas antara kedua formasi tersebut, tidak ditemukan indikasi pensesaran dan tidak pula ditemukan kontak ketidakselarasan. Untuk menjawab permasalahan ini, diajukan dua kemungkinan hipotesisnya, yang pertama adalah umur Formasi Halang lebih muda lagi hingga mencapai Pliosen, dan sebagai konsekuensinya adalah bagian atas dari formasi ini mulai berlingkungan laut dangkal; Kemungkinan ke dua adalah rentang umur dari Formasi Kaliwangu lebih tua lagi, setidaknya relative sama dengan Formasi Subang. Hal yang sama dari kedua hipotesis tersebut, adalah bagian atas Formasi Halang, merupakan sedimen laut dangkal dan memiliki hubungan yang selaras dengan Formasi Kaliwangu dan Formasi Subang.

### **Aspek Struktur Lipatan**

Struktur lipatan di daerah penelitian dapat menunjukkan adanya proses pensesaran. Di bagian tengah daerah penelitian, kedudukan lapisan batuan umumnya di atas  $40^{\circ}$  -  $70^{\circ}$ . Secara

teoritis, batuan dengan kedudukan tersebut disebabkan oleh tektonik kompresi yang cukup kuat sehingga lapisan batuan terlipat kuat. Apabila gaya yang bekerja terus aktif, maka batuan akan pecah membentuk sesar naik. Fakta yang dijumpai di lapangan, di sepanjang jalur lipatan tersebut, banyak ditemukan indikasi pensesaran yang berhubungan dengan sesar naik, diantaranya adalah ditemukannya lipatan seret, breksi sesar dan cermin sesar. Di sejumlah lokasi, keberadaan struktur lipatan terlihat begitu kompleks. Hal ini terjadi bukan semata-mata disebabkan oleh aktivitas tektonik, namun sebagai kombinasi antara struktur *slump* dengan tektonik (Gambar 6). *Slump structure* yang dijumpai di dalam Formasi Halang dan Formasi Cinambo merupakan produk dari proses sedimentasi yang tidak terkait langsung dengan tektonik. Kedua formasi tersebut merupakan sedimen laut dalam yang diendapkan melalui sistem aliran gravitasi (Martodjodjo, 1984).

### Analisis Tektonik

Struktur geologi daerah penelitian terbentuk di bawah tektonik kompresional. Tektonik ini mulai berlangsung menjelang Akhir Miosen, sejalan dengan berlangsungnya pendangkalan cekungan. Pada awalnya yaitu pada kala Oligo-Miosen, cekungan ini masih berupa laut dalam. Di dalamnya terakumulasi sedimen di bawah arus gravitasi yang diwakili oleh Formasi Cinambo dan Formasi Halang bagian Bawah-Tengah. Menjelang Miosen Akhir kondisi cekungan semakin mendangkal, dicirikan dengan berkembangnya sedimen laut dangkal yang diwakili oleh Formasi Halang Bagian Atas, Formasi Subang dan Formasi Kaliwangu. Pendangkalan cekungan lebih disebabkan oleh tektonik *uplift* dan aktivitas magmatisme. Pada saat itu hampir semua sedimen di

Jawa Barat, dicirikan oleh sedimen laut dangkal yang berkomposisi vulkanik.

Tektonik kompresi yang berlangsung pada saat itu berhubungan dengan aktivitas tumbukan lempeng di selatan Pulau Jawa.

Kedudukan jalur subduksi yang berarah barat-timur, menghasilkan sistem tegasan berarah utara-selatan.

Sistem tegasan ini menghasilkan pola struktur lipatan berarah barat-timur.

Seiring dengan terus berlangsungnya tektonik kompresi di

Pulau Jawa hingga sekarang, menyebabkan batuan yang sudah terlipat diikuti dengan proses pensesaran,

yaitu berupa sesar naik dan sesar mendatar, yang keduanya terbentuk relative bersamaan (Gambar 7).

Jika dikaitkan dengan pola struktur di bawah permukaan di Jawa Barat Utara (Gambar 7), maka pola struktur yang berkembang di

daerah penelitian merupakan "*thin skin tectonic*" yang

tidak melibatkan batuan dasar. Ciri dari pola struktur ini, antara lain kedu-

dukan struktur lipatan dan sesar naik yang

salingsesajar dan intensitas strukturnya yang relative rapat.

Ciri geologi lainnya adalah dari aspek morfologinya yaitu terbentuknya rangkaian perbukitan dan lembah yang salingsesajar, dengan bagian lembahnya se-bagai zona sesar naik.

Berdasarkan pada aspek stratigrafi dan umur batuan yang disesarkannya, maka tektonik kompresi yang berlangsung di

daerah penelitian terjadi pada waktu Akhir Tersier. Kesimpulan ini di

dasar dengan tersesarkannya Formasi Citalang yang

berumur Pliosen Atas-Plistosen Bawah.

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian terhadap aspek morfologi, stratigrafi, pola jurus

lapisan batuan dan sebaran batuan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Indikasi adanya struktur geologi dapat didekati dengan berbagai cara, antara lain dari aspek geomorfologi dan pola pengaliran sungai, sebaran batuan, stratigrafi, pola lapisan batuan, serta indikasi struktur geologi yang ditemukan di lapangan.
- Struktur geologi daerah penelitian merupakan bagian dari struktur lipatan anjakan, terbentuk oleh tektonik kompresi sejak Akhir Miosen dan mencapai puncaknya pada waktu Akhir Tersier.

Jawa Bagian Barat Selama Kurun Waktu Kenozoikum. *Tesis Doktor, Pasca Sarjana UNPAD. (Tidak dipublikasikan).*

Martodjogo, S., 1984, Evolusi Cekungan Bogor, Jawa Barat, *Tesis Doktor, Pasca Sarjana ITB. (Tidak dipublikasikan).*

Moody, J.D., and M.J. Hill, 1956, Wrench fault tectonics: *Geological Society of America Bulletin*, v.67, p.1207-1246

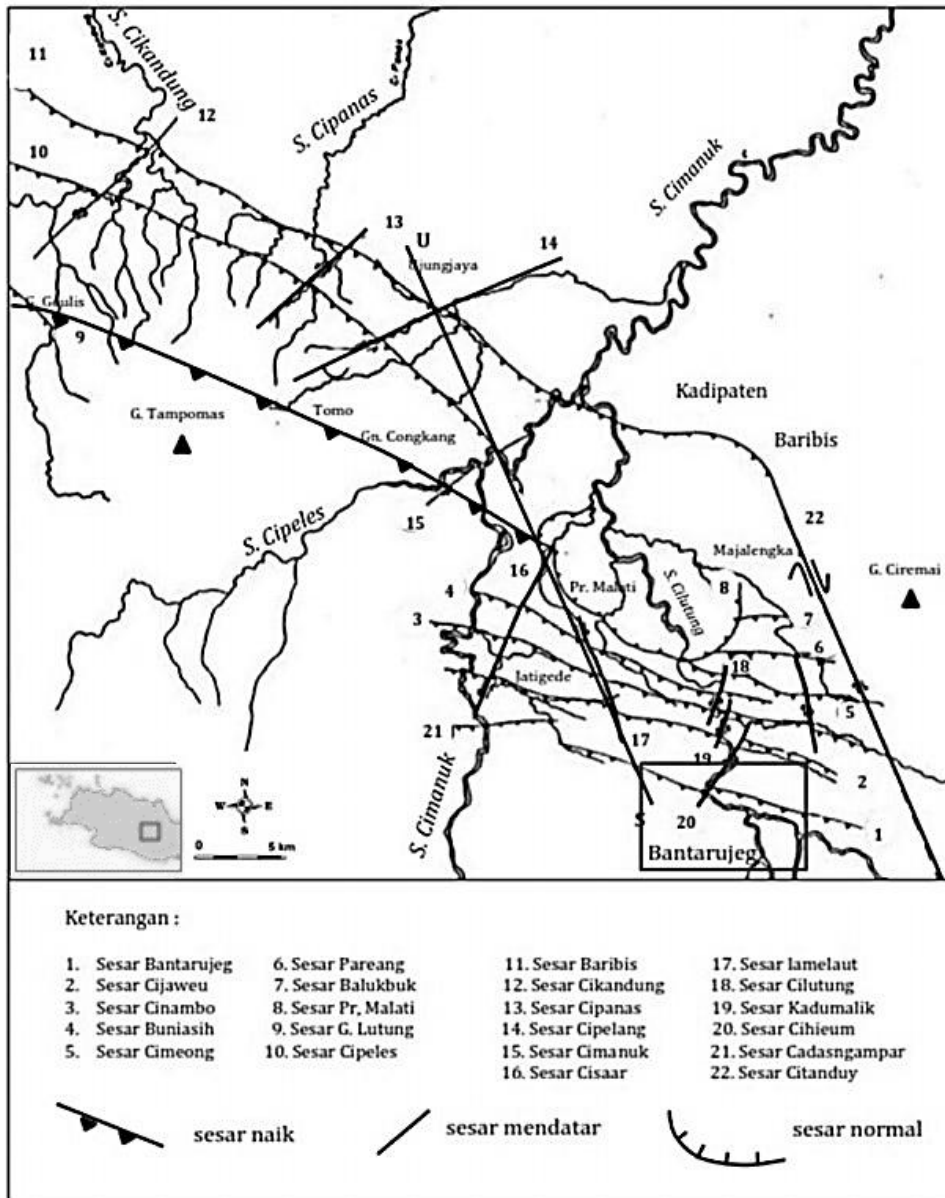
## **DAFTAR PUSTAKA**

Djuri, 1995, *Peta geologi lembar Arjawinangun*, Skala 1 : 100.000, Jawa: Direktorat Geologi.

Haryanto, I., Asikin, S., & Handoyo, A. 2002. Tektonik Sesar Baribis, *Prosiding tahunan IAGI 31*.

Haryanto, I., 2014. Evolusi Tektonik Pulau

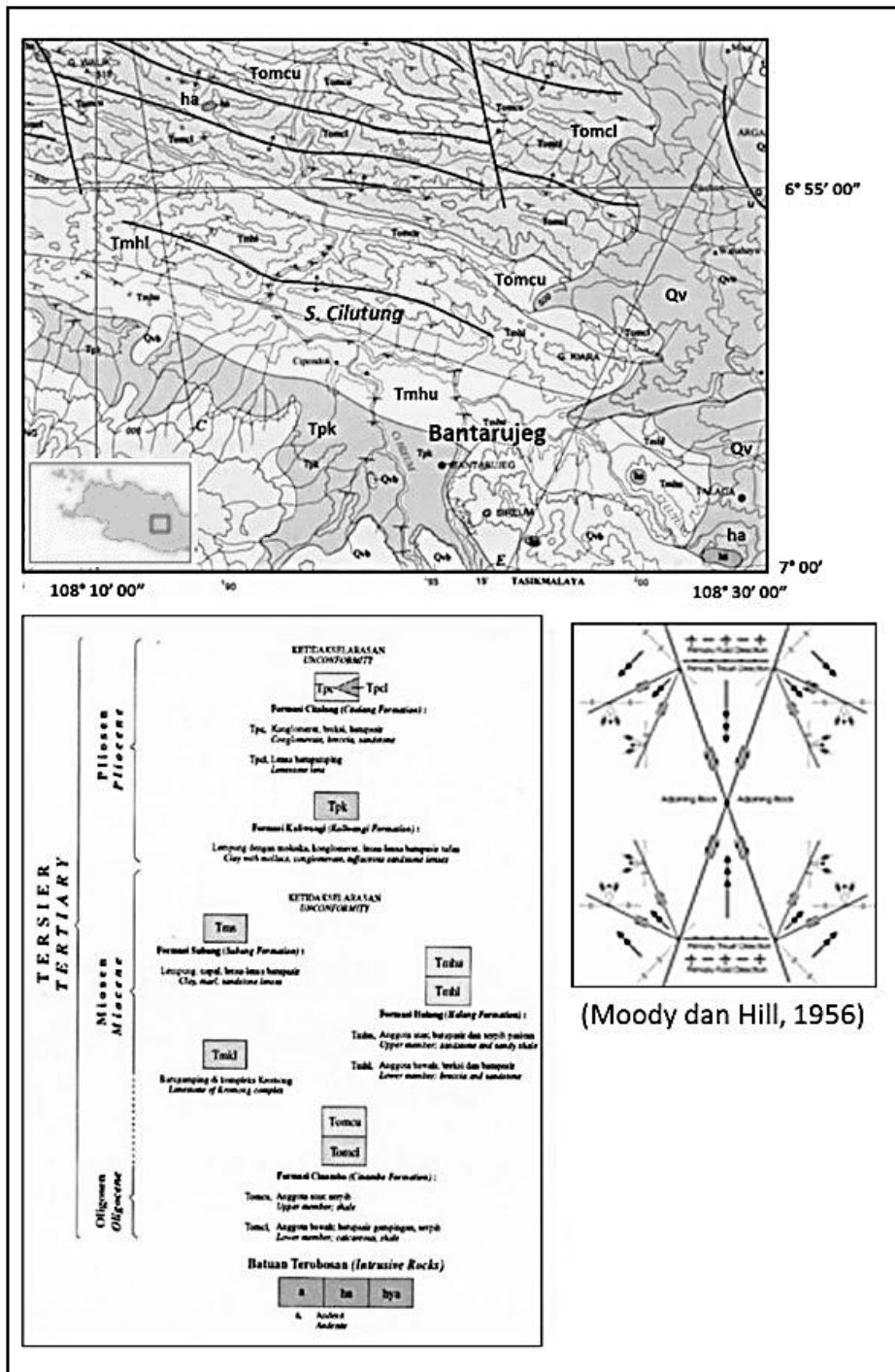
Identifikasi struktur geologi berdasarkan aspek morfologi, stratigrafi, pola jurus lapisan batuan dan sebaran batuan:  
 Studi kasus daerah Bantarujeg-Majalengka, Provinsi Jawa Barat  
 (Iyan Haryanto, Nurdradjatdan Irdanto Saputra)



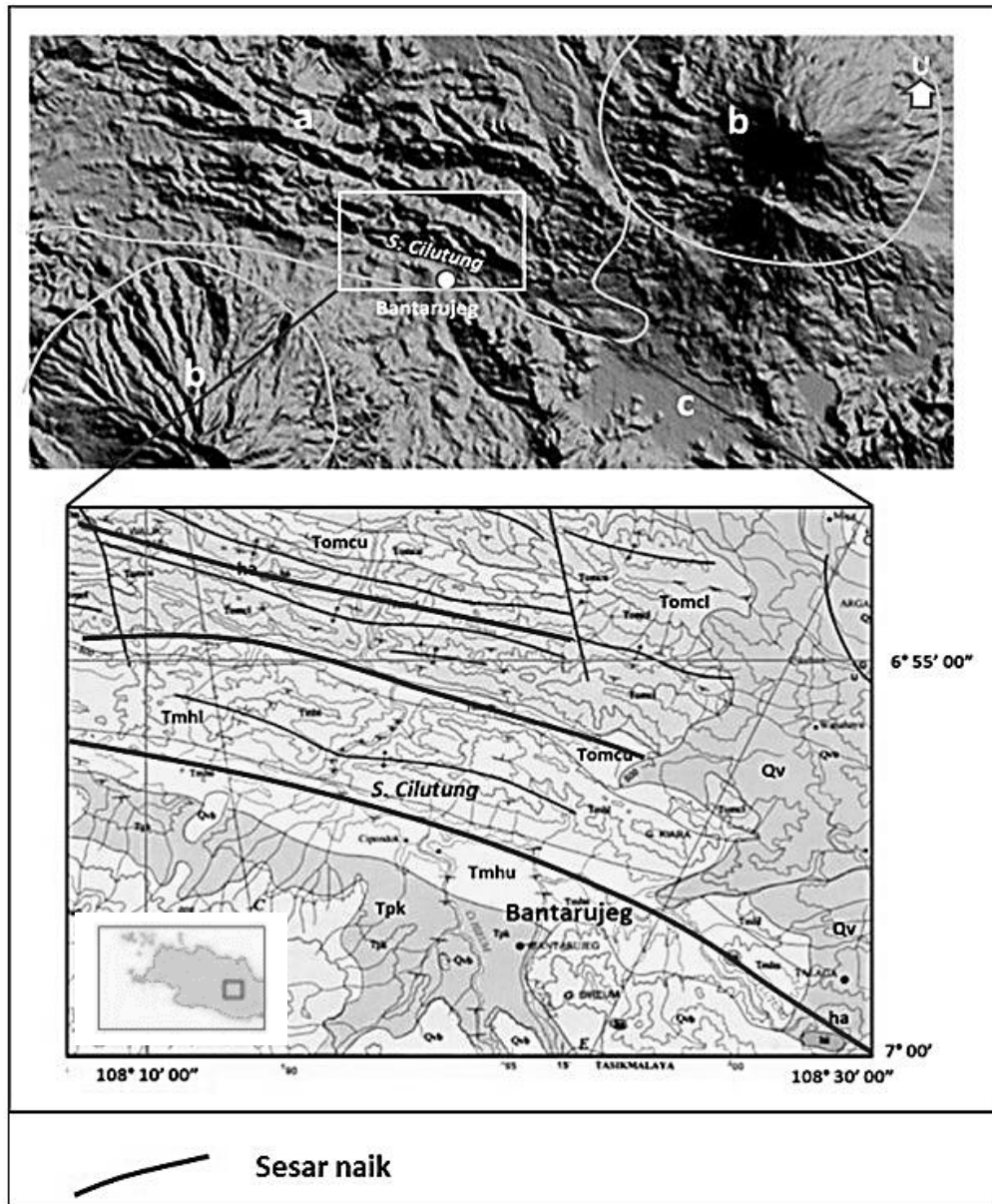
Gambar 1. Pola struktur daerah Bantarujeg dan sekitarnya  
(Haryanto, 2002; dimodifikasi).



Identifikasi struktur geologi berdasarkan aspek morfologi, stratigrafi, pola jurus lapisan batuan dan sebaran batuan:  
 Studi kasus daerah Bantarujeg-Majalengka, Provinsi Jawa Barat  
 (Iyan Haryanto, Nurdradjan dan Irdanto Saputra)



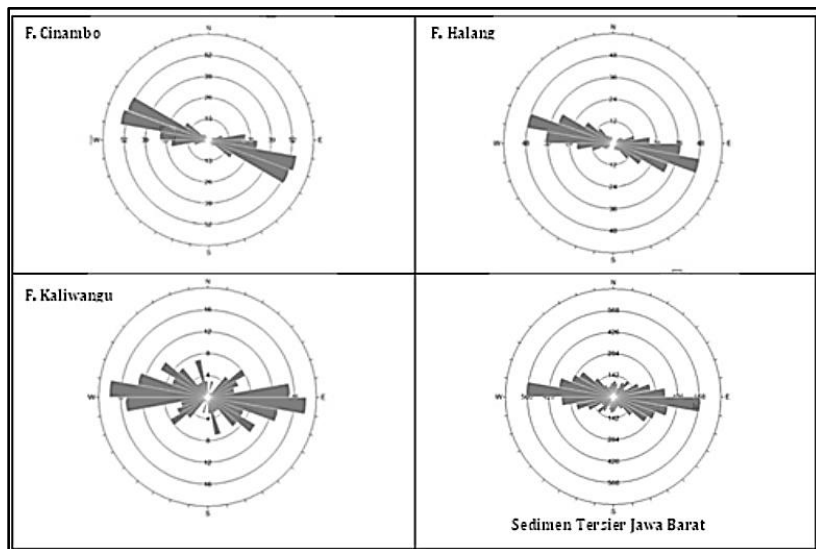
Gambar 2. Geologi regional Daerah Bantarujeg  
 (Sumber Peta : sebagian Lembar Arjawinangun, Djuri, 1995; dimodifikasi).



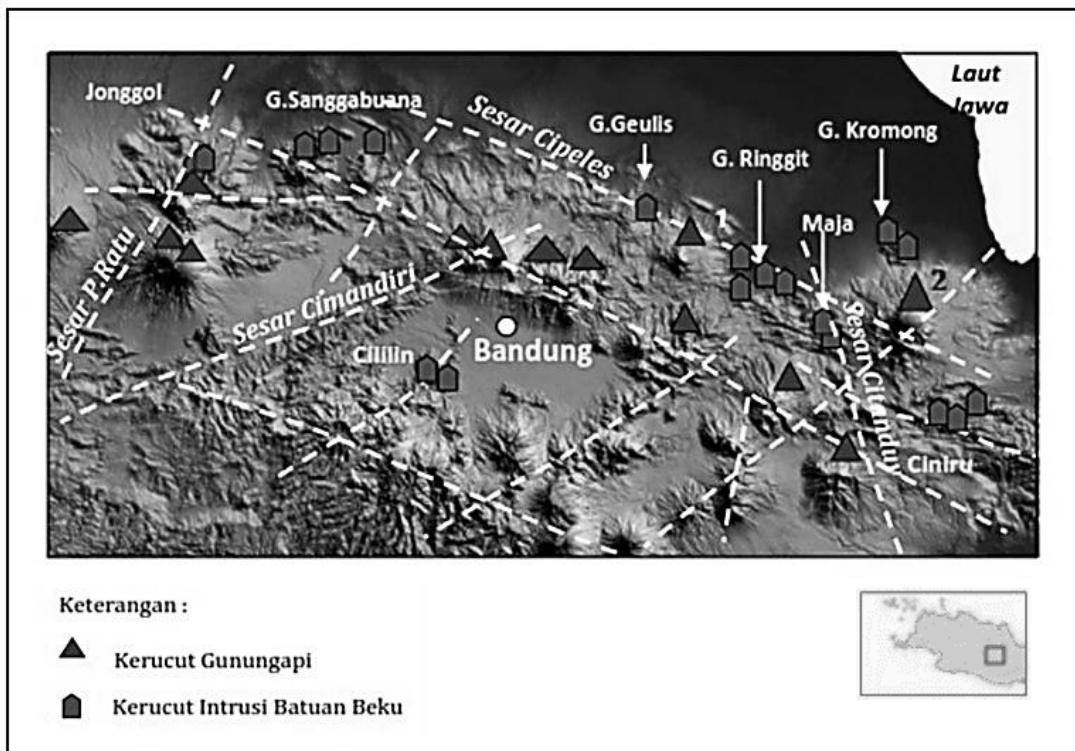
Gambar 3.

Pembagiansatuangeomorfologi daerah Bantarujeg dan sekitarnya. Diamati dari DEM (*Digital Elevation Model*), nampak adanya a). pola punggung perbukitan memanjang, b). Morfologi kerucut gunung api dan c). Morfologi perbukitan takberraturan.

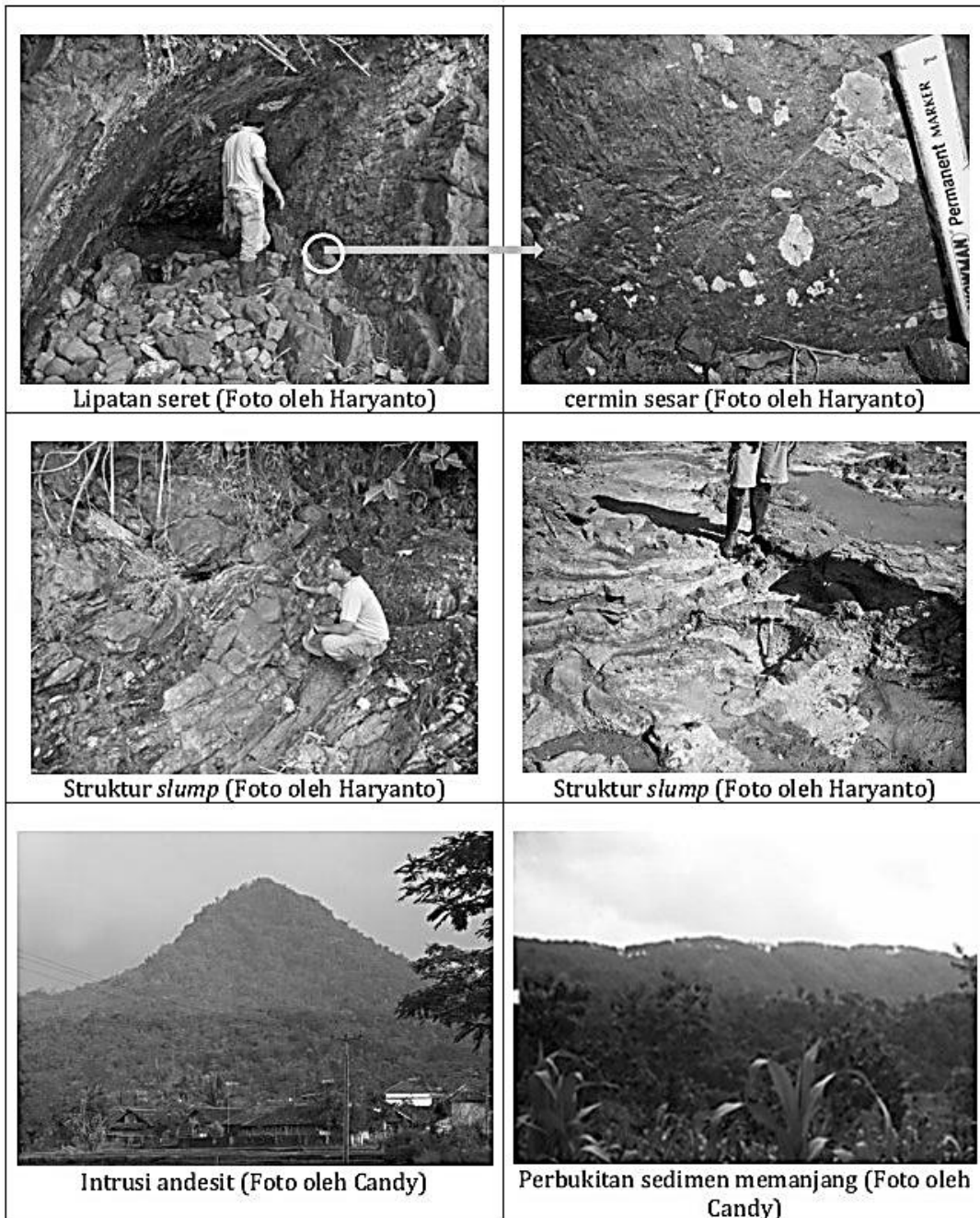
Identifikasi struktur geologi berdasarkan aspek morfologi, stratigrafi, pola jurus lapisan batuan dan sebaran batuan:  
 Studi kasus daerah Bantarujeg-Majalengka, Provinsi Jawa Barat  
 (Iyan Haryanto, Nurdradjatdan Irdanto Saputra)



Gambar 4.  
 Diagram roset jurus lapisan batuan Formasi Cinambo, Formasi Halang dan Formasi Kaliwangu. Seluruhnya memperlihatkan arah umum lapisan batuan berarah barat-timur (Haryanto, 2014).

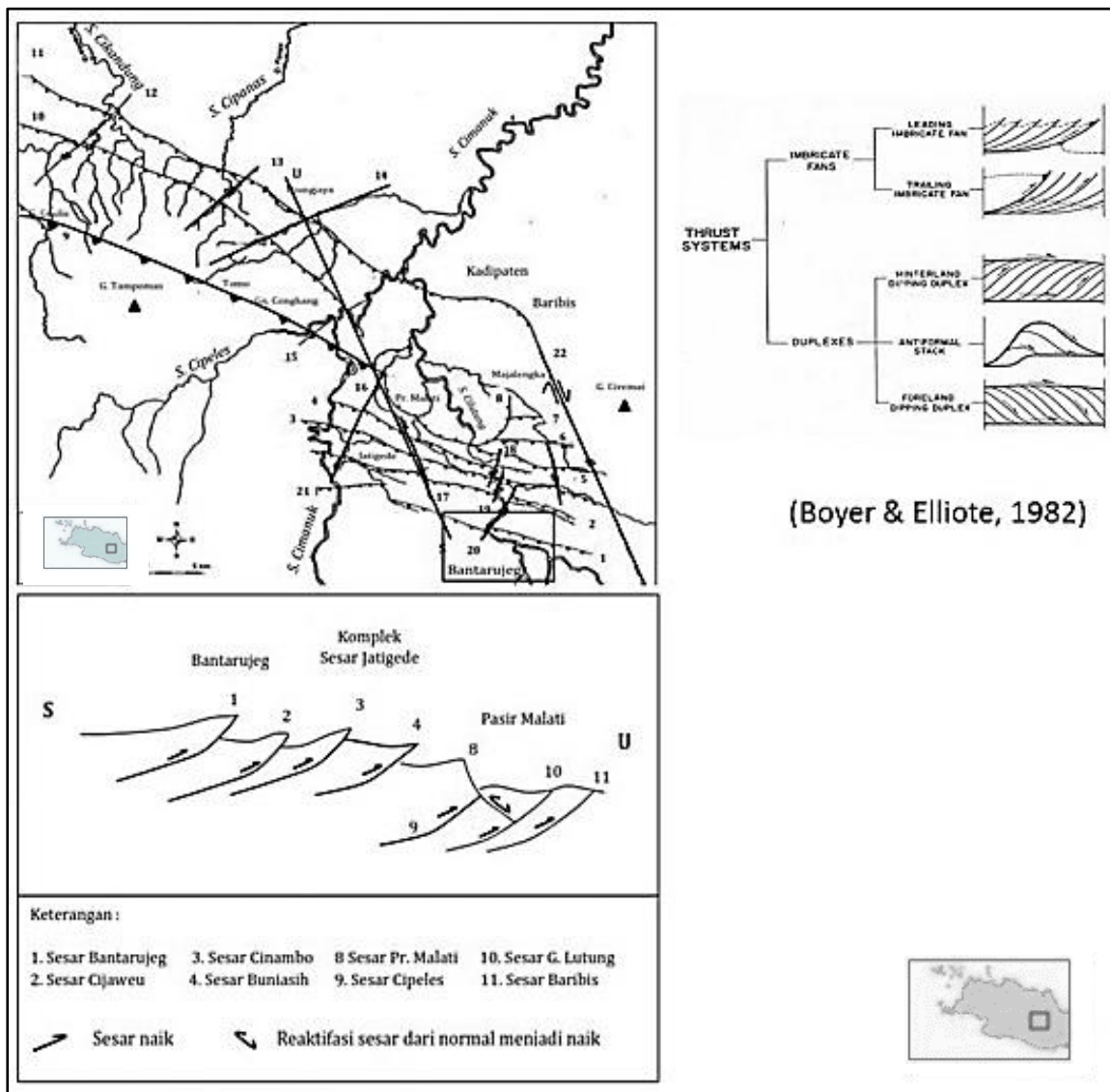


Gambar 5.  
 Jalur sesar mengontrol sebaran gunungapi dan tubuh intrusi batuan beku (Haryanto, 2014; dimodifikasi).



Gambar 6  
Singkapan batuan, struktur geologi dan morfologi di sekitar Desa Bantarujeg.

Identifikasi struktur geologi berdasarkan aspek morfologi, stratigrafi, pola jurus lapisan batuan dan sebaran batuan:  
 Studi kasus daerah Bantarujeg-Majalengka, Provinsi Jawa Barat  
 (Iyan Haryanto, Nurdradjan dan Irdanto Saputra)



Gambar 7.  
 Pola dan genetic struktur geologi daerah Bantarujeg (Haryanto, 2014; dari berbagai sumber).