



## FENOMENA MORFOTEKTONIK PADA CITRA STRM DI WILAYAH TELUK KENDARI

Andi Makawaru Yasin<sup>1</sup>, Emi Sukiyah<sup>2</sup>, Nana Sulaksana<sup>2</sup>, Vijaya Isnaniawardhani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Sulawesi Tenggara

<sup>2</sup> Departemen Geologi Sains, FTG, Universitas Padjadjaran

e-mail: makkawaru@gmail.com

### ABSTRACT

Kendari bay has a strategic position in Southeast Sulawesi. In this region there is a city of Kendari, the capital of the province. The unique shape is a product of the collision of tectonic plates, occupies the southeast arm of Sulawesi. There might be a strong tectonic control in the region. The up lift process continues sustainable, evidence was also recorded in the landscape. The phenomenon morphotectonic show unique patterns that are easily recognizable on remote sensing data. The data used in this study is derived from SRTM imagery. Besides lineament associated with geological structure, the DEM can also be obtained from that image. Sun-shading technique used to clarify the appearance of lineament associated with geological structure. The lineament data plotted into a rosette diagram to determine the general trend. The lineament density data obtained by calculating the ratio of the total length of lineament in each grid of 5x5 sq km. The results showed that the morphotectonic phenomenon easily recognizable in the SRTM imagery. Sun-shading techniques can clarify lineament patterns associated with the presence of fault. Zone of lineament density increase indicates an irregular pattern and generally at the level of more than 400 meters above sea level, located in the northern and southern approached Wolasi Mountains. At an elevation of less than 400 meters above sea level, low lineament density between 0 to 8 km /sq km. This phenomenon indicates that the area has undergone a process of denudation. Lineament pattern trending NE-SW reflect the release of the compression process LAWANOPO shear fault trending NW-SE.

**Keywords:** Morphotectonic, SRTM image, lineament, GIS, Kendari Bay

### ABSTRAK

Teluk kendari memiliki nilai strategis di Provinsi Sulawesi Tenggara. Di wilayah ini terdapat Kota kendari yang merupakan ibu kota provinsi. Bentuknya yang unik merupakan produk tumbukan lempeng tektonik, berada di lengan tenggara Sulawesi. Tidak salah jika ada kontrol tektonik yang cukup kuat di wilayah ini. Proses pengangkatan secara berkesinambungan terus berlangsung, bukti-buktinya juga terekam pada bentang alam di wilayah ini. Fenomena morfotektonik menunjukkan pola-pola yang unik sehingga mudah dikenali pada data penginderaan jauh. Data yang dipergunakan dalam penelitian ini berasal dari citra SRTM. Di samping kelurusan yang berasosiasi dengan struktur geologi, dari citra tersebut juga diperoleh DEM. Teknik *sun-shading* digunakan untuk memperjelas kenampakan kelurusan-kelurusan yang berasosiasi dengan struktur geologi. Data hasil interpretasi kelurusan diplot ke dalam diagram rose untuk mengetahui arah umum. Data kerapatan kelurusan diperoleh dengan cara menghitung perbandingan total panjang kelurusan dalam setiap grid yang berukuran 5x5 km<sup>2</sup>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fenomena morfotektonik mudah dikenal pada citra SRTM. Teknik *sun-shading* dapat memperjelas pola-pola kelurusan yang berasosiasi dengan keberadaan sesar. Zona peningkatan densitas kelurusan menunjukkan pola yang tidak teratur dan secara umum berada pada level > 400 mdpl, terdapat di bagian utara dan selatan mendekati Pegunungan Wolasi. Pada elevasi < 400 mdpl, densitas kelurusan rendah antara 0 sampai 8 km/km<sup>2</sup>. Fenomena ini menunjukkan bahwa daerah tersebut telah mengalami proses denudasi. Pola kelurusan berarah NE-SW mencerminkan *realese* dari proses *compression* sesar geser LAWANOPO berarah NW-SE.

**Kata Kunci :** Morfotektonik, citra SRTM, kelurusan, SIG, Teluk Kendari

### PENDAHULUAN

Teluk Kendari adalah ikon dari Provinsi Sulawesi Tenggara. Selain sebagai pusat aktivitas pembangunan dan ekonomi, juga merupakan aktivitas pariwisata. Fisiografi Teluk Kendari yang unik merupakan suatu fenomena menarik dan perlu penelitian lebih mendalam.

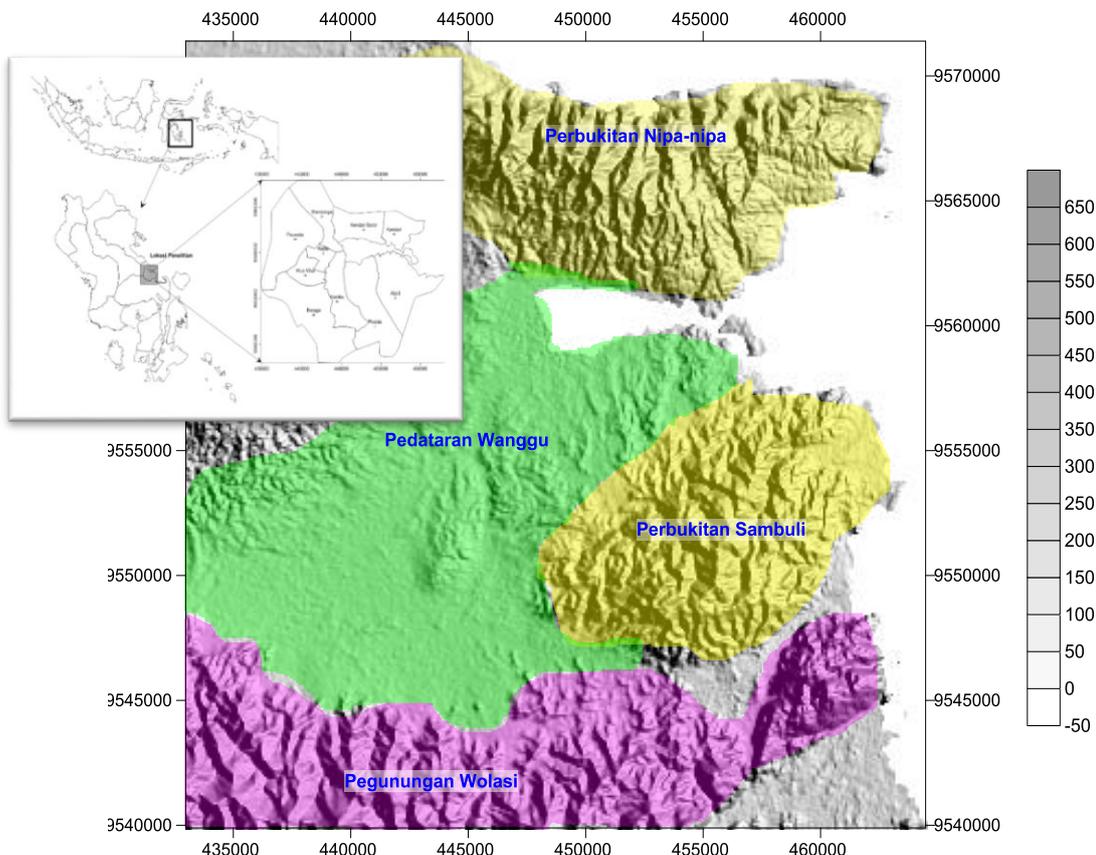
Pembentukan fisiografi Teluk Kendari hingga evolusi geomorfologinya seperti sekarang ini perlu diteliti secara komprehensif. Pendekatan aspek morfotektonik Teluk Kendari dapat dilakukan untuk mengetahui genetika dari Teluk Kendari.

Ali dkk (2012) memanfaatkan penginderaan jauh dalam mendeliniasi litologi dan identifikasi struktur geologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada media data penginderaan jauh sangat mudah mengenali batas litologi dan pola struktur kelurusan (*lineament*) dibandingkan metode konvensional pemetaan geologi melalui observasi langsung di lapangan. Sulaksana dan Hamdani (2014) menggunakan teknologi penginderaan jauh dalam menganalisis struktur geologi suatu cekungan (*basin*) di daerah pelosok (*remote area*) dengan hasil yang baik. Demikian juga Sukiyah dkk (2015) dan Sukiyah dkk (2016) membuktikan bahwa data penginderaan jauh sangat sesuai untuk mendeliniasi kelurusan-kelurusan terkait dengan struktur geologi di wilayah Jawa Barat Selatan.

Citra *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) adalah data elevasi resolusi tinggi pada skala global yang merepresentasikan topografi bumi dari 56°LS hingga 60°LU untuk menghasilkan

database bumi dalam bentuk topografi digital dengan cakupan global (80% luasan dunia). Data SRTM adalah data elevasi muka bumi yang dihasilkan dari satelit yang diluncurkan NASA (National Aeronautics and Space Administration). Data yang dihasilkan memiliki resolusi spasial sebesar 90 m dan 30 m (NASA, 2014).

Teluk Kendari berlokasi di sebelah timur dari lengan tenggara pulau Sulawesi. Posisi geografi memanjang dari Utara ke Selatan dengan koordinat 03° 54' 30" hingga 04° 3' 11" LS dan membentang dari Barat ke Timur antara 122° 23' - 122° 39' BT. Teluk kendari merupakan bagian dari lengan tenggara Pulau Sulawesi. Berdasarkan fisiografinya, Teluk Kendari dapat di bagi menjadi beberapa satuan yaitu perbukitan Nipa-nipa (bagian utara), pedataran Wanggu (bagian tengah), perbukitan Sambuli (bagian tenggara) dan pegunungan Wolasi (bagian selatan). Pembagian satuan tersebut terlihat jelas pada citra SRTM (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian dan fisiografi Teluk Kendari (modifikasi dari Van Bemmelen, 1949)

Bentuk fisiografi Teluk Kendari merupakan akibat dari proses geologi berupa tektonik, erosi dan sedimentasi. Proses tektonik melahirkan struktur geologi yang dapat dikenali pada citra SRTM. BMKG (2015) mencatat ada 148 kali gempa yang terjadi di Teluk Kendari dalam setahun. Kaharuddin (2012) menyatakan bahwa gempa yang terjadi di daerah Sulawesi Tenggara akibat keberadaan Sesar Lawanopo, Sesar Kolaka, dan Sesar Kolono yang ketiganya masih aktif hingga sekarang. Surono (2013) menyusun pola struktur geologi yang berkembang pada bagian lengan tenggara Pulau Sulawesi. Di wilayah ini didominasi oleh sesar geser dan beberapa pola kelurusan yang umumnya berorientasi Barat Laut – Tenggara. Sesar dan pola kelurusan terjadi akibat pengaruh sistem sesar geser Lawanopo. Sesar geser Lawanopo adalah sesar geser mengiri dan diduga aktif hingga sekarang.

#### **METODE PENELITIAN**

Data kelurusan diperoleh dari ekstraksi citra SRTM. Data tersebut selanjutnya dianalisis lebih jauh untuk mendapatkan pola kerapatan kelurusan di daerah penelitian. Data DEM diambil dari data SRTM 90 m yang diunduh dari situs CGIAR-CSI SRTM (<http://srtm.csi.cgiar.org>). Fasilitas (*tool*) *sun-shading* digunakan untuk memperjelas kenampakan kelurusan-kelurusan yang berasosiasi dengan struktur geologi. Teknik interpretasi kerapatan kekar - sesar (*fault-fracture density*) dengan cara mengenali pola kelurusan yang diduga sebagai struktur

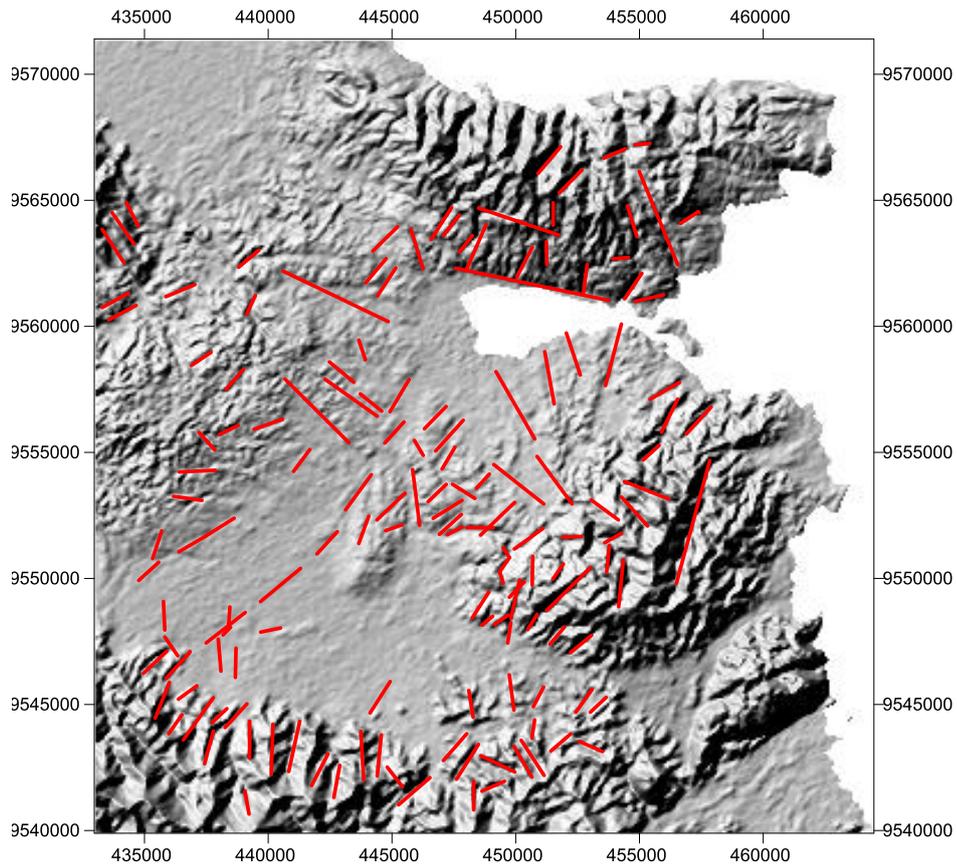
sesar (Verstappen, 2010; Sidarto, 2010).

Data hasil interpretasi kelurusan diplot ke dalam diagram *rose* untuk mengetahui arah umum (*trend*) dari kelurusan tersebut. Diagram *rose* pada dasarnya adalah histogram yang berorientasi dari sumbu menjadi lingkaran dengan tujuan agar didapatkan arah sudut sebenarnya. Diagram *rose* banyak digunakan untuk mengetahui arah transportasi sedimen dan arah strike dari kekar.

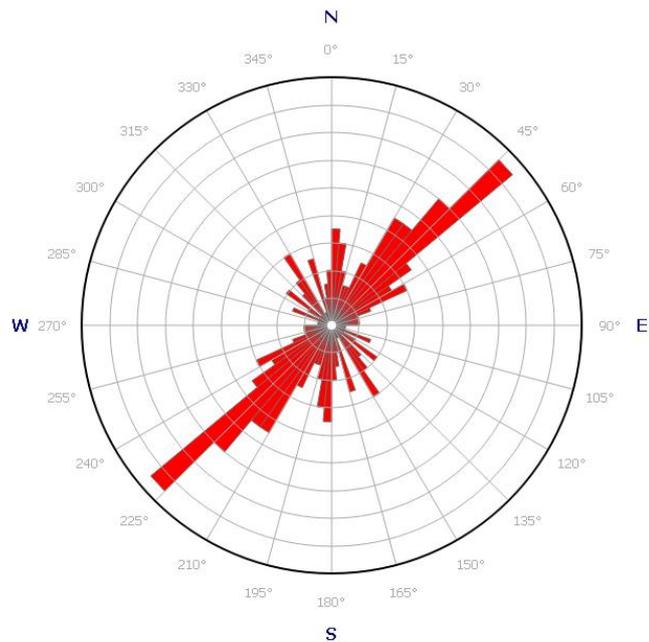
Selain menggunakan diagram *rose*, visualisasi aktivitas tektonik juga dapat dicerminkan dari kerapatan panjang kelurusan. Daerah penelitian dibagi dalam grid dengan ukuran 5 x 5 km<sup>2</sup>. Pada setiap grid dihitung panjang total kelurusan yang dibandingkan dengan luas tiap grid. Hasil yang diperoleh digunakan untuk mengukur tingkat kerapatan dari kelurusan di daerah penelitian. Berdasarkan data tersebut selanjutnya dibuat peta kontur kerapatan kelurusan, yang berasosiasi dengan kerapatan bukaan akibat tektonik. Selanjutnya peta kontur dapat diklasifikasikan yang dapat mencerminkan kondisi deformasi rendah hingga tinggi.

#### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data yang diperoleh dari ekstraksi citra SRTM selanjutnya diolah menggunakan perangkat lunak pengolah citra. Pengolahan diantaranya menggunakan teknik *sun-shading* dengan sudut penyinaran matahari 45°. Sebanyak 147 pola kelurusan diperoleh dari proses ini (Gambar 2).



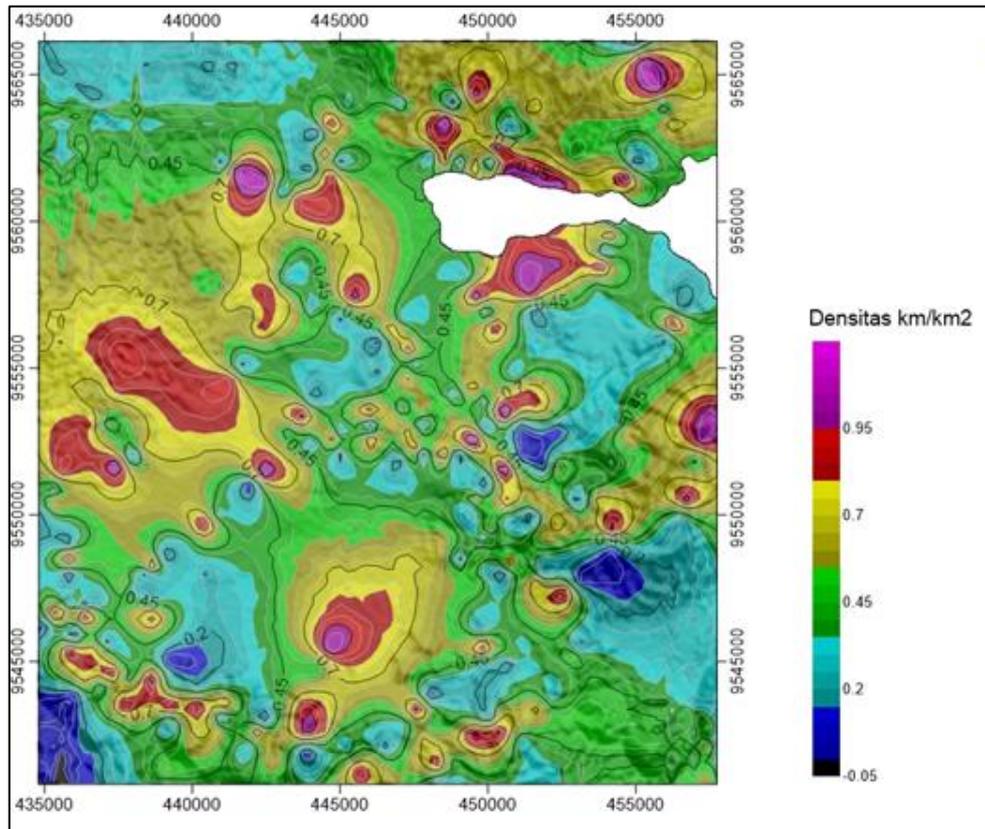
Gambar 2. Analisis kelurusan dengan sudut matahari 45°. Sebanyak 147 segmen kelurusan dapat diekstrak dari citra SRTM Hasil *plotting* data pada diagram *rose* – WS) seperti ditampilkan dalam Gambar 3. menghasilkan pola kelurusan utama yang berarah timur laut – barat daya (NE



Gambar 3. Diagram rose pola kelurusan utama berarah timur laut – barat daya (NE-WS).

Densitas (kerapatan) kelurusan pada daerah penelitian menggunakan metode perhitungan *lineament total length density* berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan satuan jumlah panjang kelurusan per kilometer persegi ( $\text{km}/\text{km}^2$ ). Hasil analisis terhadap

densitas kelurusan geomorfologi pada daerah penelitian dapat dikelompokkan dalam 5 kelas (Gambar 4). Berdasarkan gambar tersebut tampak bahwa ada variasi dalam setiap kelasnya yang ditunjukkan oleh gradasi warna.



Gambar 4. Densitas kelurusan menggunakan metode perhitungan *lineament total length density* berbasis Sistem Informasi Geografi (SIG) dengan satuan  $\text{km}/\text{km}^2$ .

Zona dengan densitas kelurusan geomorfologi yang tinggi merupakan zona bukaan, didominasi oleh unsur struktur geologi produk tekanan (*tension*) dan regangan (*strain*). Hal ini mengakibatkan air hujan mudah infiltrasi ke dalam tanah melalui rekahan-rekahan tersebut. Air memiliki kecenderungan mengalir melalui zona lemah pada batuan yang ditunjukkan oleh adanya kelurusan – kelurusan geomorfologi (Setiawan et al, 2008). Sehingga daerah dengan densitas kelurusan tinggi merupakan daerah resapan air tanah yang baik. Namun pada sisi lain, daerah dengan densitas kelurusan yang tinggi juga merupakan daerah yang rentan kejadian gerakan tanah (longsor). Oleh karena itu, banyaknya kelurusan dapat mencerminkan daerah tersebut masuk

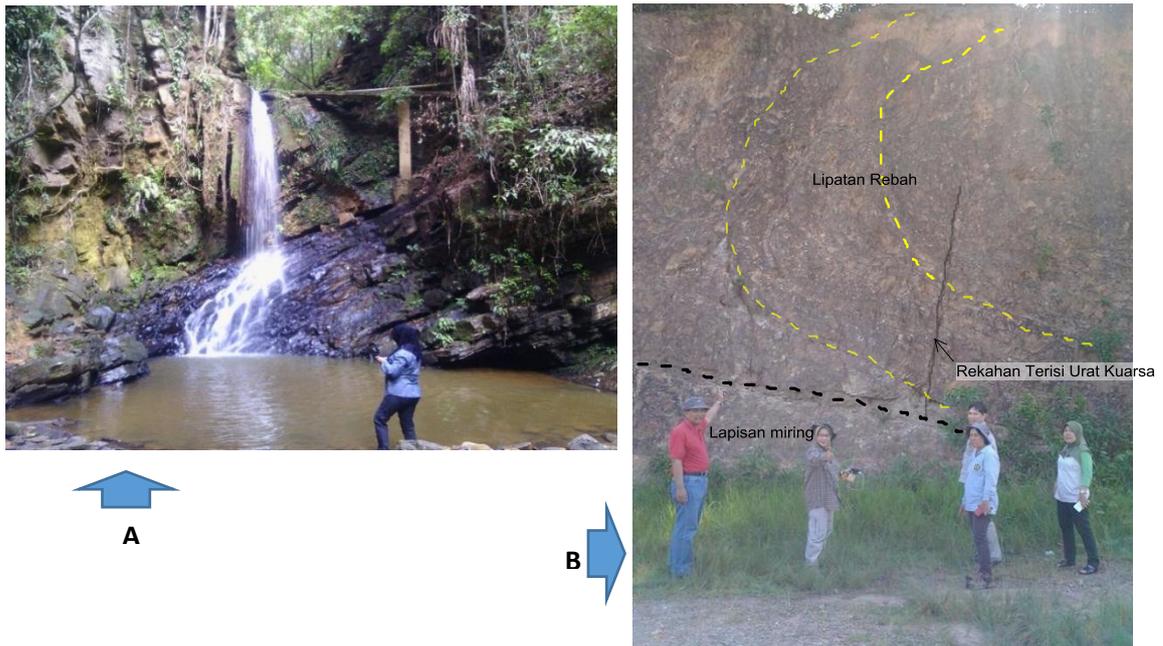
kategori zona lemah yang bisa memicu terjadinya kejadian gerakan tanah dan erosi.

Zona peningkatan densitas kelurusan menunjukkan pola yang tidak teratur. Secara umum zona ini berada pada elevasi lebih dari 400 mdpl yang berada di bagian utara dan selatan daerah penelitian mendekati Pegunungan Wolasi. Pada elevasi kurang dari 400 mdpl, pada umumnya densitas kelurusan rendah berkisar antara 0 hingga 8 /  $\text{km}^2$ . Fenomena ini menunjukkan bahwa daerah tersebut telah mengalami proses denudasi.

Hasil analisis pola kelurusan yang berarah umum NE-SW menunjukkan bahwa struktur kelurusan tersebut sebagai produk pelepasan (*release*) dari proses pemampatan (*compression*)

sesar geser utama LAWANOPO yang berarah NW-SE. Daerah dengan densitas kelurusan yang tinggi berada di sebelah utara daerah penelitian, membentuk geomorfologi pegunungan. Sebaliknya, daerah dengan densitas kelurusan rendah umumnya berada pada daerah pedataran, terletak di tengah daerah penelitian. Data kelurusan yang diambil dari citra GDEM-SRTM terbukti cukup baik. Analisis dapat dilakukan dalam waktu yang

singkat dengan hasil relatif cukup akurat. Namun demikian, masih terdapat keterbatasan dalam mengkaji bentuk geomorfologi yang lebih kompleks. Data kelurusan dari GDEM-SRTM ini dapat digunakan untuk mendukung dan melengkapi studi terkait erosi dan kestabilan lereng. Perpaduan metodologi ini dapat menghasilkan interpretasi daerah potensi gerakan tanah dan pemetaan bahaya erosi yang lebih akurat.



Gambar 5. Air terjun Nanga-nanga yang terletak di perbukitan Sambuli (A) dan Lipatan rebah yang terdapat pada satuan perbukitan Nipa-nipa (B)

### KESIMPULAN

Data GDEM-SRTM sangat membantu dalam mempelajari fisiografi Teluk Kendari sebagai produk tektonik. *Trend* pola kelurusan yang didapatkan dari data GDM-SRTM menunjukkan arah utama timur laut- barat daya (NE-SW) diduga merupakan akibat gaya *release* hasil dari *compression* sesar geser LAWANOPO, yang berarah barat laut - tenggara (NW-SE).

### DAFTAR PUSTAKA

Ali E.A, El Khidir S.O, Babikir I.A.A, & Abdelrahman, E.M. 2012. Landsat ETM+7 Digital Image Processing Techniques for Lithological and Structural Lineament Enhancement: Case Study Around Abidiya Area, Sudan. *The Open Remote Sensing Journal* Vol.5: 83-89.

BMKG. 2015. Data gempa. [http://www.bmkg.go.id/BMKG Pusat](http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat) <diunduh 1 April 2016>

CGIAR-CSI. 2008. SRTM 90 m Digital Elevation Data. <http://srtm.csi.cgiar.org> <diunduh 1 April 2016>

NASA. 2014. U.S. Releases Enhanced Shuttle Land Elevation Data. <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm> <diunduh 1 April 2016>

Sidarto. 2010. Perkembangan Teknologi Inderaan Jauh dan Pemanfaatannya untuk Geologi di Indonesia. Edisi Pertama. Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Bandung, Indonesia.

Sukiyah, E., Syafri, I., Sjafrudin, A., Nurfadli, E., Khaerani, P., & Simanjuntak, Dian P.A. 2015. Morphotectonic and satellite imagery

- analysis for identifying Quaternary fault at Southern part of Cianjur-Garut region West Java Indonesia. Proceeding of the 36th Asian Conference on Remote Sensing, Philippines 19-23 October 2015.
- Sukiyah, E., Syafri, I., Winarto, J.B., Susilo, M.R.B., Saputra, A., & Nurfadli, E. 2016. Active faults and their implications for regional development at the southern part of West Java Indonesia. Proceeding of the FIG Working Week 2016 in Christchurch, New Zealand 2-6 May 2016.
- Sulaksana N, and Hamdani A.H. 2014. The Analysis of Remote Sensing Imagery for Predicting Structural Geology in Berau Basin East Kalimantan, International Journal of Science and Research (IJSR), Volume 3 Issue 4, April 2014: 18-21.
- Surono. 2013. Geologi Lengan Tenggara Sulawesi. Cetakan kedua, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung.
- Van Bemmelen, R.W. 1949. The Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes, General Geology. Martinus Nijhoff the Hague, Vol. IA.
- Verstappen, H.T. 2010. Indonesian Landforms and Plate Tectonics, Jurnal Geologi Indonesia, Vol.5 No.3: 197-207.

