

# Metode Fault Fracture Density untuk Potensi Gerakan Tanah di Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara

Irfan Saputra<sup>1</sup>, Riza Novrinda<sup>2</sup>

Jurusan Magister Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta<sup>1,2</sup>  
irfan.selfox@gmail.com<sup>1</sup>

## Abstrak

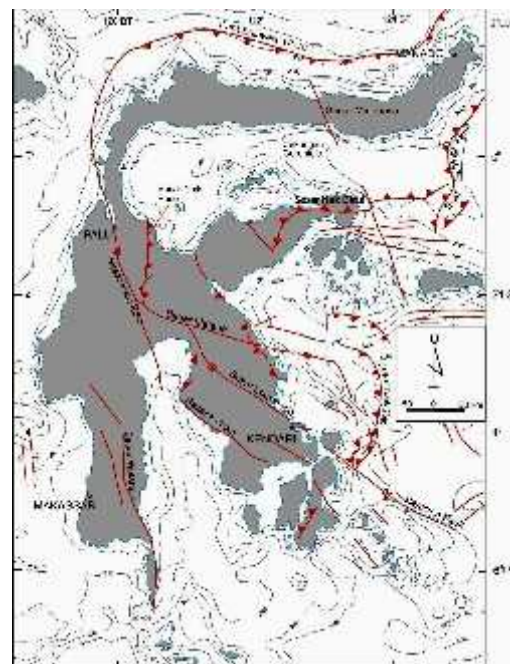
Kota Kendari merupakan salah satu ibukota provinsi yang berada di pulau Sulawesi. Terletak di sebelah tenggara (lengan tenggara Sulawesi), daerah ini cukup rawan terhadap bencana gempa bumi. Hal ini dikarenakan adanya beberapa sesar besar yang ada di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan menentukan daerah-daerah di Kota Kendari yang rawan bencana tanah longsor yang diakibatkan oleh aktifitas tektonik. Adapun metode yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu Analisis *Fault Fracture Density* dengan membandingkan kondisi aktifitas gempa di bawah permukaan. Dari data titik gempa di sekitar daerah penelitian, diketahui terdapat 2 (dua) zona aktifitas gempa yaitu zona tumbukan Lempeng mikrokontinent dengan Lempeng Benua Eurasia pada kedalaman 10 km dan zona penunjaman lempeng samudera terhadap lempeng benua Eurasia pada kedalaman 30 km. Sementara itu, berdasarkan hasil interpretasi lineasi citra dengan metode *FFD*, diketahui daerah kecamatan Kendari, kecamatan Kendari Barat, kecamatan Abeli dan kecamatan Poasia merupakan daerah yang memiliki densitas lineasi yang cukup tinggi dan memiliki potensi sedang hingga tinggi untuk terjadinya gerakan tanah. Olehnya itu, diharapkan adanya penelitian lebih lanjut mengenai daerah-daerah rawan tersebut.

Kata Kunci : *Lineament*, Tektonik, Mikrokontinent, Lengan Tenggara Sulawesi.

## 1. Pendahuluan

Sulawesi Tenggara merupakan salah satu bagian dari pulau Sulawesi yang berada di lengan tenggara Sulawesi (Sompotan; 2009). Adanya penunjaman Lempeng Samudera Pasifik dan Benua Eurasia mengakibatkan terbentuknya gugusan pulau-pulau kecil di sekitarnya (Suroño; 2013). Aktifitas tektonik tersebut juga berdampak pada terbentuknya sesar-sesar yang cukup besar. Sesar besar tersebut diantaranya yaitu sesar Lawanopo, Sesar konaweha, Sesar kolaka dan Sesar Hamilton. Aktifitas sesar-sesar tersebut hingga saat ini aktif dan dibuktikan dengan beberapa catatan gempa yang cukup kuat di sekitar daerah penelitian. Adapun mengenai kondisi struktur sesar secara regional di sekitar Kota Kendari sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1.

Berdasarkan catatan gempa di Badan Meteorologi dan Klimatologi kota Kendari. Aktifitas gempa yang cukup kuat terjadi pada tahun 2011. Saat itu aktifitas sesar konaweha mengakibatkan gempa tektonik dengan kekuatan gempa 6.0 SR, di kedalaman 18 km dan berpusat di Kabupaten Konawe Selatan. Akibat dari gempa tersebut, beberapa rumah di sekitar pusat gempa mengalami rusak parah dan sementara di sekitar daerah penelitian beberapa bangunan mengalami retak.



Gambar 1. Struktur Geologi Sesar di Sekitar Kota Kendari (Suroño dkk, 2013)

Metode *fault fracture density* merupakan pengembangan dari analisa geospasial yang digunakan untuk mengetahui kondisi struktur makro disuatu daerah. Metode ini menerapkan perhitungan pola kerapatan garis lineasi pada citra satelit, sehingga dapat diketahui zona-zona lemah (Thannoun; 2003). Dalam analisis ini, *fracture* yang teridentifikasi merupakan pola kelurusan baik itu, pola kelurusan sungai

ataupun gawir yang diakibatkan oleh aktivitas sesar (Chemong and Chenrai, 2013). Pemetaan lineasi struktur dari hasil analisa citra satelit, memiliki manfaat diantaranya oleh beberapa peneliti seperti Gripp (2002) menggunakan nya untuk mengetahui zona mineralisasi emas di kawasan Australia bagian barat, Oleh Suryantini dan Wibowo (2010) menggunakan *Fracture Density* untuk eksplorasi panas bumi, serta oleh Liu (2016) menerangkan bahwa Pemetaan lineasi struktur dengan memanfaatkan citra landsat dapat digunakan sebagai salah satu metode yang membantu dalam penentuan daerah rawan bencana gerakan tanah terhadap aktifitas tektonik di sekitarnya.

## 2. Metode

Pemetaan potensi bencana gempa bumi dilakukan dengan analisis citra. Pada tahapan awal analisis dilakukan pengamatan titik gempa di bawah permukaan. Setelah diperoleh gambaran mengenai pola titik kegempaan, kemudian dilakukan lineasi struktur di atas permukaan. Lineasi yang dibuat merupakan kelurusan aliran sungai ataupun gawir yang dihasilkan oleh aktifitas sesar disekitar daerah penelitian. Penentuan daerah rawan bencana gempa bumi didasarkan pada tingkat densitas lineasi struktur yang tinggi didasarkan pada peta *FFD (Fault Fracture Density)*.

### 2.1. Pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian terdiri dari dua yaitu data primer dan data sekunder. Data Sekunder terdiri dari data elevasi *SRTM*, *ASTER*, peta geologi regional, peta administrasi, citra landsat serta data titik gempa bumi dari BMKG setempat. Sementara untuk data primer merupakan pengamatan langsung kondisi struktur di lapangan berupa pengamatan alur sungai, penghitungan kekar, pengamatan morfologi, dll.

Kegiatan lapangan dimaksudkan untuk mengumpulkan informasi mengenai kondisi struktur dan morfologi daerah setempat dengan berdasarkan pada kondisi geologi regional dan hasil analisis citra.

### 2.2. Metode analisis data

Tahapan awal kegiatan penelitian adalah interpretasi citra. Hal ini kemudian menjadi dasar dalam pengambilan keputusan untuk menentukan data lapangan yang diperlukan

sebagai pendukung hasil interpretasi citra satelit tersebut. Dalam kegiatan interpretasi citra satelit terdiri dari dua kegiatan yaitu plotting data kegempaan untuk gambaran kondisi regional aktifitas tektonik, lineasi struktur dan koreksi batas litologi daerah penelitian.

Analisis struktur yang dimaksud adalah penarikan garis lineasi struktur berdasarkan pola kelurusan sungai atau gawir akibat aktivitas sesar serta garis lineasi sesar berdasarkan peta geologi regional dan penelitian terbaru. Sementara itu untuk koreksi batas litologi dilakukan dengan menggunakan citra landsat 8 dengan komposit *band 567*.

Setelah analisis citra satelit dilakukan, kemudian ditentukan lokasi titik pemantauan untuk memvalidasi data hasil interpretasi tersebut. Data lapangan yang diperlukan yaitu, data struktur, morfologi dan data litologi. Hasil dari data lapangan kemudian dilakukan validasi data sehingga diperoleh data lineasi yang telah dikoreksi dengan data lapangan. Hasil lineasi struktur kemudian dilakukan perhitungan pola kerapatan (densitas). Adapun *Fracture density* dihitung berdasarkan hasil jumlah kerapatan garis lineasi tiap satuan area luasan dengan dengan rumus sebagai berikut (Liu 2016).

$$D = \frac{\sum_n wL}{A_{SR}}$$

Keterangan:

D = Densitas

w = Nilai bobot garis lineasi

L = Panjang garis lineasi di daerah pengaruh

ASR = Luas daerah pengaruh

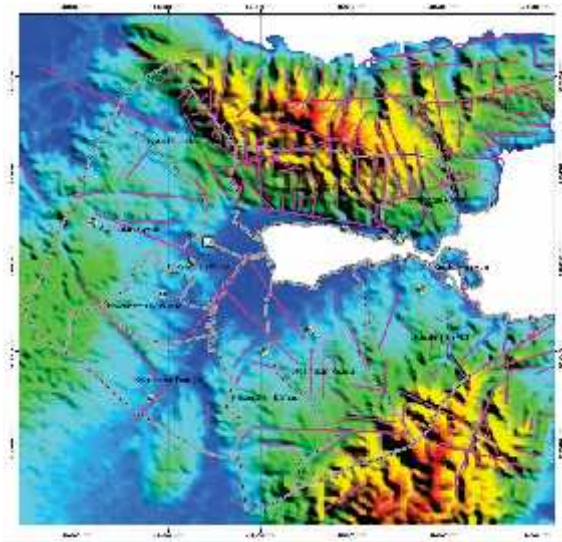
Adapun pemberian nilai bobot pada lineasi struktur didasarkan pada tabel 1 berikut

Tabel 1: Bobot Nilai Lineasi Struktur

No	Magnitude Lineasi	Bobot nilai
1.	Lokal	1
2.	Sub-mayor	2
3.	Mayor	3
4.	Regional	4

Sumber : Liu, 2016:357.

Selain itu, untuk mengetahui arah tegasan utama dari lineasi struktur yang ada, juga dilakukan plotting arah kelurusan lineasi kedalam diagram *rose*. Arah tegasan utama kemudian dibandingkan dengan kondisi di lapangan. Lineasi struktur dibuat berdasarkan pengamatan langsung pada Citra *SRTM* sebagaimana tertuang pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Lineasi Struktur Citra SRTM

Setelah dibuat pola garis lineasi, kemudian dilakukan pengukuran densitas garis lineasi tersebut dengan radius pengaruh 1 km dan karena lokasi penelitian yang berupa struktur lokal maka bobot nilai lineasi bernilai 1 (satu). Lalu dibuat pembobotan nilai densitas terhadap potensi longsoran yang akan terjadi. Adapun tingkat densitas berdasarkan bobot nilai potensi longsor sebagaimana tertuang pada Tabel 2 berikut.

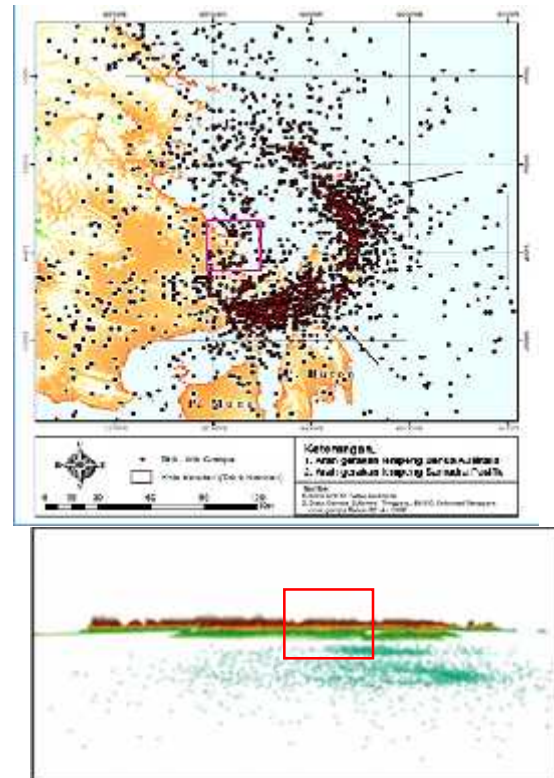
Tabel 2: Nilai Bobot Densitas Lineasi

No	Densitas Lineasi	Bobot nilai	
		Rock-slide	Debris-flow
1.	Rendah	1	0,5
2.	Sedang	2	1
3.	Tinggi	3	1,5
4.	Sangat tinggi	4	2

Sumber: Liu, 2016:357.

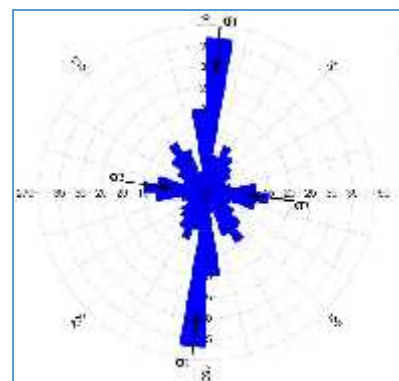
### 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data titik gempa, di sekitar lokasi penelitian terdapat dua buah zona aktifitas gempa yaitu, zona pertama dengan kedalaman 10 km dan zona kedua dengan kedalaman 30 km. Diperkirakan pada zona kedalaman 10 km merupakan zona tumbukan lempeng mikro continent dengan lempeng benua Eurasia, sementara pada zona kedalaman 30 km merupakan tumbukan antara lempeng samudera pasifik dengan lempeng benua Eurasia. Adapun mengenai titik gempa yang ada di sekitar lokasi penelitian, sebagaimana tertuang pada Gambar 3.



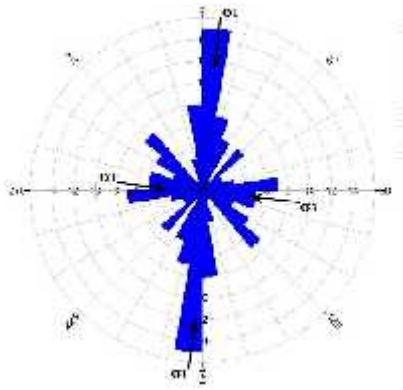
Gambar 3. Titik Gempa Sekitar Kota Kendari

Hasil aktifitas kegempaan tersebut bila dikorelasikan dengan arah dominan lineasi struktur yang ada pada citra SRTM maka di sekitar daerah penelitian arah gaya utama searah dengan arah tumukan mikro kontinent yang mengarah utara-selatan. Adapun gambaran mengenai diagram rose lineasi struktur sebagaimana termuat pada gambar 5 berikut.



Gambar 4. Diagram Rose Lineasi Pola Kelurusan

Sementara itu, hasil yang diperoleh berdasarkan pengukuran kekar dilapangan juga menunjukkan hal yang sama yaitu mengarah utara-selatan. Adapun gambaran mengenai hasil pengukuran kekar pada batupasir Formasi Meluhu sebagaimana tertuang pada gambar 5 .



Gambar 5. Diagram Rose Kejar Batuan Formasi Meluhu

Berdasarkan hasil interpretasi data citra dan hasil pengamatan lapangan, kondisi litologi daerah penelitian terdiri dari Batupasir, Metapasiran, Sekis, Slate, dan Batugamping. Jenis batuan tersebut secara umum merupakan bagian dari beberapa formasi yang ada di daerah penelitian.

Kondisi litologi di sekitar daerah penelitian didominasi oleh batupasir dimana pada kelompok batupasir formasi alangga merupakan batupasir tidak kompak (*brittle*) sementara pada Formasi Meluhu merupakan jenis batupasir yang termetamorfkan.

Dari hasil pengamatan lapangan, morfologi sekitar daerah penelitian dikelompokkan menjadi 4 (empat) yaitu Kelompok pedataran, Pedataran bergelombang, perbukitan bergelombang, dan perbukitan miring bergelombang. Dari beberapa litologi yang ada, kelompok batupasir yang paling banyak ditemukan di sekitar daerah pedataran bergelombang, sementara di sekitar pedataran banyak ditemukan endapan-endapan alluvial. Adapun untuk daerah perbukitan didominasi oleh jenis batuan metamorf. Selebihnya mengenai gambaran litologi daerah penelitian sebagaimana tertuang pada (Gambar 6).

Hasil peta *Fault Fracture Density* (Gambar 7) diketahui bahwa daerah yang memiliki densitas lineasi yang cukup rapat antara 1 hingga 2 berada di sekitar kecamatan Kendari, kecamatan Kendari Barat, kecamatan Poasia dan kecamatan Abeli. Adanya aktifitas gempa di sekitar daerah-daerah tersebut, dapat mengakibatkan adanya pergerakan tanah dan sebagaimana pada tabel 2, maka kondisinya masuk kedalam kategori daerah yang berpotensi sedang hingga tinggi untuk terjadinya gerakan tanah.

#### 4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Berdasarkan peta FFD, daerah sekitar Kecamatan Kendari dan

Kendari barat merupakan daerah yang memiliki tingkat densitas lineasi struktur yang tinggi hingga mencapai  $3 \text{ km/km}^2$ , sehingga memiliki potensi yang tinggi untuk terjadinya gerakan tanah.

2. Pola sebaran lineasi struktur baik dari hasil analisis citra dan pemantauan dilapangan, arah tegasan utama keduanya mengarah utara-selatan.
3. Dari penelitian ini, diharapkan adanya kajian lebih lanjut mengenai kestabilan lereng yang berada di sekitar Kecamatan Kendari dan Kendari barat, sehingga dapat mengantisipasi bencana yang akan timbul.
4. Hasil interpretasi yang dilakukan pada penelitian ini merupakan visualisasi secara manual sehingga kemungkinan kesalahan dalam proses deliniasi dapat terjadi baik disebabkan oleh kurang jeliannya pengamat dalam menarik garis lineasi ataupun adanya noise dari data citra yang digunakan.
5. Mengingat bahwa bencana alam gerakan tanah juga dapat terjadi bukan hanya disebabkan oleh aktifitas tektonik melainkan disebabkan oleh penurunan tingkat vegetasi dan peningkatan curah hujan, maka diperlukan adanya kajian hidrogeologi daerah rawan tersebut.

#### Ucapan Terima Kasih

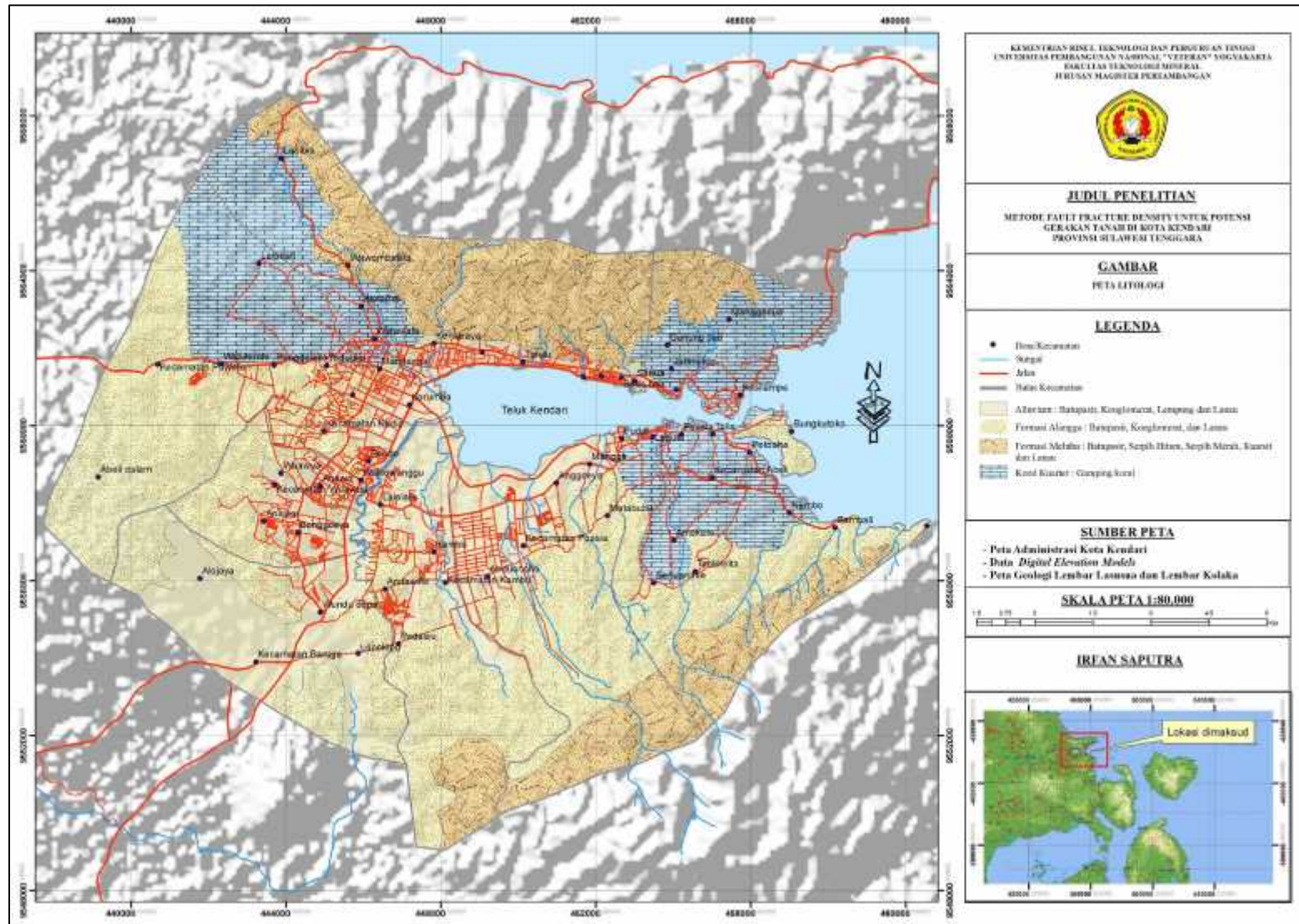
Kepada teman-teman Teknik Geologi Universitas Halu Oleo yang telah memberikan masukan dan sarannya terhadap penelitian ini. Serta Kepada kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan dan motivasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

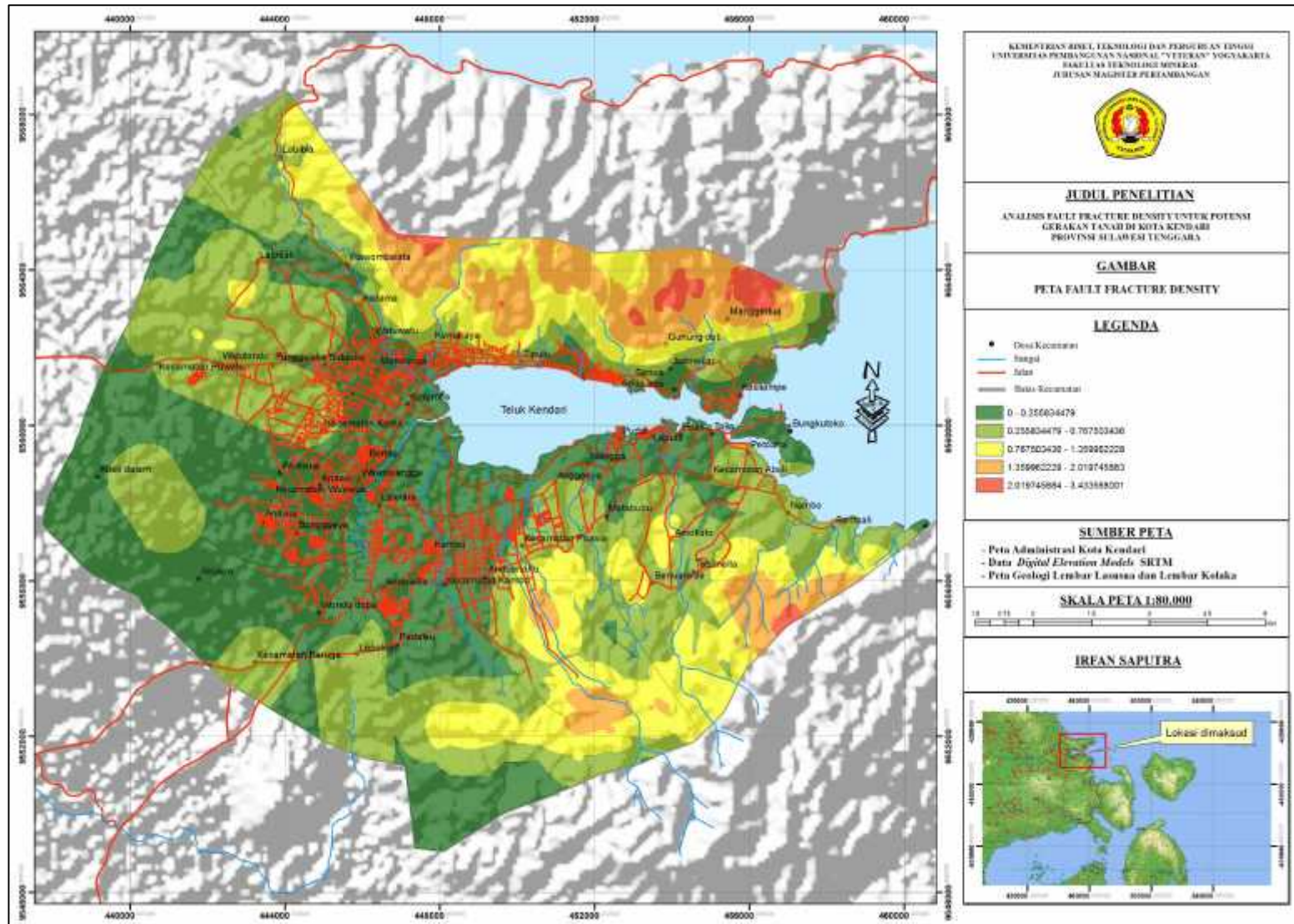
- Chemong C.A. and Chenrai P. 2013 *Fracture Density Analysis in the Sai Yok Fault, Western Thailand and its Implications for Hydrological Exploration.*

- Gripp. G.P., and Vearnconbe J.R. 2004. *Fault/fracture density and mineralization: a contouring method for targeting in gold exploration*. Jurnal of Structural Geology 1087–1108
- Lattman, L. H. and Nickelsen, R. P., 1958. *Photogeologic fracture-trace mapping in Appalachian plateau*, geological notes, 2239-2244
- Liu et all, 2016. *Image Processing and GIS For Remote Sensing*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Rusmana, dkk. 1993. *Peta Geologi Lembar Lasusua Skala 1:250.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung
- Simandjuntak, dkk, 1993. *Peta Geologi Lembar Kolaka Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Sompotan A.F. 2009. *Geologi Struktur Sulawesi*. Perpustakaan Sains Kebumian ITB. Bandung.
- Surono dkk, 2013. *Geologi Sulawesi*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Bandung
- Surono, 2013. *Geologi Lengan Tenggara Sulawesi (Cetakan kedua)*. Badan Geologi. Bandung.
- Suryantini dan Wibowo. H., 2010. *Application of Fault and Fracture Density (FFD) Method for Geothermal Exploration in Non-Volcanic Geothermal System; a Case Study in Sulawesi-Indonesia*. Proceedings World Geothermal Congress. Bali
- Thannoun, R.G. 2013. *Automatic Extraction and Geospatial Analysis of Lineaments and their Tectonic Significance in some areas of Northern Iraq using Remote Sensing Techniques and GIS*. Mosul University. Iraq

Lampiran 1

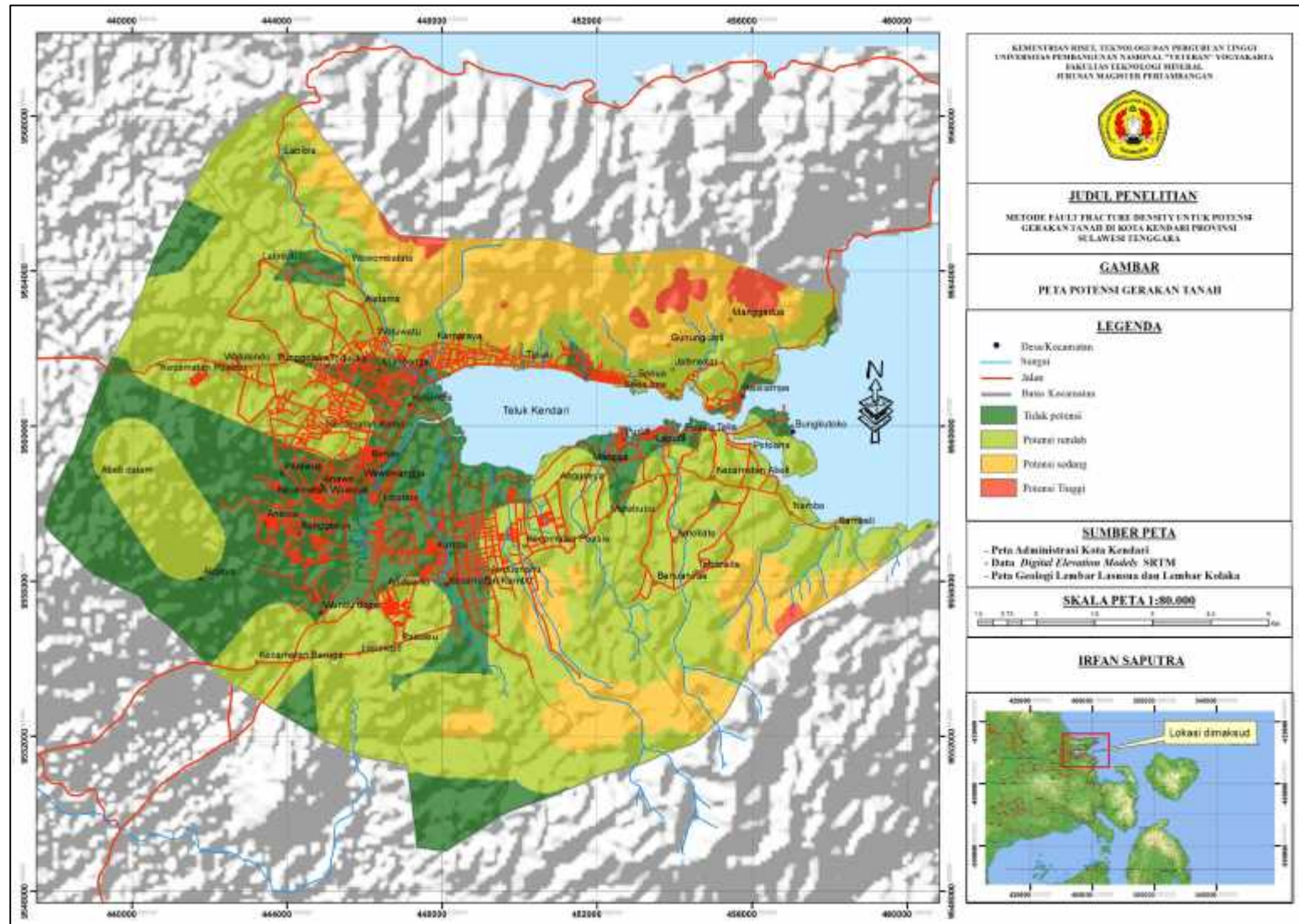


Gambar 6. Peta Geologi Kota Kendari



Gambar 7. Peta Fault Fracture Density

Lampiran 3



Gambar 8. Peta Potensi Gerakan Tanah