UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS STRUKTUR GEOLOGI PADA ANTIKLINORIUM NGIONO Ã¢ï¿½ï¿½ PAKEL Ã¢ï¿½ï¿½ BRAMA, BERDASARKAN INTERPRETASI CITRA LANDSAT 8 DAN DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) DAERAH REMBANG DAN SEKITARNYA PROVINSI JAWA TENGAH
MOHAMAD SAKUR, Dr. Agung Setianto, S.T., M.Si. dan Salahuddin Husein, S.T., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN i

PERNYATAAN ii

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI iv

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR TABEL xiii

ABSTRAK xiv

ABSTRACT xv

BAB I PENDAHULUAN 1

I.1. Latar Belakang 1

I.2. Rumusan Masalah 2

I.3. Batasan Masalah 2

I.4. Tujuan Penelitian 2

I.5. Lokasi dan Kesampaian Daerah 3

I.6. Peneliti Terdahulu 3

I.7. Keaslian Penelitian 4

BAB II GEOLOGI REGIONAL 6

II.1. Fisiografi Regional 6

II.2. Stratigrafi Regional 8

II.3. Tektonik Regional 15

BAB III DASAR TEORI 22

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS STRUKTUR GEOLOGI PADA ANTIKLINORIUM NGIONO Ã¢ï¿½ï¿½ PAKEL Ã¢ï¿½ï¿½ BRAMA, BERDASARKAN INTERPRETASI CITRA LANDSAT 8 DAN DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) DAERAH REMBANG DAN SEKITARNYA PROVINSI JAWA TENGAH
MOHAMAD SAKUR, Dr. Agung Setianto, S.T., M.Si. dan Salahuddin Husein, S.T., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

III.1. Penginderaan Jauh 22

III.1.1. Definisi 22

III.1.2. *Digital Elevation Model* (DEM) 22

III.1.3. Citra Landsat..... 25

III.1.4. Interpretasi Geologi Citra Penginderaan Jauh 28

III.2. Struktur Geologi..... 33

III.2.1. Definisi 33

III.2.2. Jenis-Jenis Struktur Geologi..... 33

BAB IV HIPOTESIS DAN METODE PENELITIAN..... 48

IV.1. Hipotesis 48

IV.2. Alat dan Bahan..... 48

IV.3. Tahapan Penelitian..... 49

IV.3.1. Tahap Persiapan 49

IV.3.2. Tahap Pengolahan 50

IV.3.3. Tahap Interpretasi Citra 51

IV.3.4. Tahap Pengecekan Lapangan 51

IV.3.5. Tahap Analisis Data 52

IV.3.6. Tahap Penyusunan Laporan 52

IV.4. Jadwal Penelitian 54

BAB V. PENGOLAHAN CITRA LANDSAT 8 DAN DEM 55

V.1. Pengolahan Citra Landsat 8..... 55

V.1.1. Koreksi Radiometrik dan Geometrik..... 55

V.1.2. Penajaman Citra..... 57

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS STRUKTUR GEOLOGI PADA ANTIKLINORIUM NGIONO Ã¢ï¿½ï¿½ PAKEL Ã¢ï¿½ï¿½ BRAMA, BERDASARKAN INTERPRETASI CITRA LANDSAT 8 DAN DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) DAERAH REMBANG DAN SEKITARNYA PROVINSI JAWA TENGAH
MOHAMAD SAKUR, Dr. Agung Setianto, S.T., M.Si. dan Salahuddin Husein, S.T., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

V.2. Pengolahan Digital Elevation Model (DEM) 64
V.2.1. Pembuatan Data Raster 65
V.2.2. Analisis *Hillshade* 66
V.2.3. Ektraksi Kelurusan 68
V.3. Citra Gabungan Landsat 8 dan DEM 71
BAB VI. HASIL DAN ANALISIS DATA 74
VI.1. Interpretasi Citra 74
VI.1.1. Interpretasi Litologi 74
VI.1.2. Interpretasi Struktur 75
VI.2. Pengcekan Lapangan 81
VI.2.1. Litologi 82
VI.2.2. Struktur Geologi 97
VI.3. Analisis Kelurusan 114
BAB VII. PEMBAHASAN 118
VII.1. Pola Kelurusan 118
VII.2. Litologi 120
VII.3. Struktur Geologi dan Arah Gaya 122
BAB VIII. KESIMPULAN 133
DAFTAR PUSTAKA 134
LAMPIRAN 137
LAMPIRAN TERIKAT 138
Lampiran Deskripsi STA 139
Lampiran Data Struktur Geologi 151

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS STRUKTUR GEOLOGI PADA ANTIKLINORIUM NGIONO Ã¢ï¿½ï¿½ PAKEL Ã¢ï¿½ï¿½ BRAMA, BERDASARKAN INTERPRETASI CITRA LANDSAT 8 DAN DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) DAERAH REMBANG DAN SEKITARNYA PROVINSI JAWA TENGAH
MOHAMAD SAKUR, Dr. Agung Setianto, S.T., M.Si. dan Salahuddin Husein, S.T., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

LAMPIRAN LEPAS

Lampiran Lepas 1. Peta Litologi Tentatif Daerah Rembang dan Sekitarnya Provinsi Jawa Tengah

Lampiran Lepas 2. Peta Interpretasi Struktur Daerah Rembang dan Sekitarnya Provinsi Jawa Tengah

Lampiran Lepas 3. Peta Stasiun Pengamatan Lapangan Daerah Rembang dan Sekitarnya Provinsi Jawa Tengah

Lampiran Lepas 4. Peta Geologi Daerah Rembang dan Sekitarnya Provinsi Jawa Tengah

Lampiran Lepas 5. Sayatan Geologi Daerah Rembang dan Sekitarnya Provinsi Jawa Tengah

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS STRUKTUR GEOLOGI PADA ANTIKLINORIUM NGIONO Ã¢ï¿½ï¿½ PAKEL Ã¢ï¿½ï¿½ BRAMA, BERDASARKAN INTERPRETASI CITRA LANDSAT 8 DAN DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) DAERAH REMBANG DAN SEKITARNYA PROVINSI JAWA TENGAH
MOHAMAD SAKUR, Dr. Agung Setianto, S.T., M.Si. dan Salahuddin Husein, S.T., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Lokasi daerah penelitian (sumber: *google maps*)..... 5

Gambar II.1. Fisiografi Cekungan Jawa Timur Utara (van Bemmelen, 1970 dalam Nachrowi dan Koesoemo, 2003)..... 7

Gambar II.2. Stratigrafi Zona Rembang (Nachrowi dan Koesoemo, 2003) 8

Gambar II.3. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian (Kadar dan Sudijono, 1993)..... 9

Gambar II.4. Pola struktur yang berkembang di Cekungan Jawa Timur Utara (Pulunggono dan Martdjojo, 1994). 17

Gambar II.5. Kerangka tektonik Jawa Timur selama 35 – 20 juta tahun lalu (Sribudiyani dkk, 2003) 18

Gambar II.6. Kerangka tektonik Jawa Timur selama 20 – 5 juta tahun lalu (Sribudiyani dkk, 2005) 20

Gambar III.1. Sistem penginderaan jauh (Sidarto, 2013) 23

Gambar III.2. Sesar turun (a), Sesar geser sinistral (b), dan sesar naik (c). Gambar stereonet menunjukkan bidang patahan (bundaran) dan vertor perpindahan (titik merah) (Fossen, 2010). 35

Gambar III.3. Aspek geometri lipatan (Fossen, 2010)..... 36

Gambar III.4. Klasifikasi lipatan berdasarkan kisaran sudut antarsayap (Fleuty, 1964; dalam Davis, 1984..... 37

Gambar III.5. Klasifikasi lipatan berdasarkan besarnya sudut kemiringan *hinge surface* dan sudut penunjaman *hinge line* (Fleuty, 1964; dalam Fossen, 2010)..... 38

Gambar III.6. Hubungan antara bagaimana gaya berperan dalam pembentukan lipatan. 39

Gambar III.7. Lipatan aktif pada suatu lapisan (Hudleston, 1986; dalam Fossen, 2010) 40

Gambar III.8. Dua lapisan yang berbeda ketebalan mengalami perlipatan. Bagian atas yang lebih tipis didominasi panjang gelombang yang lebih kecil dibandingkan bagian yang bawah (Fossen, 2010). 41

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS STRUKTUR GEOLOGI PADA ANTIKLINORIUM NGIONO Ã¢ï¿½ï¿½ PAKEL Ã¢ï¿½ï¿½ BRAMA, BERDASARKAN INTERPRETASI CITRA LANDSAT 8 DAN DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) DAERAH REMBANG DAN SEKITARNYA PROVINSI JAWA TENGAH
MOHAMAD SAKUR, Dr. Agung Setianto, S.T., M.Si. dan Salahuddin Husein, S.T., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar III.9. Perselingan lipatan *Class 1B* dan *3* umumnya terlihat pada lapisan yang terlipat. Lapisan yang kompeten menunjukkan geometri *Class 1B* (Fossen, 2010)..... 42

Gambar III.10. Persebaran strain pada *hinge zone* suatu lapisan batugamping yang terlipat. Regangan luar busur dipisahkan dari pemendekan dalam busur oleh *neutral surface* (Fossen, 2010).. 43

Gambar III.11. Pembentukan lipatan pasif secara *simple shearing* (a) dan *pure shearing*. Tidak ada perbedaan viskositas yang terlibat, artinya lipatan tersebut terbentuk secara pasif (Fossen, 2010). 44

Gambar III.12. Konfigurasi *en-echelon fold* dalam sistem sesar geser sinistral (after Moody and Hill, 1965; dalam Price and Cosgrove, 1990). 45

Gambar III.13. Contoh bending pada berbagai macam *setting* dan skala: (a) diantara *bounding*; (b) di atas thrust ramp; (c) diatas patahan tereaktifasi; dan (d) diatas intrusi dangkal atau *salt diaper* (Fossen, 2010)..... 47

Gambar IV.1. Bagan alir penelitian 53

Gambar V.1. Beberapa perbandingan komposit saluran pada citra Landsat 8 60

Gambar V.2. Perbandingan tampilan citra sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) ditambahkan saluran 8 61

Gambar V.3. Perbandingan tampilan citra sebelum dan sesudah dilakukan penajaman kontras..... 63

Gambar V.4. Kotak dialog *Topo to Raster* 64

Gambar V.5. Perbandingan tampilan raster dengan input data yang berbeda. (a) raster dengan input data kontur saja dan nilai *cell size* 25, (b) raster dengan input data kontur, sungai, dan titik serta nilai *cell size* 25, (c) raster dengan input data kontur, sungai, dan titik serta nilai *cell size* 12.5..... 65

Gambar V.6. Perbandingan tampilan *hillshade* pada variasi arah sudut penyinaran yang berbeda dan gabungan dari keempat *hillshade* tersebut. (a) *Hillshade* dengan arah sudut penyinaran 315^{o}, (b) *Hillshade* dengan arah sudut penyinaran 0^{o}, (c) *Hillshade* dengan arah sudut penyinaran 45^{o}, (d) *Hillshade* dengan arah sudut

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS STRUKTUR GEOLOGI PADA ANTIKLINORIUM NGIONO Ã¢ï¿½ï¿½ PAKEL Ã¢ï¿½ï¿½ BRAMA, BERDASARKAN INTERPRETASI CITRA LANDSAT 8 DAN DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) DAERAH REMBANG DAN SEKITARNYA PROVINSI JAWA TENGAH
MOHAMAD SAKUR, Dr. Agung Setianto, S.T., M.Si. dan Salahuddin Husein, S.T., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

penyinaran 270^{o}, (e) Kombinasi dari keempat *hillshade* tersebut 67

Gambar V.7. Hasil ekstraksi kelurusan dengan menggunakan PCI Geomatica 70

Gambar V.8. Data kelurusan setelah menghilangkan kelurusan dengan panjang lebih dari 700 m 71

Gambar V.9. Kombinasi antara citra Landsat 8 dan DEM. (a) Citra Landsat 8 dengan penajaman kontras *gaussian stretch*, (b) Gabungan citra Landsat 8 dan DEM, (c) DEM hasil kombinasi 4 arah sudut penyinaran 73

Gambar VI.1. Delineasi litologi hasil interpretasi citra 77

Gambar VI.2. Peta struktur geologi tentatif 80

Gambar VI.3. Persebaran lokasi pengamatan pada tahap pengecekan lapangan 82

Gambar VI.4. Peta geologi daerah penelitian (sayatan geologi dapat dilihat pada Gambar VI.13) 84

Gambar VI.5. (a) Singkapan *floatstone* pada STA 55 dan (b) singkapan batulanau pada STA 12 86

Gambar VI.6. Singkapan batupasir kuarsa pada STA 54 88

Gambar VI.7. (a) Singkapan batupasir kuarsa dan *floatstone* pada STA 17, (b) inset singkapan *floatstone,* dan (c) inset singkapan batupasir kuarsa 90

Gambar VI.8. Singkapan perselingan *grainstone* dengan *packstone* pada STA 23 (kiri) dan inset singkapan *grainstone* (kanan) 92

Gambar VI.9. Singkapan napal pada STA 6 93

Gambar VI.10. Singkapan batupasir karbonatan pada STA 46 (kiri) dan inset dari batupasir karbonatan (kanan) 94

Gambar VI.11. Singkapan napal pada STA 52 (kiri) dan inset dari batuan napal 95

Gambar VI.12. Singkapan napal dan *packstone* pada STA 65 96

Gambar VI.13. Sayatan geologi yang melintang utara-selatan pada daerah penelitian 101

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS STRUKTUR GEOLOGI PADA ANTIKLINORIUM NGIONO Ã¢ï¿½ï¿½ PAKEL Ã¢ï¿½ï¿½ BRAMA, BERDASARKAN INTERPRETASI CITRA LANDSAT 8 DAN DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) DAERAH REMBANG DAN SEKITARNYA PROVINSI JAWA TENGAH
MOHAMAD SAKUR, Dr. Agung Setianto, S.T., M.Si. dan Salahuddin Husein, S.T., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar VI.14. Keberadaan sesar pada Antiklin Brama. (a) Sesar naik pada STA 7, (b) striasi pada bidang sesar yang ditunjukkan oleh garis merah, (c) Sesar naik pada STA 48, (d) striasi pada bidang sesar yang ditunjukkan oleh garis merah 103

Gambar VI.15. Lokasi dan analisis gaya dari bidang sesar pada Antiklin Brama 103

Gambar VI.16. Contoh singkapan sesar pada Antiklin Brama, (a) Sesar turun pada STA 2, (b) Sesar geser sinistral pada STA 54, (c) Sesar geser sinistral pada STA 17, dan (d) Kenampakan striasi pada bidang sesar STA 17 yang ditunjukkan oleh garis biru..... 104

Gambar VI.17. Lokasi dan analisis gaya dari bidang sesar pada Antiklin Pakel..... 105

Gambar VI.18. Contoh singkapan sesar pada Antiklin Ngiono, (a) sesar naik pada STA 43, (b) kenampakan breksiasi dan perubahan orientasi perlapisan akibat sesar naik, (c) Sesar geser dekstral turun pada STA 30, (d) kenampakan striasi pada bidang sesar yang ditunjukkan oleh garis merah..... 106

Gambar VI.19. Keberadaan sesar pada STA 23, (a) sesar geser sinistral yang banyak terdapat di sungai, (b) antitetik sesar naik pada tebing, (c) sesar naik yang berada di tebing, (d) sketsa mengenai keberadaan sesar geser sinistral, sesar naik, dan *offset* punggungan bukit 106

Gambar VI.20. Lokasi dan analisis gaya dari bidang sesar pada Antiklin Ngiono..... 107

Gambar VI.21. Contoh kenampakan kekar yang ditunjukkan oleh garis merah pada Antiklin Brama, (a) kekar tarik pada STA 35 dan (b) kekar gerus pada STA 48..... 109

Gambar VI.22. Analisis kekar pada Antiklin Brama 109

Gambar VI.23. Contoh kenampakan kekar pada Antiklin Pakel, (a) perlapisan tegak pada STA 31 yang ditunjukkan oleh garis kuning, (b) inset singkapan STA 31 beserta kenampakan kekar gerus yang ditunjukkan oleh garis merah, dan (c) kenampakan kekar tarik pada STA 58 111

Gambar VI.24. Analisis kekar pada Antiklin Pakel 111

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS STRUKTUR GEOLOGI PADA ANTIKLINORIUM NGIONO Ã¢ï¿½ï¿½ PAKEL Ã¢ï¿½ï¿½ BRAMA, BERDASARKAN INTERPRETASI CITRA LANDSAT 8 DAN DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) DAERAH REMBANG DAN SEKITARNYA PROVINSI JAWA TENGAH
MOHAMAD SAKUR, Dr. Agung Setianto, S.T., M.Si. dan Salahuddin Husein, S.T., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar VI.25. Contoh kenampakan kekar pada Antiklin Ngiono yang ditunjukkan oleh garis merah, (a) kekar tarik pada STA 46, dan (b) kekar gerus pada STA 46 113

Gambar VI.26. Analisis kekar pada Antiklin Ngiono 113

Gambar VI.27. Peta kelurusan pada Antiklin Brama, Antiklin Pakel, dan Antiklin Ngiono 116

Gambar VII.1. Kolom litologi daerah penelitian 122

Gambar VII.2. Orientasi dominan struktur geologi di daerah penelitian 125

Gambar VII.3. Model patahan geser mengiri, *synthetic fault* (R) dan *secondary synthetic fault* (P) merupakan sesar geser sinistral, sementara *antithetic* R' dan X *fault* merupakan sesar geser dekstral 126

Gambar VII.4. Orientasi pembelokan sumbu lipatan pada Antiklin Brama – Kacangan dan kemungkinan keberadaan sesar geser pada *basemenet* 127

Gambar VII.5. Ilustrasi pembentukan lipatan *en-echelon* di daerah penelitian 128

Gambar VII.6. (a) Deformasi pada lempung yang mendapat tekanan dari pergerakan blok kayu, (b) Kondisi permukaan pada lempung menunjukkan Rieder shear berkembang dan dihubungkan oleh retakan P, (c) Diagram blok *flower structure* positif yang merupakan hasil simplifikasi data seimik, (d) peta geologi daerah penelitian, (e) Kemungkinan model struktur di bawah permukaan (catatan: Gambar a,b, c dari Pluijm dan Marshak, 2004) 131

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS STRUKTUR GEOLOGI PADA ANTIKLINORIUM NGIONO Ã¢ï¿½ï¿½ PAKEL Ã¢ï¿½ï¿½ BRAMA, BERDASARKAN INTERPRETASI CITRA LANDSAT 8 DAN DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) DAERAH REMBANG DAN SEKITARNYA PROVINSI JAWA TENGAH
MOHAMAD SAKUR, Dr. Agung Setianto, S.T., M.Si. dan Salahuddin Husein, S.T., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Kejadian tektonik pada area Cepu dan sekitarnya (Soetantri dkk, 197 20

Tabel III.1. Karakteristik dan kegunaan saluran Landsat 8 (Loyd, 2013) 24

Tabel III.2. Klasifikasi lipatan berdasarkan kisaran sudut antarsayap (Fleuty, 1964; dalam Davis, 1984) 37

Tabel III.3. Klasifikasi lipatan berdasarkan besarnya sudut kemiringan *axial surface* dan sudut penunjaman *hinge line* (Fleuty, 1964; dalam Davis, 1984) 37

Tabel IV.1. Jadwal Penelitian 52

Tabel V.1. Data statistik Landsat 8 daerah penelitian untuk saluran 1 sampai 11 54

Tabel V.2. Penentuan *ground control point* untuk koreksi geometrik citra 56

Tabel V.3. Nilai koefisien korelasi masing-masing saluran pada citra Landsat 8 57

Tabel V.4. Urutan nilai FIO pada saluran 6 dan 7 dengan saluran lainnya 58

Tabel VI.1. Karakteristik setiap parameter interpretasi litologi pada gabungan citra Landsat 8 dan DEM di daerah penelitian 76

Tabel VI.2. Orientasi arah dan rezim gaya pada Antiklin Ngiono, Pakel, dan Brama 111

Tabel VI.3. Diagram rose kelurusan daerah penelitian berdasarkan frekuensi dan panjang 115