

PEMETAAN FORMASI BATUAN DENGAN MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT 8 DAN TERRASAR-X (STUDI KASUS : KOTA BATU, JAWA TIMUR)

Hana Sugiastu Firdaus¹, Ipranta², Hani'ah¹

¹Departemen Teknik Geodesi-Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang-75123 Telp./Faks: (024) 736834,
e-mail: hana.firdaus@live.undip.ac.id

²Pusat Survei Geologi, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral,
Jl. Diponegoro No. 57 Bandung

(Diterima 21 Mei 2018, Disetujui 5 Juni 2018)

ABSTRAK

Pemetaan kondisi geologi sangatlah diperlukan untuk kajian teknis yang membutuhkan ketersediaan akan data tersebut seperti halnya kajian akan bencana, sumber daya mineral dan lain sebagainya. Formasi batuan merupakan salah satu komponen yang menggambarkan kondisi geologi di suatu daerah. Metode pemetaan yang berkembang saat ini dapat digunakan untuk mendapatkan jenis formasi batuan yang lebih detail dengan skala 1:50.000 jika dibandingkan dengan metode konvensional. Penelitian ini menggunakan metode penginderaan jauh untuk memetakan formasi batuan di Kota Batu dengan proses *image fusion* citra Landsat 8 dan citra TerraSAR-X *Ortho Rectified Radar Image* dan *Digital Surface Model*. Hasil *image fusion* dari dua citra tersebut selanjutnya dilakukan interpretasi citra dengan menggunakan kunci interpretasi, kenampakan unsur morfologi, pola aliran sungai dan peta geologi skala 1:100.000 (Wilayah Kota Batu) guna memetakan jenis formasi batuan dengan skala 1:50.000 di Kota Batu. Terdapat 15 jenis formasi batuan di area studi dari hasil interpretasi dalam penelitian ini yaitu : Batuan Gunungapi G.Kimberi 1 (Qvk1), Batuan Gunungapi G.Kimberi 2 (Kvk2), Lava Gunungapi G.Welirang (Qvlw), Batuan Gunungapi (Qv), Batuan Gunungapi G.Arjuno (Qva), Batuan Gunungapi Lahar G.Arjuno (Qval), Lava Gunungapi Tua G. Arjuno (Qvola), Kipas Vulkanik Tua G.Arjuno (Qvfoa), Batuan Gunungapi Kompleks G.Ukir (Qv), Batuan Gunungapi Tua G.Preteng (Qvop), Batuan Gunungapi Tua G.Kukusan (Qvok), Batuan Gunungapi G.Kutugan (Qvk), Batuan Produk Vulkanik G.Butak (Qvbt), Batuan Gunungapi G.Panderman (Qvp), dan Batuan Gunungapi G.Seruk (Qvs).

Kata kunci : Landsat 8, TerraSAR-X, Image Fusion, Geologi

ABSTRACT

Mapping of geological conditions is necessary for technical studies such as for disaster assessment, mineral resources and etc. Type of rocks is one component that describes the geological conditions in an area. The remote sensing methods can be used to obtain a more detailed type of rocks at a scale of 1: 50,000 when compared with the conventional methods. This research uses remote sensing method to map the type of rocks in Batu City with image fusion processing of Landsat 8 image and TerraSAR-X Ortho-Rectified Radar Image and Digital Surface Model image. The result of image fusion, furthermore can be interpreted by using interpretation key, morphological features, flow direction and geological map scale of 1: 100.000 in Batu City to map the type of rock with scale 1: 50.000 in areas study. There are 15 types of rocks in the study areas from the result of interpretation are: Batuan Gunungapi G.Kimberi 1 (Qvk1), Batuan Gunungapi G.Kimberi 2 (Kvk2), Lava Gunungapi G.Welirang (Qvlw), Batuan Gunungapi (Qv), Batuan Gunungapi G.Arjuno (Qva), Batuan Gunungapi Lahar G.Arjuno (Qval), Lava Gunungapi Tua G. Arjuno (Qvola), Kipas Vulkanik Tua G.Arjuno (Qvfoa), Batuan Gunungapi Kompleks G.Ukir (Qv), Batuan Gunungapi Tua G.Preteng (Qvop), Batuan Gunungapi Tua G.Kukusan (Qvok), Batuan Gunungapi G.Kutugan (Qvk), Batuan Produk Vulkanik G.Butak (Qvbt), Batuan Gunungapi G.Panderman (Qvp), and Batuan Gunungapi G.Seruk (Qvs).

Keywords : Landsat 8, TerraSAR-X, Image Fusion, Geologi.

1. PENDAHULUAN

Formasi batuan merupakan salah satu komponen yang menggambarkan kondisi geologi di suatu wilayah. Kebutuhan akan informasi jenis formasi batuan dengan tingkat kedetailan informasi menengah (skala 1:50.000) sangat diperlukan untuk kajian teknis mengenai kebencanaan, sumber daya alam dan lain

sebagainya. Peta geologi yang dihasilkan dengan metode konvensional memiliki rentang skala 1:250.000 sampai dengan 1:100.000, sehingga dibutuhkan suatu metode yang efektif dan efisien guna meningkatkan kedetailan informasi kondisi geologi di suatu wilayah. Metode penginderaan jauh dapat digunakan untuk memetakan suatu daerah baik dari wilayah cakupan

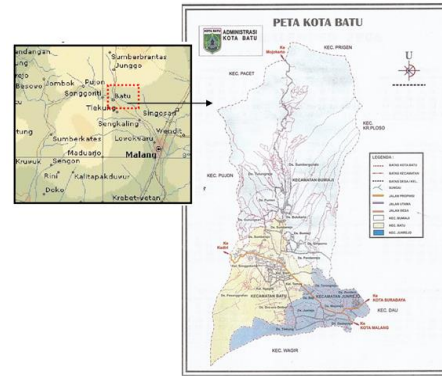
yang sempit maupun yang luas dalam jangka waktu yang relatif singkat. Hal inilah yang dijadikan dasar bahwa penggunaan dan pemanfaatan citra satelit untuk mendapatkan suatu informasi kenampakan unsur di permukaan bumi sangatlah efektif dan efisien. Pemetaan jenis formasi batuan dalam penelitian ini menggunakan dua citra satelit yaitu citra satelit aktif TerraSAR-X dan citra satelit pasif Landsat 8. Metode *image fusion* dari dua citra tersebut digunakan untuk mendapatkan kenampakan area studi dengan resolusi spasial dan spektral yang baik. Hal ini dikarenakan citra TerraSAR-X memiliki keunggulan dalam resolusi spasial serta tidak terlalu bagus untuk resolusi spektralnya dan citra Landsat 8 memiliki resolusi spektral yang bagus tetapi tidak terlalu bagus dalam resolusi spasialnya (Reditya, 2010). Pemanfaatan citra satelit aktif untuk pemetaan struktur geologi didasarkan dari interpretasi objek-objek geologi di permukaan dengan memanfaatkan data optis yang memiliki informasi spektral yang berkaitan dengan objek propertis mineral dalam batuan, selain itu data radar memiliki informasi ketinggian permukaan bumi dengan resolusi sangat tinggi, sehingga dapat memberikan informasi morfologi dan struktur geologi di suatu daerah yang relatif detail.

Berdasarkan Badan Geologi (2012), dalam melakukan interpretasi geologi didasarkan dari penafsiran batas satuan batuan dan jenis satuan batuanya. Analisa struktur geologi meliputi identifikasi kelurusan-kelurusan pada permukaan bumi yang mungkin dapat disimpulkan sebagai sesar-sesar ataupun rekahan-rekahan batuan pada suatu zona struktur. Analisa satuan batuan mencakup identifikasi jejak-jejak pelapisan batuan dan kecenderungan arah kemiringannya, selain dari tekstur dan rona satuan batuan tersebut pada spektrum citra optis. Berdasarkan ciri – ciri tersebut dapat disimpulkan suatu objek adalah batuan sedimen yang normal atau terlipat di suatu daerah tertentu. Satuan batuan beku diinterpretasikan sebagai suatu tubuh atau bentuk objek di permukaan bumi yang memiliki bentuk kerucut dengan pola pengaliran umumnya berbentuk radial. Hasil dari analisa adalah berupa pengkelasan dari suatu formasi geologi menjadi beberapa satuan batuan yang dibedakan berdasarkan ciri-ciri fisik dari citra radar dan keterkaitannya dengan morfogenesis batuan tersebut.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Area Studi dan Data

Penelitian ini mengambil daerah penelitian di wilayah Kota Batu, Jawa Timur yang terletak di $7^{\circ}44'55,11''-8^{\circ}26'35,45''$ LS dan $112^{\circ}17'10,90''-122^{\circ}57'11''$ BT.



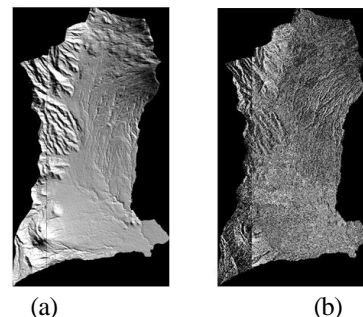
Gambar 1. Wilayah Area Studi Penelitian

Secara administratif, terdapat tiga kecamatan yang terletak di wilayah Kota Batu, yaitu Kecamatan Junrejo, Kecamatan Batu, dan Kecamatan Bumiaji.

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra TerraSAR-X tahun 2010 dan citra Landsat 8 tahun 2013. Dalam penelitian ini, menggunakan produk *stripmap* dari citra TerraSAR-X dan terdiri dari format citra DSM (*Digital Surface Model*) dan ORRI (*Ortho Rectified Radar Image*).

2.2 Metode

Metode *image fusion* dan interpretasi hasil *image fusion* yang telah di tumpang susun dengan citra TerraSAR-X DSM digunakan dalam memetakan jenis formasi batuan di area studi dalam penelitian ini. Sebelum dilakukan *image fusion* dilakukan *shaded relief* dari citra TerraSAR-X DSM dan *layer intensity* dari citra TerraSAR-X ORRI yang dapat dilihat pada gambar 2 serta *composit band 567* pada citra Landsat 8. (Reditya, 2010) melakukan kombinasi band citra Landsat 7 ETM+ dengan RGB 457 untuk pemetaan geologi. Sedangkan dalam penelitian ini, menggunakan kombinasi band RGB 567 pada citra Landsat 8, dimana kombinasi band ini mengacu pada panjang gelombang yang hampir sama dengan panjang gelombang di Landsat 7 ETM+.



Gambar 2. Data DSM *Shaded Relief* Citra TerraSAR-X DSM Kota Batu dengan derajat sudut azimuth 45° dan sudut elevasi 45° (a) dan data ORRI *Layer Intensity* Citra TerraSAR-X Kota Batu

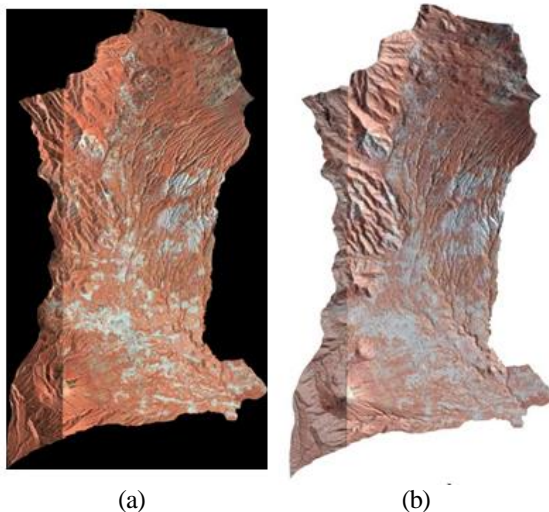
Citra Landsat yang telah dikombinasi selanjutnya diproses *image fusion* dengan citra TerraSAR-X (ORRI). Metode transformasi HSI (*Hue Saturation Intensity*) digunakan dalam proses *image fusion*. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan citra dengan tampilan multispektral dan resolusi spasial sesuai dengan citra pankromatik inputannya.

Hasil *image fusion* selanjutnya dioverlay dengan citra TerraSAR-X DSM yang telah di *shaded relief* untuk menunjukkan geomorfologi dari area studi. Untuk memudahkan interpretasi, hasil yang didapat di lakukan penajaman citra (*image enhancement*) sehingga memudahkan dalam interpretasi formasi satuan batuan di Kota Batu. Peta Geologi Lembar Kota Batu skala 1:100.000 serta kenampakan penggunaan lahan dari citra Landsat 8 yang melingkupi suatu formasi batuan digunakan sebagai referensi acuan untuk mendapatkan kenampakan kondisi geologi sebenarnya di lapangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Image Fusion TerraSAR-X ORRI dan Landsat 8

Hasil *image fusion* citra TerraSAR-X ORRI dengan landsat 8 RGB 567 dengan menggunakan metode transformasi HSI (*Hue Saturation Intensity*) dapat dilihat pada gambar (3a) sedangkan hasil overlay *image fusion* dengan citra TerraSAR-X DSM Shaded Relief dapat dilihat pada gambar (3b).



Gambar 3. Hasil *Image Fusion* Data ORRI *Layer Intensity* Citra TerraSAR-X dengan Landsat 8 RGB 567 (a) dan Overlay Hasil *Image Fusion* dengan DSM *Shaded Relief* Citra TerraSAR-X (b)

Hasil dari pengolahan yang didapat dapat digunakan untuk memudahkan interpretasi formasi batuan dengan tingkat ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan pemetaan geologi metode konvensional, sehingga formasi batuan yang dihasilkan akan lebih beragam dan

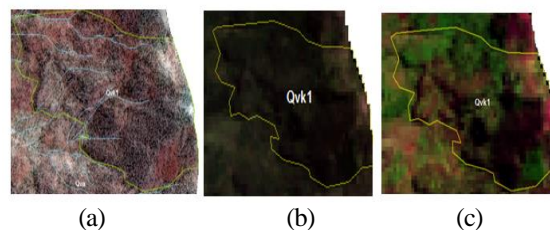
detail jika dibandingkan dengan skala 1:100.000. Metode ini juga telah diterapkan di beberapa penelitian (Puspitasri,2016; Ismawati, 2014; dan Reditya, 2010) untuk mengetahui kenampakan lithologi dan struktur geologi dari citra radar. Semakin meningkatnya kedetailan informasi formasi batuan, maka kajian teknis yang didasarkan dari formasi batuan akan semakin akurat.

3.2 Hasil Interpretasi Formasi Batuan

Hasil interpretasi formasi batuan di area studi didapatkan 15 jenis formasi satuan yaitu meliputi :

1. Batuan Gunungapi G.Kimber 1 (Qvk1)

Pada citra hasil pengolahan TerraSAR-X dan Landsat 8 warna yang ditunjukkan yaitu merah terang bercampur dengan warna hitam keabu-abuan dengan morfologi daerah kerucut gunung api dengan kelerengan 30-40% di daerah yang dekat dengan puncak gunungapi. Bertekstur agak kasar sampai agak halus dan memiliki pola aliran memancar. Komposit band *true colour* citra Landsat (432) menunjukkan warna merah bata kehijauan sedangkan untuk komposit band 653 menunjukkan warna merah gelap bercampur coklat muda serta hijau tua Hal ini menunjukkan tutupan lahannya yaitu tanah kosong dan beberapa vegetasi hutan di sekitarnya. Warna merah bata pada komposit 432 menunjukkan komposisi tanah dan hal ini sesuai dengan komposit 653, dimana semakin coklat menunjukkan kenampakan tanah sedangkan semakin hijau menunjukkan kerapatan vegetasinya semakin rapat. Dalam Peta Geologi skala 1:100.000, satuan batuan ini termasuk dalam Batuan Gunungapi Arjuna-Welirang (Qvaw) dan dengan skala yang lebih detail Qvk1 dapat dibedakan dengan satuan batuan yang lainnya. Diantara G. Welirang dan G. Arjuno terdapat G. Kimber 1 dan G. Kimber 2, dimana batuan G.Kimber 2 (Kvk2) terletak di sebelah utara Qvk1. Satuan batuan ini terdiri dari breksi gunungapi, lava, breksi tufan dan tuf.

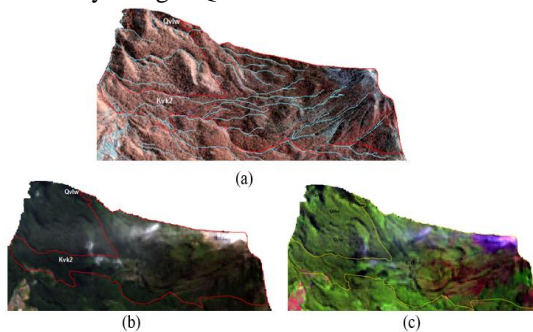


Gambar 4. (a) Overlay Hasil *Image Fusion* dengan DSM *Shaded Relief* Citra TerraSAR-X Satuan Qvk1 (b) *Composit Band* 432 Qvk1 (c) *Composit Band* 653 Qvk1

2. Batuan Gunungapi G.Kimber 2 (Kvk2)

Warna yang ditunjukkan dari hasil pengolahan TerraSAR-X dengan Landsat 8 yaitu merah muda kecoklatan dan hitam keabu-abuan serta terdapat warna biru muda di sebelah timur satuan batuan ini. Morfologi

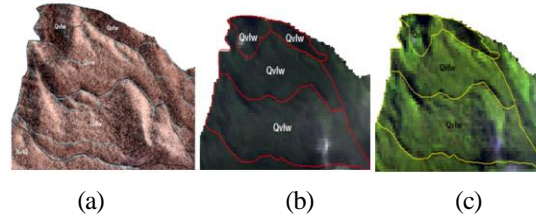
satuan batuan termasuk daerah pegunungan dan kerucut gunung api yang berdekatan dengan puncak gunung dengan tekstur halus sampai agak kasar serta memiliki pola aliran memancar semi radial. Sedangkan hasil komposit band 432 pada citra Landsat 8 menunjukkan warna coklat kemerahan dan hijau tua sampai hijau muda. Warna merah semi coklat dan hijau muda sampai hijau tua tampak pada komposit band 653. Hal ini menunjukkan tutupan lahan yang melingkupi berupa tanah kosong/ rerumputan, semakbeluar dan hutan. Di sebelah barat dari satuan batuan ini dilingkupi hutan yang rapat berdasarkan warna yang ditunjukkan di komposit 653 dengan warna hijau tua. Komposisi satuan batuan ini dalam Peta Geologi skala 1:100.00 terdiri dari breksi gunungapi, lava, breksi tufan dan tuf sama halnya dengan Qvk1.



Gambar 5. (a) Overlay Hasil *Image Fusion* dengan *DSM Shaded Relief* Citra TerraSAR-X Satuan Kvk2 (b) *Composit Band 432* Kvk2 (c) *Composit Band 653* Kvk2

3. Lava Gunungapi G.Welirang (Qvlw)

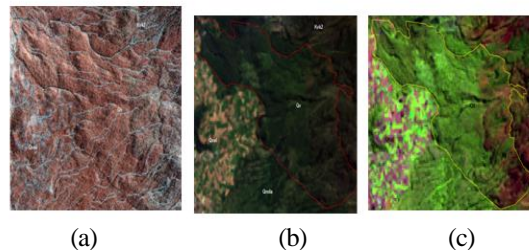
Satuan batuan ini terletak paling utara dari Kota Batu dengan warna coklat muda kehitaman dari hasil pengolahan citra TerraSAR-X dengan Landsat 8 dengan tekstur kasar dan morfologi di daerah kerucut gunungapi dengan kemiringan lereng >40% didekat puncaknya. Pola alirannya memancar dengan tutupan lahan berupa hutan dan semak belukar. Semak belukar yang terletak di sebelah utara satuan batuan ditunjukkan dengan warna hijau muda pada komposit band 653, sedangkan warna hijau tua untuk hutan. Degradasi warna pada komposit band 653 menunjukkan tingkat kerapatan vegetasi dari tutupan lahan yang melingkupi batuan. Untuk kombinasi band citra *true colour* menunjukkan warna hijau yang menampakkan vegetasi. Batuan ini dibentuk dari lava G.Welirang dengan komposisi sama seperti batuan pembentuk Batuan Gunungapi Arjuno-Welirang (Qvaw) dalam Peta Geologi skala 1:100.000 yaitu breksi gunungapi, lava, breksi tufan dan tuf.



Gambar 6. (a) Overlay Hasil *Image Fusion* dengan *DSM Shaded Relief* Citra TerraSAR-X Satuan Qvlw (b) *Composit Band 432* Qvlw (c) *Composit Band 653* Qvlw

4. Batuan Gunungapi (Qv)

Satuan batuan ini berada di sebelah barat Qva dan Qvk1 serta di bagian selatan dari Kvk2 dengan morfologi pegunungan bertekstur agak kasar. Batuan ini dapat dibedakan dengan batuan di sekitarnya dengan warna coklat muda keabu-abuan dari hasil pengolahan citra TerraSAR-X dan Landsat 8 dengan pola aliran memancar semi dendritik. Berbeda halnya dengan Qva yang didominasi oleh warna abu-abu, Qv didominasi oleh warna coklat muda dengan sedikit warna abu-abu yang berada di perbatasan Qva. Hasil komposit *true colour* menunjukkan warna merah bercampur coklat di perbatasan Qvk1 dan Qva serta warna hijau tua sampai hijau muda di sebelah barat laut. Sedangkan untuk komposit warna 653 menunjukkan warna merah bata kecoklatan di perbatasan Qva dan Qvk1 dan warna hijau muda sampai hijau tua, dengan tingkat kerapatan yang rapat di sebelah barat daya dan barat laut. Warna yang ditunjukkan dari beberapa komposit band tersebut menunjukkan tutupan lahan yang melingkupi berupa tanah kosong, semak belukar dan hutan. Adapun komposisi batuannya berdasarkan Peta Geologi skala 1:100.000 yaitu breksi gunungapi, lava, breksi tufan dan tuf. Satuan batuan ini diperkirakan merupakan endapan dari beberapa komposisi satuan batuan gunungapi disekitarnya seperti G. Welirang, G.Arjuno, G Kimberi 1 dan 2 sehingga satuan batuan ini hanya diberi simbol Qv yang menunjukkan batuan gunungapi.

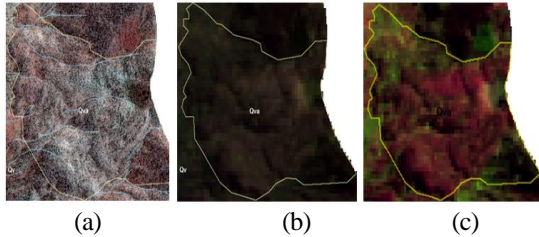


Gambar 7. (a) Overlay Hasil *Image Fusion* dengan *DSM Shaded Relief* Citra TerraSAR-X Satuan Qv (b) *Composit Band 432* Qv (c) *Composit Band 653* Qv

5. Batuan Gunungapi G.Arjuno (Qva)

Warna yang ditunjukkan dari hasil pengolahan citra TerraSAR-X dengan Landsat 8 yaitu abu-abu dengan

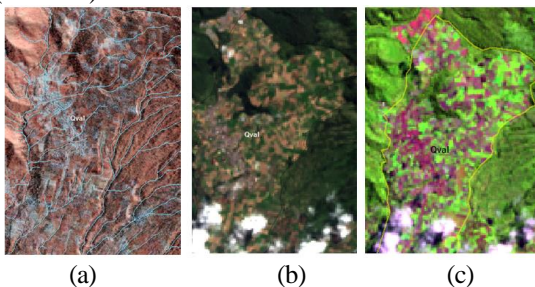
sedikit warna merah muda keabu-abuan di bagian tenggara dari satuan batuan ini yang dekat dengan puncak G. Arjuno. Morfologi batuan ini berupa kerucut gunungapi dengan tekstur agak kasar dengan pola aliran memancar. Berdasarkan komposit band 432, warna yang ditunjukkan adalah coklat tua dan wana hijau tua, sedangkan untuk komposit band 653 tampak warna merah bata kecoklatan dan hijau. Hal ini menunjukkan adanya tanah kosong dan vegetasi hutan yang melingkupi satuan batuan ini. Komposisi batuan berdasarkan Peta Geologi skala 1:100.00 yaitu berupa breksi gunungapi, lava, breksi tufan dan tuf.



Gambar 8. (a) Overlay Hasil *Image Fusion* dengan *DSM Shaded Relief* Citra TerraSAR-X Satuan Qva (b) *Composit Band 432* Qva (c) *Composit Band 653* Qva

6. Batuan Gunungapi Lahar G.Arjuno (Qval)

Satuan batuan ini terletak di sebelah barat Qvola (Lava Gunungapi Tua G. Arjuno), diperkirakan pembentukan batuan ini lebih baru jika dibandingkan dengan Qvola. Morfologi dari satuan batuan ini berupa pegunungan dan kaki gunung, dimana satuan batuan ini memanjang ke selatan. Tekstur yang tampak dari batuan ini halus sampai agak kasar dengan pola aliran meranting (dendritik).



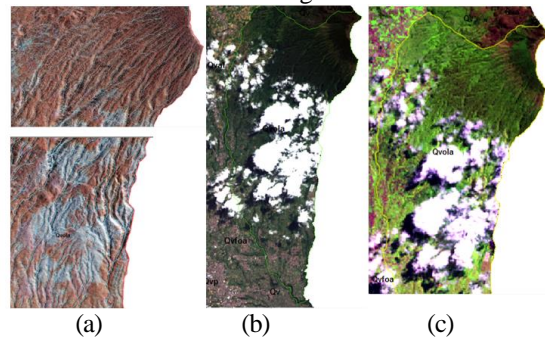
Gambar 9. (a) Overlay Hasil *Image Fusion* dengan *DSM Shaded Relief* Citra TerraSAR-X Satuan Qval (b) *Composit Band 432* Qval (c) *Composit Band 653* Qval

Tutupan lahan yang melingkupi satuan batuan ini antara lain, (1) pemukiman yang ditunjukkan dengan warna merah dengan pola beraturan di kombinasi band 653 serta warna merah muda di kombinasi band 432 yang memanjang ke selatan; (2) ladang dengan warna hijau kekuningan dengan sedikit campuran warna coklat yang beraturan di kombinasi band 653 serta warna hijau di warna *true colour*; (3) perkebunan dengan warna hijau tua yang berpola di bagian utara dari kombinasi 653 serta warna hijau pekat untuk warna *true colour*; (4)

sawah yang tampak dengan warna hijau keungu-unguan di kombinasi 653 serta hijau muda di kombinasi 432, serta beberapa hutan dan semak belukar. Komposisi batuan ini berdasarkan Peta Geologi skala 1:100.000 yaitu breksi gunungapi, lava, breksi tufan dan tuf. Lava yang terbentuk disusun atas andesit-basal dengan warna, kelabu, hitam, coklat kemerahan dan kehijauan yang terkekarkan.

7. Lava Gunungapi Tua G. Arjuno (Qvola)

Satuan batuan ini berada di bagian timur Qval dan dibagian selatan Qva dan Qv dengan morfologi pegunungan serta kerucut gunungapi yang dekat dengan puncak G.Arjuno. Tekstur batuan ini halus dan tidak terlalu kasar dengan pola aliran meranting (dendritik) dan memancar sejajar. Kombinasi *true colour* dari citra Landsat 8 menunjukkan warna hijau tua sampai hijau muda, merah muda serta coklat. Sedangkan untuk kombinasi 653 menunjukkan warna hijau tua dan coklat di dekat puncak G. Arjuno, warna hijau kekuningan, hijau tua yang berpola petak, hijau muda, hijau keungu-unguan serta merah. Warna yang tampak dari kombinasi band tersebut menunjukkan tutupan lahan yang melingkupi satuan batuan ini berupa tanah kosong, hutan, semakbelukar, ladang, perkebunan, sawah dan pemukiman. Komposisi batuan ini terdiri dari breksi gunungapi, lava, breksi tufan dan tuf berdasarkan Peta Geologi skala 1:100.000.



Gambar 10. (a) Overlay Hasil *Image Fusion* dengan *DSM Shaded Relief* Citra TerraSAR-X Satuan Qvola (b) *Composit Band 432* Qvola (c) *Composit Band 653* Qvola

8. Kipas Vulkanik Tua G.Arjuno (Qvfoa)

Satuan batuan ini terpisah menjadi dua dengan adanya satuan batuan Qv yang merupakan batuan gunungapi kompleks G.Ukir di tengahnya. Dari proses pembentukannya, Qvfoa yang berada di tenggara Qv lebih tua jika dibandingkan dengan Qvfoa di sebelah barat laut Qv. Warna yang ditunjukkan dari pengolahan citra TerraSAR-X dengan Landsat 8 yaitu coklat muda, merah muda serta biru muda dengan tekstur yang halus. Pola alirannya meranting (dendritik) dengan morfologi kaki gunung dan perbukitan. Hasil kombinasi band 432 menunjukkan warna hijau muda sampai tua, merah muda serta merah bata, sedangkan kombinasi 653 menunjukkan warna hijau muda, biru gelap keungu-

unguan dan merah. Warna yang dihasilkan dari kombinasi band tersebut menunjukkan adanya tutupan lahan pemukiman, sawah, semak belukar dan ladang. Komposisi batuan ini sama halnya dengan batuan yang berasal dari G. Arjuno yaitu berupa breksi gunungapi, lava, breksi tufan dan tuf.



(a) (b) (c)

Gambar 11. Gambar 4.13 (a) Overlay Hasil *Image Fusion* dengan *DSM Shaded Relief* Citra TerraSAR-X Satuan Qvfoa (b) *Composit Band 432* Qvfoa (c) *Composit Band 653* Qvfoa

9. Batuan Gunungapi Kompleks G.Ukir (Qv)

Satuan batuan ini terdapat di sebelah selatan Qvola dengan warna merah muda, biru muda, serta merah muda kecoklatan di sekitar puncak G. Ukir dari hasil pengolahan citra TerraSAR-X dan Landsat 8 dengan morfologi perbukitan dan lereng kaki gunung yang sebagian menggelombang, serta merupakan deretan bukit, punggung atau pematang. Tekstur yang tampak dari batuan ini halus sampai agak kasar dan terlihat agak kompak di sekitar puncak G. Ukir dengan pola aliran meranting (dendritik). Kombinasi band 432 menunjukkan warna merah, hijau dan hijau tua di puncak G. Ukir, sedangkan kombinasi band 653 menunjukkan warna hijau keunguan, hijau muda, hijau kekuningan serta merah. Kombinasi band 653 dapat lebih menjelaskan kenampakan sawah jika dibandingkan dengan band 432.



(a) (b) (c)

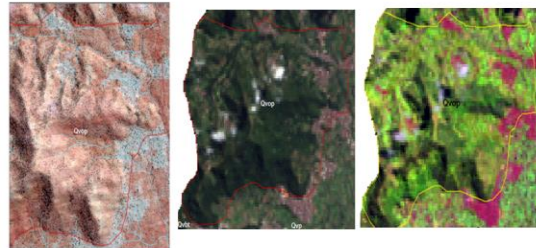
Gambar 12. (a) Overlay Hasil *Image Fusion* dengan *DSM Shaded Relief* Citra TerraSAR-X Satuan Qv (b) *Composit Band 432* Qv (c) *Composit Band 653* Qv

Selain itu, dari kenampakan warna yang terbetuk menunjukkan adanya pemukiman, semak belukar, ladang, serta hutan yang berada di sekitar puncak G. Ukir. Komposisi penyusun batuan ini berdasarkan Peta Geologi skala 1:100.00 terdiri dari breksi gunungapi, tuf, lava, aglomerat dan lahar dan termasuk dalam

batuan gunungapi kuartir tengah sama halnya dengan Qvbt.

10. Batuan Gunungapi Tua G.Preteng (Qvop)

Satuan batuan ini terletak di sebelah barat Qval dan di sebelah selatan Qvok. Warna yang tampak dari hasil pengolahan citra TerraSAR-X dengan Landsat 8 didominasi warna coklat dengan sedikit warna biru muda. Tekstur batuan halus sampai kasar dengan dominasi kasar di bagian lereng-lerengnya. Morfologi dari batuan ini berupa daerah pegunungan dengan pola aliran memancar dan meranting. Warna satuan batuan ini berdasarkan kombinasi band 432 yaitu hijau muda, hijau tua dan merah sedangkan untuk kombinasi 653 yaitu hijau tua, hijau tua pekat yang beraturan, hijau muda kecoklatan serta warna merah. Kenampakan warna tersebut menunjukkan tutupan lahan yang melingkupi batuan ini berupa hutan, perkebunan, semak belukar, ladang, serta pemukiman. Berdasarkan Peta Geologi skala 1:100.000, batuan ini termasuk di dalam Batuan Gunungapi Anjasmara Tua (Qpat) yang merupakan endapan piroklastika tertua dan diperkirakan berumur Plistosen Awal hingga Tengah, umumnya sudah pejal dan termampatkan, bersusunan andesit hingga basal, dan sebagian terubah. Adapun komposisi dari batuan ini yaitu breksi gunungapi, tuf breksi, tuf dan lava.



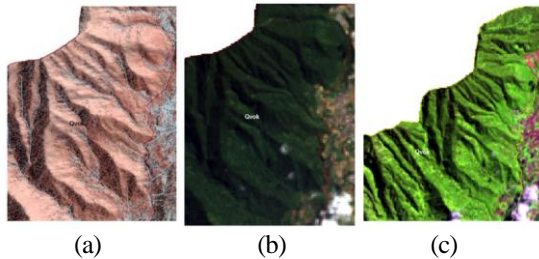
(a) (b) (c)

Gambar 13. (a) Overlay Hasil *Image Fusion* dengan *DSM Shaded Relief* Citra TerraSAR-X Satuan Qvop (b) *Composit Band 432* Qvop (c) *Composit Band 653* Qvop

11. Batuan Gunungapi Tua G.Kukusan (Qvok)

Satuan batuan ini terletak di sebelah utara Qvop dengan dominasi warna coklat di bagian lereng-lereng pegunungannya serta sedikit biru muda keabu-abuan berdasarkan hasil pengolahan citra TerraSAR-X dan Landsat 8. Tekstur dari batuan ini yaitu halus sampai kasar dengan dominasi tekstur kasar. Morfologi batuan yang berupa pegunungan dengan puncak G.Kukusan (+ 1639 m), ini memiliki pola aliran meranting dan memancar sejajar. Warna hijau tua mendominasi warna batuan dari hasil kombinasi band 432, serta terdapat beberapa warna hijau muda, coklat dan merah. Warna yang tampak dari kombinasi band 653 sama halnya dengan band 432, namun perbedaannya degradasi warna hijau tua dan hijau mudanya lebih tampak yang menunjukkan tingkat kerapatan vegetasinya. Adapun

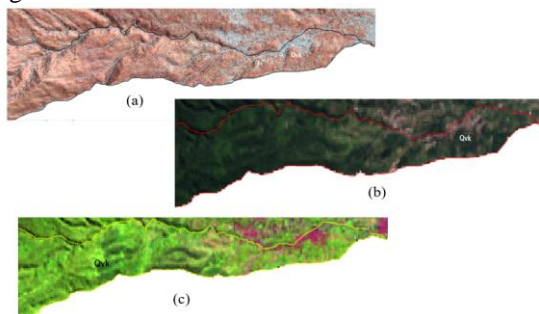
tutupan lahan yang melingkupi satuan batuan ini yaitu hutan, semakbelukar, kebun, ladang serta pemukiman dengan didasarkan dari warna dan kenampakan bentuk dari hasil kombinasi band. Dalam Peta Geologi skala 1:100.000, satuan batuan ini termasuk dalam Batuan Gunungapi Anjasmara Muda (Qpva) yang merupakan batuan gunungapi kuarter bawah serta tersusun dari breksi gunungapi, tuf breksi, lava, tuf dan aglomerat.



Gambar 14. (a) Overlay Hasil *Image Fusion* dengan *DSM Shaded Relief* Citra TerraSAR-X Satuan Qvok (b) *Composit Band 432* Qvok (c) *Composit Band 653* Qvok

12. Batuan Gunungapi G.Kutugan (Qvk)

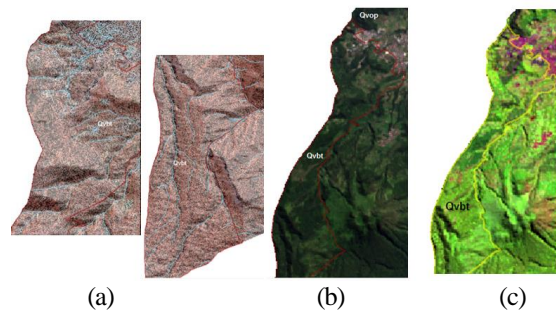
Satuan batuan ini terletak dibagian selatan Kota Batu yang memanjang ke arah timur. Morfologi batuan berupa pegunungan dengan puncak G. Kutugan (+1694 m) serta memiliki pola aliran memancar sejajar dan meranting. Tekstur batuan ini halus sampai kasar dan dari hasil pengolahan citra TerraSAR-X dengan Landsat 8 menunjukkan warna merah muda kecoklatan, coklat dan biru muda. Kombinasi band 432 menampilkan warna hijau tua sampai hijau muda dan merah, sedangkan kombinasi band 653 menampilkan warna hijau tua kecoklatan, hijau muda dan merah. Tampilan warna tersebut menunjukkan bahwa tutupan lahan yang melingkupi batuan ini yaitu hutan, semakbelukar, kebun, ladang serta pemukiman. Komposisi batuan ini berdasarkan Peta Geologi skala 1:100.000 sama halnya dengan batuan gunungapi yang berasal dari kuarter tengah, yaitu terdiri dari breksi gunungapi, tuf, lava, aglomerat dan lahar.



Gambar 15. (a) Overlay Hasil *Image Fusion* dengan *DSM Shaded Relief* Citra TerraSAR-X Satuan Qvk (b) *Composit Band 432* Qvk (c) *Composit Band 653* Qvk

13. Batuan Produk Vulkanik G.Butak (Qvbt)

Satuan batuan ini terletak paling barat daya dari Kota Batu dan menyebar ke arah utara. Morfologi dari batuan ini berupa pegunungan dengan pola alirannya yang memancar sejajar dan meranting. Tekstur batuan ini halus sampai kasar. Hasil pengolahan citra TerraSAR-X dengan Landsat 8 menunjukkan warna coklat dengan sedikit warna merah muda. Warna yang dihasilkan dari kombinasi band 653 tidak jauh dari kombinasi band *true colour* (432) yaitu hijau tua, hijau muda, dan merah. Namun, dari hasil kombinasi band 653 lebih tampak degradasi warna hijau yang menunjukkan kenampakan vegetasi serta bentuk atau pola dari tutupan lahannya. Adapun tutupan lahan yang melingkupi satuan batuan ini yaitu hutan, kebun, semakbelukar, ladang dan pemukiman. Qvbt dalam Peta Geologi skala 1:100.000 termasuk dalam Batuan Gunungapi Kawi-Butak (Qpvkb) yang memiliki komposisi breksi gunungapi, tuf, lava, aglomerat dan lahar.

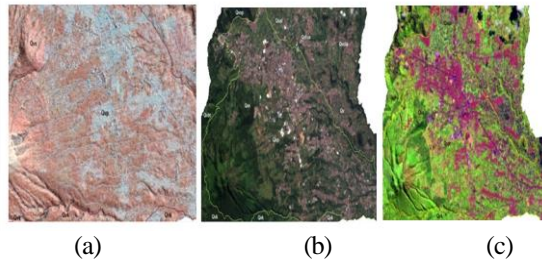


Gambar 16. (a) Overlay Hasil *Image Fusion* dengan *DSM Shaded Relief* Citra TerraSAR-X Satuan Qvbt (b) *Composit Band 432* Qvbt (c) *Composit Band 653* Qvbt

14. Batuan Gunungapi G.Panderman (Qvp)

Satuan batuan ini merupakan penyusun batuan di sebagian wilayah pusat Kota Batu. Morfologi batuan ini berupa pegunungan dan kaki gunung serta memiliki pola aliran meranting (dendritik) dan radial di puncak G. Panderman. Tekstur batuan ini halus sampai kasar. Dari hasil pengolahan citra TerraSAR-X dan Landsat 8 tampak warna coklat bercampur putih di puncak G.Panderman, merah muda kecoklatan di kaki gunungnya serta warna biru muda dengan pola beraturan yang merupakan daerah pemukiman. Warna yang tampak dari kombinasi band 432 yaitu hijau tua sampai muda, hijau muda kecoklatan serta merah. Sedangkan dari kombinasi band 653 dapat lebih dibedakan kenampakan tutupan lahannya, dimana terdapat warna hijau tua (hutan); hijau muda (semak belukar); hijau tua dengan pola beraturan (kebun); hijau kekuningan dengan pola beraturan yang berupa ladang; hijau muda kecoklatan (rerumputan dan tanah kosong); serta merah (pemukiman). Komposisi batuan ini berdasarkan Peta Geologi skala 1:100.000 termasuk dalam batuan gunungapi kuarter atas yaitu breksi gunungapi, lava, tuf, breksi tufan, aglomerat dan lahar.

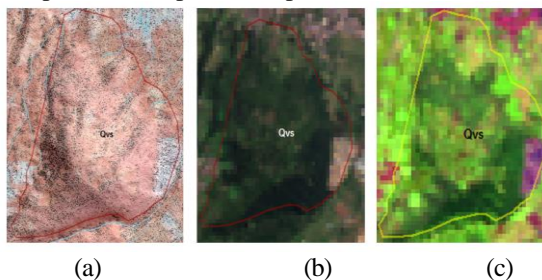
Batuan Gunungapi Panderman (Qvp) merupakan parasit pada lereng timur laut dari G. Kawi- Butak, berbentuk kerucut (lateral eruption).



Gambar 17. (a) Overlay Hasil *Image Fusion* dengan DSM *Shaded Relief* Citra TerraSAR-X Satuan Qvp (b) *Composit Band* 432 Qvp (c) *Composit Band* 653 Qvp

15. Batuan Gunungapi G.Seruk (Qvs)

Satuan batuan ini terletak di dalam wilayah batuan gunungapi G. Panderman (Qvp). Dari hasil pengolahan citra TerraSAR-X dan Landsat 8 menunjukkan warna coklat terang di bagian puncak G. Seruk serta coklat kemerahan di bagian kaki gunungnya. Tekstur yang tampak dari batuan ini yaitu kasar dengan komposisi batuan yang kompak. Pola alirannya memancar di kaki gunungnya. Warna yang dihasilkan dari kombinasi band 432 dari citra Landsat 8 menunjukkan warna hijau tua sampai muda, coklat dan merah. Warna yang ditampilkan dari kombinasi band 653 menunjukkan warna hijau tua pekat yang berpola beraturan, hijau muda kecoklatan dibagian puncak gunung, hijau muda kekuningan di kaki gunung, serta merah. Hal ini menunjukkan tutupan lahan yang melingkupi batuan ini yaitu kebun, hutan, semakbelukar, ladang, dan permukiman. Komposisi batuan ini sama halnya dengan Qvp yaitu terdiri dari breksi gunungapi, lava, tuf, breksi tufan, aglomerat dan lahar, namun komposisinya lebih kompak dan mampat dari Qvp.



Gambar 18. (a) Overlay Hasil *Image Fusion* dengan DSM *Shaded Relief* Citra TerraSAR-X Satuan Qvs (b) *Composit Band* 432 Qvs (c) *Composit Band* 653 Qvs

4. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Metode transformasi HSI (*Hue Saturation Intensity*) dalam *image fusion* citra aktif TerraSAR-X dengan citra pasif Landsat 8 dapat digunakan untuk memetakan jenis formasi batuan dengan

tingkat kedetailan skala 1:50.000 dengan tetap berdasarkan referensi data lapangan dan formasi batuan di lembar peta geologi skala 1:100.000.

2. Jenis formasi batuan hasil interpretasi di Kota Batu didapatkan 15 jenis batuan yang terdiri dari Batuan Gunungapi G.Kimberi 1 (Qvk1), Batuan Gunungapi G.Kimberi 2 (Kvk2), Lava Gunungapi G.Welirang (Qvlw), Batuan Gunungapi (Qv), Batuan Gunungapi G.Arjuno (Qva), Batuan Gunungapi Lahar G.Arjuno (Qval), Lava Gunungapi Tua G. Arjuno (Qvola), Kipas Vulkanik Tua G.Arjuno (Qvfoa), Batuan Gunungapi Kompleks G.Ukir (Qv), Batuan Gunungapi Tua G.Preteng (Qvop), Batuan Gunungapi Tua G.Kukusan (Qvok), Batuan Gunungapi G.Kutugan (Qvk), Batuan Produk Vulkanik G.Butak (Qvbt), Batuan Gunungapi G.Panderman (Qvp), dan Batuan Gunungapi G.Seruk (Qvs).
3. Berdasarkan Peta Geologi skala 1:100.00, daerah studi terletak di dua lembar peta yaitu lembar Malang dan Kediri tahun 1992 oleh S.Santoso dan T.Suwardi, dimana daerah penelitian dikelilingi oleh beberapa pegunungan sehingga secara langsung pembentukan batuan didominasi oleh batuan vulkanik. Terdapat 6 jenis batuan yang menyusun wilayah Kota Batu berdasarkan Peta Geologi Skala 1:100.000. Hasil penelitian juga menunjukkan formasi batuan didominasi oleh batuan vulkanik yang dapat dibedakan menjadi 15 jenis formasi batuan.

REFERENSI

- Badan Geologi, 2012. Pemetaan Geologi Skala 1:50.000 Berbasis Data Penginderaan Jauh. <URL: <http://psg.bgl.esdm.go.id/>> Dikunjungi pada tanggal 16 Februari 2014 Pukul 19.00 BBWI.
- Ismawati, Desi, Sukojo, B.M., dan Ipranta., 2014, Pemetaan Geologi Skala 1:50.000 dengan Menggunakan Citra Radarsat 2 dan Landsat 8 (Studi Kasus : Nangapinoh Provinsi Kalimantan Barat), *Tugas Akhir* Jurusan Teknik Geomatika, Surabaya.
- Puspitasari, Yulianti, dkk, 2016, Analisa Hasil Pengolahan Citra Terrasar-X dan Landsat 8 untuk Pemetaan Geologi Lembar Mojokerto (1508-62) Jawa Timur, *Journal Geosaintek*, vol 2, No. 1.
- Reditya, Ika Widi, 2010, Analisa Integrasi Citra IFSAR dan Landsat Untuk Pemetaan Geologi Daerah Takalar-Sapaya Propinsi Sulawesi Selatan, *Tugas Akhir* Jurusan Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.