



Analisis Pengaruh Jumlah dan Sebaran Ground Control Point (GCP) dalam Proses Ortorektifikasi Citra Satelit Resolusi Tinggi (CSRT)

Monica Maharani¹, Henri Kuncoro¹

¹ Program Studi Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Abstrak. Penggunaan citra satelit resolusi tinggi (CSRT), tidak terlepas dari proses ortorektifikasi. Badan Informasi Geospasial (BIG) sebagai instansi yang ditunjuk oleh pemerintah sebagai penanggung jawab penyediaan informasi geospasial dasar sesuai dengan UU Informasi Geospasial nomor 4 Tahun 2011 memanfaatkan Citra Satelit Resolusi Tinggi (CSRT) untuk keperluan pembuatan peta skala 1:5.000. Proses ortorektifikasi melibatkan CSRT, ground control point (GCP) dan model elevasi digital (MED). Banyaknya proses ortorektifikasi yang telah dilakukan dengan simulasi jumlah dan sebaran GCP namun tidak memberikan kepastian besaran pengaruhnya, mendorong perlunya dilakukan penelitian dan analisis lebih lanjut mengenai pengaruh jumlah dan sebaran GCP pada hasil ortorektifikasi CSRT. Pengolahan data yang dilakukan adalah proses ortorektifikasi citra dengan 7 (tujuh) kali menerapkan simulasi sebaran dan jumlah GCP yang berbeda-beda, yaitu 5;9;12;22;32;42;dan 50 buah. Pengurangan GCP dilakukan dengan memperhatikan geometri sebaran GCP agar tetap mempertahankan sebaran yang merata, meskipun jumlahnya semakin sedikit. Hasil analisis menunjukkan penambahan jumlah GCP sebanyak 45 GCP dari 5 GCP menjadi 50 GCP ternyata tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap keelitian hasil ortomosaik citra. Kenaikan ketelitian hasil ortomosaik citra yang diperoleh dari penambahan titik sejumlah 50 hanya sebesar 0,2 meter saja.

Keywords: *ortorektifikasi, peta 1:5.000, citra satelit resolusi tinggi, GCP, akurasi.*

1 Pendahuluan

Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019 sesuai dengan Peraturan Presiden RI nomor 2 Tahun 2015 memerlukan data spasial berupa peta skala besar untuk keperluan perencanaan dan berbagai isu strategis terkait RPJMN (Bappenas, 2014). Dengan wilayah yang luas, pengadaan peta skala besar tentu tidak akan efektif jika menerapkan metode pemetaan terestris maupun pemetaan menggunakan foto udara. Badan Informasi Geospasial (BIG) sebagai instansi yang ditunjuk oleh pemerintah sebagai penanggung jawab penyediaan informasi geospasial dasar sesuai dengan UU Informasi Geospasial nomor 4 Tahun 2011 memilih menggunakan Citra Satelit Resolusi Tinggi (CSRT) untuk memenuhi kebutuhan peta skala besar. Pemanfaatan CSRT

memiliki beberapa kelebihan seperti waktu akuisisi data yang cepat dan pemrosesan data yang tidak memerlukan waktu lama, sehingga biaya penyelenggaraan jauh lebih murah dibandingkan dengan pemetaan konvensional maupun foto udara. CSRT yang dimaksud adalah citra satelit tegak yang memiliki resolusi spasial kurang dari 1 meter (BIG, 2015).

Penggunaan CSRT untuk keperluan akuisisi data spasial 2 dimensi tentunya tidak terlepas dari proses ortorektifikasi. Proses ortorektifikasi sangat penting perannya karena mampu menghilangkan efek distorsi sekaligus pergeseran relief pada citra, sehingga dapat diperoleh hasil berupa citra yang telah memiliki geometri sesuai dengan kondisi asli di lapangan (Paine dan Kiser, 2012). Proses ortorektifikasi sangat penting dan harus ada dalam pengolahan CSRT untuk menghasilkan ketelitian geometri horizontal data spasial yang tinggi. Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Aguilar, dkk. (2012) yakni karena adanya proses ortorektifikasi pada CSRT, CSRT tersebut mampu menghasilkan kualitas geometri horizontal yang baik dan mampu menghasilkan data spasial 2 dimensi dengan ketelitian tinggi. Selain itu, Octariady (2014) membuktikan bahwa CSRT QuickBird yang terortorektifikasi mampu menghasilkan peta mencapai skala 1:2.500 untuk area yang relatif datar dan 1:5.000 untuk area yang memiliki variasi topografi ekstrem.

Proses ortorektifikasi memerlukan dukungan model elevasi digital (MED) (Barazzetti, dkk., 2010; Albertz dan Wolf, 2004; Welch dan Jordan, 1996), titik kontrol tanah (TKT) (Ayhan, dkk., 2006) dan CSRT itu sendiri. Ketiga komponen yang digunakan pada proses ortorektifikasi memberikan pengaruh terhadap hasil ortorektifikasi yang dikerjakan. TKT yang sering disebut juga Ground Control Point (GCP) menjadi salah satu faktor yang memberikan pengaruh pada hasil ortorektifikasi CSRT. Menurut Octariady (2014), Aguilar, dkk. (2012) dan Lee, dkk. (2008), persebaran jumlah GCP memiliki pengaruh yang sangat besar pada proses ortorektifikasi citra jika dibandingkan dengan MED terutama untuk area yang relatif datar. Semakin banyak jumlah GCP, semakin baik pula hasil ortorektifikasi yang diperoleh. Toutin dan Cheng (2002) juga menemukan bahwa kenaikan ketelitian geometri citra sebesar 30 sentimeter justru terjadi saat dilakukan penambahan jumlah GCP dari 6 menjadi 10.

Namun demikian, menurut Leksono dan Susilowati (2008) penambahan jumlah GCP dari 10 menjadi 22 tidak mengubah ketelitian citra yang telah terortorektifikasi secara signifikan, hal ini dikarenakan perubahan yang terjadi hanya sebesar 2 sampai 3 sentimeter saja. Amato (2004) juga menunjukkan hasil penelitian yang sama, yakni tidak terjadinya perubahan ketelitian hasil ortorektifikasi citra yang signifikan saat dilakukannya penambahan jumlah GCP pada proses ortorektifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan jumlah

GCP tidak selalu mengubah ketelitian citra hasil ortorektifikasi. Banyaknya proses ortorektifikasi yang telah dilakukan dengan simulasi jumlah dan sebaran GCP namun tidak memberikan kepastian besaran pengaruhnya, mendorong perlunya dilakukan penelitian dan analisis lebih lanjut mengenai pengaruh jumlah dan sebaran GCP pada hasil ortorektifikasi CSRT.

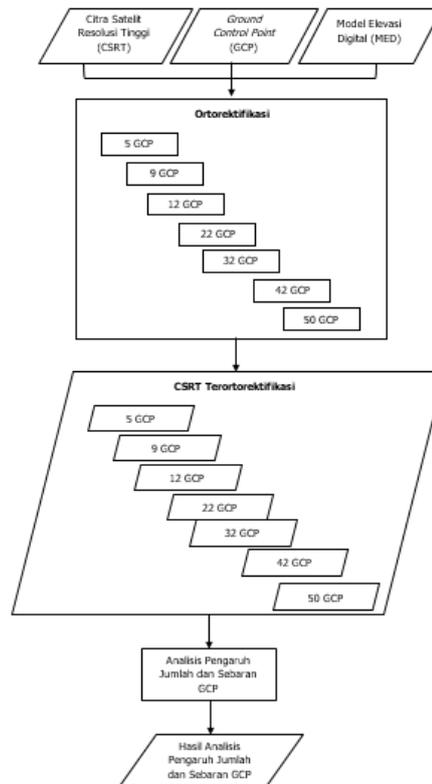
2 Metodologi

2.1 Metode

Metode penelitian yang dilakukan diawali dengan studi pustaka dan penentuan lokasi penelitian serta melakukan penyusunan kebutuhan data untuk penelitian, persiapan peralatan penelitian, dan perencanaan pengumpulan bahan penelitian. Data dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari BIG, sementara metode yang dipakai dalam penelitian ini sesuai pula dengan metode yang diterapkan oleh BIG. Lokasi yang diteliti disesuaikan dengan pekerjaan ortorektifikasi yang sedang dilakukan oleh BIG.

Seluruh CSRT yang digunakan memiliki resolusi spasial sebesar 0,5 meter pada kanal panromatik dan 2 meter untuk kanal multispektral. Hal ini disebabkan pada CSRT tersebut telah dilakukan proses resampling sehingga terjadi perubahan antara resolusi spasial asli yang dimiliki dengan yang digunakan dalam penelitian. Proses resampling sudah dilakukan oleh penyedia data, sehingga dalam penelitian ini tidak dilakukan proses resampling lagi.

Pengolahan data yang dilakukan adalah proses ortorektifikasi citra. Ortorektifikasi dilakukan menggunakan komputer yang sudah memiliki perangkat lunak untuk melakukan ortorektifikasi. Proses ortorektifikasi dilakukan 7 (tujuh) kali dengan menerapkan simulasi sebaran dan jumlah GCP yang berbeda-beda, yaitu 5;9;12;22;32;42;dan 50 buah. Pengurangan GCP dilakukan dengan memperhatikan geometri sebaran GCP agar tetap mempertahankan sebaran yang merata, meskipun jumlahnya semakin sedikit. Secara lebih terstruktur proses pelaksanaan, dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 1.

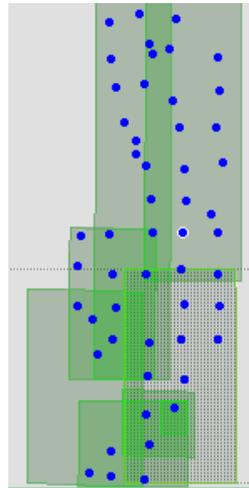


Gambar 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.

2.2 Data dan Lokasi Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data:

1. Citra Pleiades Kabupaten Badung dan sekitarnya yang terdiri atas 3 buah *bundle data*.
2. Citra GeoEye dan WorldView Kabupaten Badung dan sekitarnya yang terdiri atas 5 buah *bundle data*.
3. MED Kabupaten Badung dan sekitarnya yang diperoleh dari TerraSAR-X dan memiliki resolusi spasial sebesar 9 meter.
4. Data 50 koordinat GCP Kabupaten Badung yang diperoleh dari pengukuran menggunakan GPS Geodetik. GCP ini diukur dan ditentukan BIG. Sebaran TKT yang ada dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil pengukuran GPS Geodetik pada seluruh TKT memiliki nilai akurasi horizontal sebesar 0,004 meter.
5. Data koordinat ICP Kabupaten Badung dan sekitarnya yang diperoleh dari pengukuran menggunakan GPS Geodetik.



Gambar 2 Sebaran 50 TKT.

Lokasi penelitian adalah Kabupaten Badung, Bali dan sekitarnya mengikuti area perekaman citra. Lokasi Kabupaten Badung, Bali dapat dilihat pada Gambar 3. Area sekitarnya yang dimaksud dalam penelitian ini mengikuti luasan area yang terekam pada setiap scene citra yang dimiliki. Area ini dipilih karena memiliki variasi permukaan yang cukup tajam. Area ini memiliki lokasi dataran rendah yang ditunjukkan dengan keberadaan pantai di bagian selatan dan memiliki lokasi dataran tinggi yang ditunjukkan dengan keberadaan gunung di bagian utara. Area yang memiliki ragam variasi permukaan, diharapkan mampu menghasilkan analisis data yang lebih detil terkait hasil ortorektifikasi untuk setiap jenis permukaan dalam suatu area yang sama.



Gambar 3 Lokasi Kabupaten Badung, Bali.

2.3 Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, proses yang akan dilakukan adalah ground ortho, true ortho, mosaik, dan fusion/pansharpening. Pada tahapan awal, proses ortorektifikasi didefinisikan terlebih dahulu sistem proyeksi yang akan digunakan, beserta tipe datumnya dan jenis altitude reference. Dalam pekerjaan ini juga diperlukan input data berupa shapefile area citra yang dicakup oleh citra.

Setelah pendefinisian sistem proyeksi dilakukan, seluruh citra yang akan diproses dimasukkan ke dalam perangkat lunak. Proses pemilihan band yang digunakan dalam pemrosesan dilakukan setelah seluruh citra yang akan diortorektifikasi dimasukkan. Setiap citra memiliki 5 band yang berasal dari 5 saluran yang berbeda, yaitu pankromatik, merah, biru, hijau dan near infra-red. Dalam pemrosesan ini, band yang digunakan hanya 4 yaitu pankromatik, merah, hijau dan biru. Proses memasukkan seluruh citra dan pendefinisian band yang akan digunakan berhasil dilakukan dengan munculnya kotak dialog yang menyatakan bahwa proses telah berhasil. Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah memasukkan MED yang akan digunakan dalam proses ortorektifikasi. MED yang akan digunakan harus memiliki sistem proyeksi horizontal yang sama dengan data citra dan GCP yang akan digunakan.

Proses yang selanjutnya akan dilakukan adalah bundle adjustment. Dalam tahapan ini juga dilakukan proses pendefinisian tie point (TP) secara otomatis oleh perangkat lunak. Tidak seluruh TP yang terbentuk benar-benar memiliki kecocokan pada area citra yang bertampalan, oleh karena itu untuk menghindari hal tersebut, dilakukan proses pencarian TP yang benar-benar tepat/cocok lokasinya. Dalam penelitian ini, ditemukan 8026 TP yang cocok dari 34399 TP yang terdefinisi secara otomatis. 8026 TP inilah yang digunakan dalam proses. TP yang telah didefinisikan, dikenai proses optimalisasi untuk menghitung berapa besar nilai residu yang dimilikinya. Oleh karena itu, perlu dilakukan edit TP yang ada dengan cara membuang TP yang memiliki residu besar yang biasanya terdapat pada bagian awan, bayangan atau vegetasi, atau melakukan pergeseran TP yang memiliki residu besar ke tempat yang sesuai karena sebelumnya tidak sesuai.

Setelah proses pendefinisian TP, langkah yang selanjutnya dilakukan adalah memasukkan GCP yang akan digunakan dalam proses ortorektifikasi. Langkah optimalisasi kembali dilakukan untuk mengetahui berapa residu dari GCP yang telah didefinisikan. Walau didapatkan nilai residu yang kecil, tetap harus diidentifikasi lokasi GCP yang terdefinisi. Hal ini dikarenakan GCP yang digunakan dimasukkan secara otomatis, sehingga lokasi GCP di citra, belum tentu sesuai dengan lokasi GCP asli di lapangan. Proses ini dilakukan dengan

menggeser GCP ke lokasi yang sesuai pada citra mengacu pada dokumentasi yang dimiliki oleh GCP tersebut.

Selanjutnya dilakukan pemilihan pada MED dan citra yang akan diortorektifikasi baik dari sensor pankromatik maupun multispektral. Proses ortorektifikasi dilakukan secara otomatis oleh perangkat lunak. Dalam ortorektifikasi ini, proses dilakukan beberapa kali menggunakan jumlah GCP yang berbeda-beda. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kualitas ortorektifikasi yang dihasilkan, apabila jumlah GCP yang digunakan bervariasi dari banyak ke sedikit. Langkah-langkah yang dilakukan tetap sama, hanya saja jumlah GCP yang diberikan dalam proses berbeda jumlahnya.

Selanjutnya dilakukanlah proses pansharpening. Agar hasil pansharpening yang dilakukan tidak menghasilkan gambar yang bersifat false colour, perlu dilakukan penggantian pada urutan channel dari urutan yang secara default didefinisikan. Proses pansharpening dilakukan bersamaan dengan proses mosaik citra. Kedua proses tersebut dilakukan secara bersamaan.

3 Hasil dan Pembahasan

Hasil ortorektifikasi CSRT yang dilakukan menggunakan beberapa simulasi jumlah GCP dapat dilihat pada Tabel 1. Tidak terdapat peningkatan ketelitian yang signifikan pada penambahan jumlah GCP yang digunakan, bahkan penambahan GCP dari 5 menjadi 9 justru mengalami anomali dimana terjadi peningkatan nilai kesalahan.

Tabel 1 Capaian Ketelitian Hasil Ortorektifikasi.

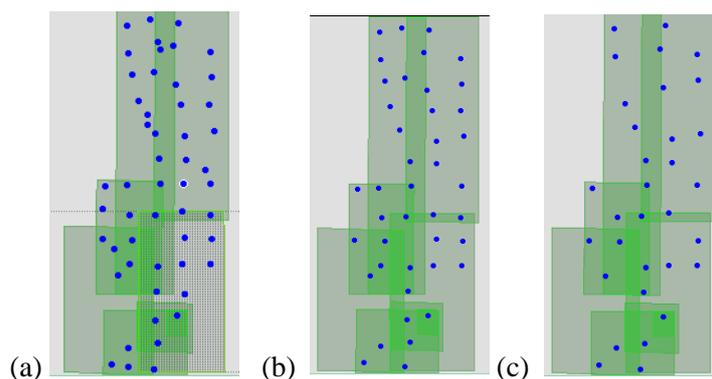
Jumlah TKT	Ketelitian Hasil (m)
5	7.579
9	7.818
12	7.739
22	7.579
32	7.475
42	7.441
50	7.381

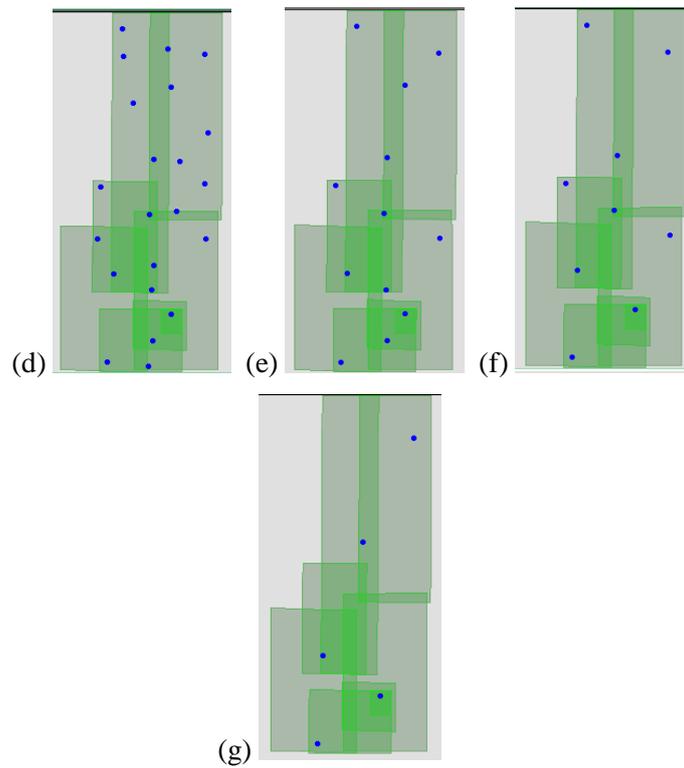
Pemrosesan menggunakan jumlah titik kontrol tanah GCP yang berbeda-beda mencapai 7 macam variasi. 7 macam variasi dan lokasi GCP tersebut diatas area citra yang dimiliki dapat dilihat pada Gambar 4. Ketujuh pemrosesan tersebut, tentunya menghasilkan hasil ortorektifikasi yang berbeda dari segi geometri.

Analisis dilakukan dengan membandingkan rata-rata selisih easting (E) dan northing (N) yang dihasilkan oleh setiap hasil pemrosesan ortorektifikasi dengan ukuran ICP. Nilai yang ada tersebut selanjutnya dibuat model selisihnya. Dari model selisih, dapat dilihat pola perubahan geometri berdasarkan jumlah GCP yang digunakan. Pola tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

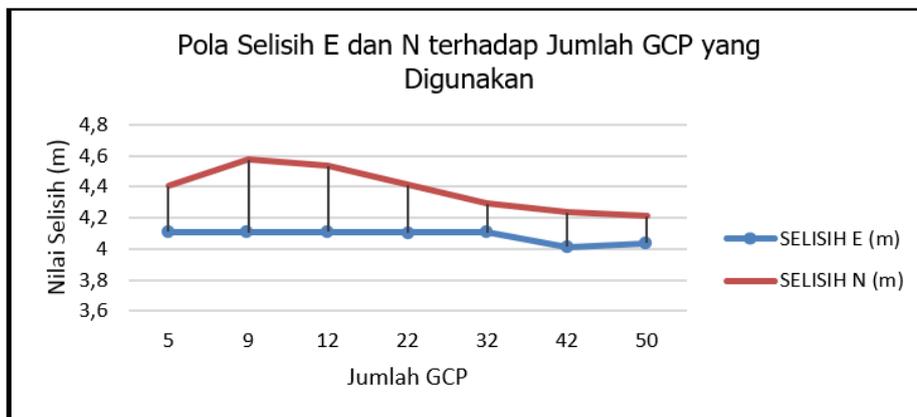
Pada gambar tersebut, dapat dilihat suatu pola bahwa penambahan jumlah GCP dari 9 menjadi 50 disertai dengan penurunan selisih N pada hasil ortorektifikasi. Namun demikian, pada penambahan GCP dari 5 menjadi 9, justru terjadi kenaikan nilai selisih N. Walau demikian perubahan nilai N yang dihasilkan dari hasil penambahan setiap jumlah GCP tidak memberikan perubahan nilai yang cukup signifikan. Perubahan nilai yang terjadi pada setiap penambahan jumlah GCP hanya berkisar 0,09 meter saja dengan nilai terbesar ada pada perubahan selisih N dengan GCP 5 dan 9 yaitu 0,17 meter. Jika dilihat pada Gambar 5 (f) penempatan 9 GCP memang tidaklah terdistribusi dengan rata. GCP cukup menumpuk pada bagian tengah saja. Hal ini juga diprediksi memberikan pengaruh pada peningkatan nilai kesalahan (Octariady, 2014; Aguilar, dkk., 2012; dan Lee, dkk., 2008)

Pada Gambar 5, dapat dilihat suatu pola bahwa pertambahan jumlah GCP dari 9 menjadi 50 tidak disertai dengan perubahan selisih E pada hasil ortorektifikasi yang signifikan. Besar rata-rata perubahan selisih yang terjadi hanyalah 0,02 meter. Namun demikian, pada penambahan GCP dari 32 menjadi 42, selisih nilai E turun sangat banyak sebesar 0,09 meter, walau setelah dilakukan penambahan lagi menjadi 50 titik selisih E sedikit naik sebesar 0,02 meter.



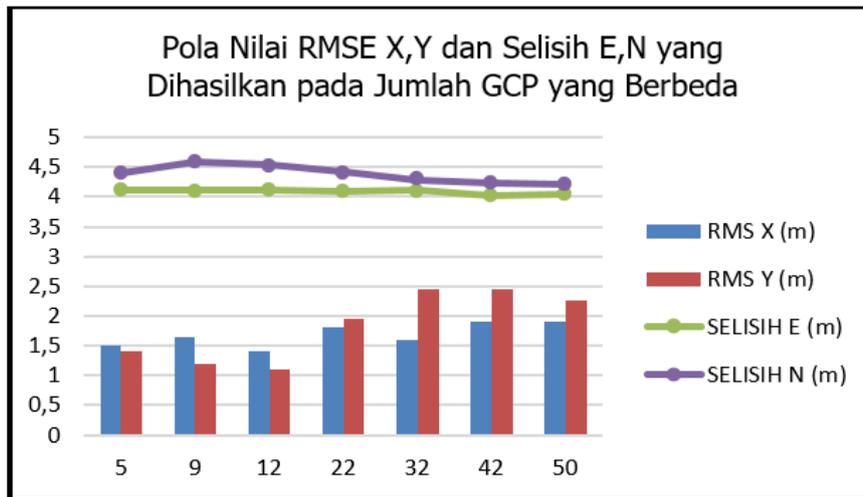


Gambar 4 Lokasi GCP dengan variasi jumlah (a) 50 GCP, (b) 42 GCP, (c) 32 GCP, (d) 22 GCP, (e) 12 GCP, (f) 9 GCP, (g) 5 GCP.



Gambar 5 Pola selisih E dan N terhadap perubahan jumlah GCP yang digunakan.

Apabila nilai selisih E dan N pada setiap hasil ortorektifikasi dan RMSE X dan Y yang dihasilkan dibuat polanya, maka pola tersebut dapat dilihat pada Gambar 6. Pada gambar tersebut, dapat dilihat pola untuk setiap selisih E dan N terhadap jumlah GCP dan terhadap RMSE X dan Y yang dihasilkan. Selain itu, dapat pula dilihat pola jumlah GCP terhadap RMSE X dan Y yang dihasilkan.



Gambar 6 Pola nilai RMSE X,Y dan selisih E,N yang dihasilkan pada jumlah GCP yang berbeda.

Pola selisih N terhadap jumlah GCP adalah semakin banyak GCP, nilai selisih N semakin menurun kecuali pada jumlah GCP 9 yang justru memiliki nilai selisih N lebih besar dari GCP 5. Pola selisih E terhadap jumlah GCP cenderung stabil dan hanya turun secara ekstrem saat jumlah GCP dinaikkan menjadi 42, namun saat jumlah GCP 50 selisih E kembali naik. Pola selisih E dan N terhadap jumlah RMSE X,Y tidak dapat diidentifikasi secara jelas, karena terdapat berbagai macam kondisi, misalnya nilai RMSE naik namun justru selisih E dan N menurun atau sebaliknya. Pola RMSE X dan Y terhadap jumlah GCP juga tidak stabil, namun kebanyakan semakin banyak GCP yang digunakan semakin besar RMSE yang dihasilkan.

Perolehan nilai RMSE untuk cek ICP pada setiap pemrosesan (5, 9, 12, 22, 32, 42 dan 50 GCP) berturut-turut adalah 7,579 meter; 7,818 meter; 7,739 meter; 7,579 meter; 7,457 meter, 7,441 meter dan 7,381 meter. Hasil analisis menunjukkan penambahan jumlah GCP sebanyak 45 GCP dari 5 GCP menjadi 50 GCP ternyata tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap keelitian hasil

ortomosaik citra. Kenaikan ketelitian hasil ortomosaik citra yang diperoleh dari penambahan titik sejumlah 50 hanya sebesar 0,2 meter saja.

4 Length

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan jumlah GCP tidak memberikan penambahan nilai ketelitian yang cukup signifikan pada proses ortorektifikasi.
2. Distribusi atau sebaran GCP yang tidak baik, justru memberikan pengaruh pada penurunan ketelitian hasil meskipun disertai dengan penambahan jumlah GCP.

4.2 Saran

Dengan melihat hasil observasi, analisis, dan pengalaman empiris dalam penelitian ini, untuk pengembangan penelitian selanjutnya, penulis menyarankan penelitian tentang pengecekan pengaruh jumlah dan sebaran GCP untuk area yang seragam, yaitu datar saja atau bergelombang saja.

5 Daftar Pustaka

- Aguilar, M. A., Saldana, M. d. M. dan Aguilar, F. J. 2012. Assessing Geometric Accuracy of the Orthorectification Process from GeoEye-1 and WorldView-2 Panchromatic Images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 21, 427–435.
- Albertz, J. dan Wolf, B. 2004. Generating True Orthoimages Without A 3D Surface Model. *XXth ISPRS Congress Technical Commission III*, 35 Part B3, 693697.
- Ayhan, E., Erden, Ö., Atay, G. dan Tunc, E. 2006. Digital Orthophoto Generation with Aerial Photos and Satellite Images and Analyzing of Factors which Affect Accuracy. *FIG Congress Photogrammetry and Remote Sensing*, 23, 0552-0565.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS), 2014, Rancangan Teknokratik Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2015-2019, Buku I Agenda Pembangunan Nasional, Republik Indonesia.
- Badan Informasi Geospasial (BIG), 2015, “Citra Satelit Optis Resolusi Sangat Tinggi untuk Kebutuhan Nasional”, Jakarta.

- Barazzetti, Luigi, Brovelli, Antonia, M., Valentini dan Luana 2010. LiDAR Digital Building Models for True Orthophoto Generation. *Applied Geomatics*, 2, 187-196.
- Lee, T., Jeong, J. H., Kim, T., Park, W. dan Albertz, J. 2008. Automated Update of Existing Ortho-Image Database and DEM Using High Resolution Satellite Images. XXIST ISPRS Congress Technical Commission I, 37 Part B1, 913918.
- Leksono, B. E. dan Susilowati, Y. 2008. The Accuracy Improvement of Spatial Data for Land Parcel and Buildings Taxation Objects by Using the Large Scale Ortho Image Data. *Integrating Generations FIG Working Week 2008*.
- Octariady, 2014, "Ortorektifikasi Citra Quick Bird Menggunakan Model Elevasi Digital dengan Berbagai Ketelitian dan Berbagai Jumlah Titik Kontrol Tanah", tesis, Pascasarjana Teknik Geomatika Universitas Gadjah Mada.
- Paine, D. P. dan Kiser, J. D. 2012. *Aerial Photography and Image Interpretation*, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.
- Toutin, T. dan Cheng, P. 2002. QuickBird – A Milestone for High Resolution Mapping. *Earth Observation Magazine*, 11 no 4, 14-18.
- Welch, R. dan Jordan, T. 1996. Using Scanned Aerial Photographs. *Raster Imagery in Geographic Information Systems*, 1-36.
- Wikantika, K., Uchida, S., dan Yamamoto, A. (2001). An Evaluation of the Use of Integrated Spectral and Textural Features to Identify Agricultural Land Cover Types in Pangalengan, West Java, Indonesia, *JARQ*, 38:2, 137-148.
- Zan, Q. (2003). *A Hierarchical Object-Based Approach for Urban Land-Use Classification from Remote Sensing Data*, ITC Dissertation No.103.
- Zhan, X., DeFries, R. S., Townshend, J. R. G., Dimiceli, C., Hansen, M. C., Huang, C., dan Sohlberg, R. (2000). The 250m Global Land Cover Change Product from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer of NASA's Earth Observing System, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 21: No. 6, 1433–1460.