

PENYAJIAN PETA SKALA BESAR DI LAHAN *FIELD RESEARCH CENTER (FRC)* SEKOLAH VOKASI

Wahyu Marta Mutiarasari¹, Ni Putu Praja Chintya¹, Gondang Riyadi²

¹Departemen Teknologi Kebumihan-Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada
Gedung SV UGM, Sekip Unit 1, Sleman, Yogyakarta-55281 Telp./Faks: (0274) 541020,
e-mail: wahyu.marta.m@ugm.ac.id, prajachintya@ugm.ac.id

²Departemen Teknik Geodesi-Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika No.2, Sleman, Yogyakarta-55281 Telp./Faks: (0274) 520226, e-mail: gondang.riyadi@gmail.com

(Diterima 19 Oktober 2018, Disetujui 29 November 2018)

ABSTRAK

Dalam rangka pengembangan dan peningkatan pendidikan vokasional di UGM, Sekolah Vokasi menggagas program yang disebut *Teaching Industry*. Salah satu usaha dalam mewujudkan *Teaching Industry*, Sekolah Vokasi UGM menjalin kerjasama dengan Pemerintah Kabupaten Kulonprogo berupa pembangunan *Field Research Center (FRC)* di lahan seluas 12 ha. Dalam suatu kegiatan pembangunan, ketersediaan data spasial dibutuhkan untuk mendukung proses pelaksanaannya. Dalam hal ini, perlu data spasial berupa peta dengan skala besar yang dapat menginformasikan detail di lapangan. Penelitian ini bertujuan menyajikan peta skala besar di kawasan FRC Sekolah Vokasi. Peta skala besar dalam penelitian ini dibuat berdasarkan data hasil pengukuran terestris. Data tersebut berupa data detail yang memiliki komponen x, y dan z. Pada tahap awal, data detail digambarkan sebagai detail planimetris dan titik tinggi dengan menggunakan perangkat lunak *ArcGIS*. Selanjutnya, komponen z pada data detail diolah untuk mendapatkan data garis kontur menggunakan metode *Natural Neighbour*. Berdasarkan hasil pengolahan tersebut, peta skala besar disajikan sesuai dengan aturan kartografi meliputi penggunaan simbol detail sampai penyajian layout peta. Produk penelitian berupa peta skala besar skala 1:2.500 yang kemudian diuji ketelitiannya dengan uji lapangan. Peta skala besar ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dan sumber data spasial dengan ketelitian tinggi dalam melakukan pembangunan di lahan FRC.

Kata kunci : *peta skala besar, data spasial, lahan FRC, teaching industry, sekolah vokasi ugm.*

ABSTRACT

In an effort to develop and improvement of UGM's vocational education, UGM Vocational School initiated a Teaching Industry Program. One of the efforts to make Teaching Industry come true, UGM Vocational School establish a cooperation with Government of Kulonprogo Regency in Field Research Center (FRC) construction on 12 hectares of land. In a construction project, spatial data availability is crucial to support the execution. Therefore, it is necessary to obtain spatial data in a large-scale map that informs detailed field conditions. This research is aimed to present a large-scale map of UGM Vocational School's FRC area. This map used in this research was drawn based on terrestrial measurement result data. It is a detailed data containing x, y, and z components. At the early stage of this research, the detailed data was described as planimetric details and height points by means of ArcGIS software. Hereinafter, a z component of the detailed data is processed to obtain contour line by applying Natural Neighbor Method. Based on the processing stage, the large-scale map was presented in accordance with cartographic rules from detailed symbols usage to map layout presentation. This research produces a large 1:2.500 scale map in which the accuracy was then measured in a field test. This large-scale map is expected to be useful as a highly detailed material for consideration and spatial data source in executing the construction on FRC land.

Keywords : *large-scale map, spatial data, FRC land, teaching industry, ugm vocational school.*

1. PENDAHULUAN

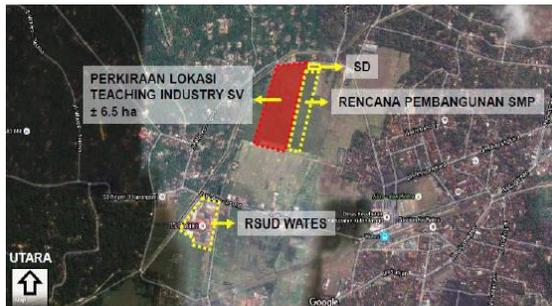
Dalam rangka pengembangan dan peningkatan pendidikan vokasional di UGM, UGM menjalin kerjasama dengan Pemerintah Kabupaten Kulonprogo. Kerjasama ini mengusung program yang disebut *Teaching Industry (TI)* (Humas SV UGM, 2015). Konsep yang ditekankan pada program *Teaching*

Industry ini adalah hilirisasi hasil-hasil penelitian melalui alur produksi. Kemudian dalam mewujudkan *Teaching Industry*, kerjasama Sekolah Vokasi UGM dengan pemerintah Kulonprogo merencanakan pembangunan fasilitas TI yang disebut *Field Research Center (FRC)*.

Lokasi FRC direncanakan berada di kecamatan Wates kabupaten Kulonprogo (lokasi

FRC ditunjukkan pada Gambar 1). Lahan FRC ini merupakan tegalan seluas 12 hektar (ha) beserta lahan sekitarnya yang disebut dengan kawasan penyangga yang mencakup luasan 29 ha. Lahan FRC dan kawasan penyangga tersebut merupakan lahan milik Pemerintah Daerah Kabupaten Kulonprogo yang kemudian dikelola oleh SV UGM.

Adapun perincian penggunaan lahannya adalah 6,5 ha digunakan untuk FRC dan sisanya digunakan untuk pembangunan gedung SD dan SMP. Rencana pembangunan gedung tersebut ditunjukkan *siteplan* pada Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi *teaching industry* Sekolah Vokasi di Kulonprogo



Gambar 2. *Siteplan teaching industry* Sekolah Vokasi di Kulonprogo

Dalam suatu rencana pembangunan, data spasial memiliki peranan penting, begitu pula dengan pembangunan gedung. Adapun peranan penting data spasial adalah sebagai data teknis dalam operasional di lapangan (Humas UGM, 2009). Data spasial sendiri merupakan data yang menyimpan komponen-komponen permukaan bumi, seperti jalan, pemukiman, jenis penggunaan tanah, jenis tanah dan lain-lain (Mulyani, 2012). Berdasarkan hal tersebut, pembangunan yang dilakukan di atas permukaan bumi seperti pembangunan gedung di lahan FRC secara langsung berkaitan dengan komponen-komponen permukaan bumi. Dengan kata lain, suatu

pembangunan gedung memerlukan data spasial sehingga diharapkan mencapai sasaran secara efektif dan efisien.

Bentuk visual dari data spasial adalah peta. Pengertian peta sendiri adalah gambaran permukaan bumi dengan skala tertentu, digambar pada bidang datar melalui sistem proyeksi tertentu (Prihandito, 1989). Menurut Prahasta (2001) peta berdasarkan skalanya ada peta skala besar, peta skala sedang dan peta skala kecil. Dalam hal keperluan pembangunan gedung, peta yang detail atau yang memiliki skala besar menjadi suatu kebutuhan.

Data spasial yang disajikan dalam suatu peta antara lain dapat memuat detail planimetris (x,y) dan garis kontur yang menunjukkan data tinggi (z). Untuk mengolah data tinggi menjadi kontur dikenal istilah interpolasi, yaitu metode yang dilakukan untuk menentukan nilai grid yang tidak diwakili oleh titik sampel (Childs, 2011). Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk interpolasi, salah satunya adalah *Natural Neighbor*. Metode ini merupakan salah satu metode yang populer untuk menghasilkan kontur (Golden Software Inc., 2002).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan menyajikan peta skala besar di lahan FRC yang dikelola oleh Sekolah Vokasi. Peta dibuat dengan menggunakan data hasil pengukuran terestris berupa titik detail yang memiliki komponen x, y dan z. Data pengukuran hasil terestris tersebut diolah sampai didapatkan informasi detail planimetris dan kontur. Kontur diolah dengan metode interpolasi *Natural Neighbor*. Berdasarkan hasil pengolahan data, peta disajikan dengan menggunakan kaidah atau aturan kartografi. Peta hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan mengenai kondisi topografi lahan FRC dan digunakan untuk simulasi peletakkan *siteplan* rancangan pembangunan FRC.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Data spasial

Data spasial biasa disebut data geospasial atau data keruangan. Data keruangan adalah data yang berkaitan dengan lokasi atau atribut suatu objek atau fenomena yang ada di permukaan bumi (Kraak dan Ormeling, 2002). Lokasi objek di permukaan bumi tersebut dapat divisualisasikan. Visualisasi ini disebut dengan peta. Salah satu metode yang dikenal dalam mengumpulkan data spasial adalah survei terestris. Metode ini dapat menghasilkan data topografi dengan skala besar.

2.2 Peta

Peta menyajikan grafis dari bentuk ruang serta menyajikan hubungannya dengan berbagai perwujudan yang diwakili. Peta dalam ilmu geodesi adalah gambaran dari permukaan bumi dengan menggunakan skala dan sistem proyeksi tertentu serta digambarkan di atas bidang yang datar (Prihandito, 1989). Peta merupakan salah satu bentuk data spasial. Salah satu fungsi peta adalah dapat membantu pengguna dalam memahami hubungan ruang secara lebih baik.

Ada berbagai macam peta berdasarkan klasifikasinya. Berdasarkan skala yang digunakan peta dibagi menjadi 2, yaitu peta skala besar dan peta skala kecil. Peta skala besar memiliki skala 1:50.000 atau lebih kecil sedangkan peta skala kecil adalah peta dengan skala 1:500.000 atau lebih besar.

2.3 Simbolisasi

Dalam rangka membantu pengguna dalam memahami hubungan ruang dengan baik, simbolisasi memiliki peran yang penting. Pembuatan simbol selalu mengacu pada objek yang pelaksanaannya dapat menggunakan simbol titik, simbol garis dan simbol bidang (Kraak dan Ormeling, 2002). Penggunaan jenis simbol tersebut juga dipengaruhi besar skala peta yang disajikan. Misal sungai yang digambarkan dengan simbol garis dapat berubah menjadi kenampakan luasan jika skalanya meningkat lebih besar.

Pembuatan simbol juga didasarkan pada persepsi pengguna. Ada perbedaan mendasar dalam sifat-sifat simbol grafis. Dalam Kraak dan Ormeling (2002), Bertis (1983) mengenalkan perbedaan tersebut sebagai variabel grafis dasar. Adapaun variabel grafis dasar tersebut antara lain perbedaan ukuran, perbedaan kecerahan atau nilai, perbedaan dalam tekstur, perbedaan dalam bayangan warna, perbedaan orientasi dan perbedaan bentuk.

2.4 Interpolasi *Natural Neighbor*

Interpolasi adalah tahap dimana titik-titik data koordinat pengamatan (x , y , z) yang secara planimetris tidak terdistribusi menurut aturan tertentu ditransformasikan menjadi titik-titik koordinat baru yang berlokasi di titik-titik grid tertentu (Prahasta, 2008). Dalam proses ini, nilai z diinterpolasi untuk koordinat (x , y) tertentu.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk melakukan interpolasi adalah *Natural Neighbor*. Prinsip metode ini adalah menggunakan algoritma bobot rata-rata dari data-data pengamatan yang bertetangga (Golden Software Inc., 2002). Bobot ini berbanding lurus dengan luas *borrowed area* di dalam poligon *thiessen*. Metode ini tidak akan melakukan ekstrapolasi di luar domain datanya. Yang menjadi kelebihan metode ini adalah kemampuan interpolasi dengan kondisi data masukan yang rapat pada area tertentu dan

ada beberapa area yang data masukannya jarang atau kurang rapat. Kelemahan metode *Natural Neighbor* adalah saat menangani data duplikasi, yaitu data yang sama atau mirip koordinat x dan y nya.

Hasil interpolasi tersebut menjadi dasar untuk proses *contouring*. Proses *contouring* adalah interpolasi nilai-nilai (x , y) terhadap untuk ketinggian tertentu. Interpolasi nilai (x , y) tersebut kemudian dihubungkan menjadi garis kontur.

3. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian merupakan titik kontrol, titik detil di lahan FRC serta spesifikasi pembuatan peta skala besar. Titik-titik tersebut merupakan data hasil pengukuran dengan survei GNSS (*Global Navigation Satellite System*) yang memiliki komponen koordinat x , y dan z .

Untuk data titik kontrol berupa koordinat lintang, bujur dan komponen ketinggian. Koordinat lintang dan bujur titik kontrol diperoleh dalam bentuk derajat, menit dan detik. Data tersebut perlu proses persiapan dahulu agar dapat diolah lebih lanjut. Persiapan data dilakukan dengan melakukan konversi angka koordinat lintang dan bujur tersebut ke dalam bentuk desimal dan disimpan dalam format *excel*. Selanjutnya, titik kontrol disajikan dengan menggunakan perangkat lunak *ArcGIS* dan disimpan dengan format *shapefile*. Karena koordinat masih dalam format lintang bujur sedangkan produk peta disajikan dalam koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*), maka perlu dilakukan transformasi koordinat.

Data yang kedua adalah koordinat titik detil. Koordinat titik detil yang didapatkan dalam penelitian telah di-*plotting* dengan perangkat lunak *AutoCAD*. Oleh karenanya, data titik detil hanya perlu dikonversi dan disimpan ke dalam format *shapefile* dengan menggunakan perangkat lunak *ArcGIS*. Titik detil tersebut terdiri dari titik detil planimetris dan titik detil ketinggian. Titik-titik detil planimetris yang telah dihubungkan antara lain berupa objek kandang, jalan, bangunan, selokan dan pagar batas. Sementara itu, titik detil yang merupakan data ketinggian kemudian diolah untuk mendapatkan kontur.

Dalam melakukan penyajian peta skala besar, pada penelitian ini digunakan buku Spesifikasi Teknis Penyajian Peta Desa oleh Badan Informasi Geospasial tahun 2016. Spesifikasi tersebut digunakan sebagai acuan dalam penentuan skala, interval kontur, simbol peta, serta ketelitian posisi horizontal dan vertikal. Dalam pembuatan simbol, beberapa *editing* dilakukan terhadap detil planimetris. *Editing* yang dilakukan adalah

mengubah jenis fitur beberapa planimetris, antara lain objek kandang dan selokan yang semula jenis fiturnya adalah garis (*polyline*) dibuat menjadi poligon. Selain itu, objek jalan yang digambarkan dengan 2 garis dan memiliki lebar dibuat menjadi satu garis. Hal ini dilakukan untuk menyesuaikan aturan pembuatan simbol berdasarkan spesifikasi acuan.

Sementara itu, dilakukan uji peta di lapangan untuk mengetahui ketelitian peta. Uji lapangan ini membandingkan sejumlah sampel, dengan komponen x, y dan z, di atas peta dengan hasil cek lapangan. Uji ketelitian ini mengacu pada standar Ketelitian Geometri Peta RBI milik Badan Informasi Geospasial (BIG). Adapun standar ketelitian tersebut disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut.

Tabel 1. Ketelitian geometri peta RBI

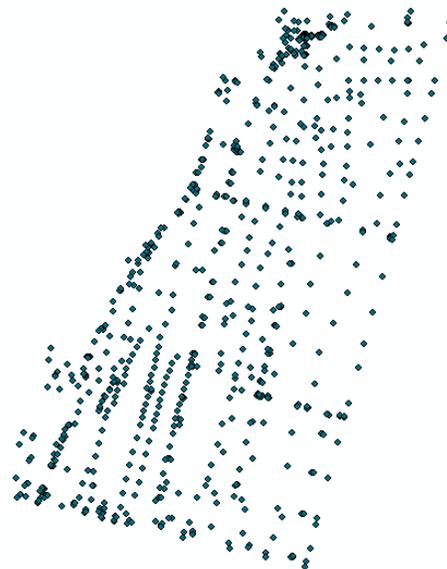
No	Skala	Interval Kontur (m)	Ketelitian Peta RBI					
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)
1.	1:1.000.000	400	200	200	300	300,00	500	500,00
2.	1:500.000	200	100	100	150	150,00	250	250,00
3.	1:250.000	100	50	50	75	75,00	125	125,00
4.	1:100.000	40	20	20	30	30,00	50	50,00
5.	1:50.000	20	10	10	15	15,00	25	25,00
6.	1:25.000	10	5	5	7,5	7,50	12,5	12,50
7.	1:10.000	4	2	2	3	3,00	5	5,00
8.	1:5.000	2	1	1	1,5	1,50	2,5	2,50
9.	1:2.500	1	0,5	0,5	0,75	0,75	1,25	1,25
10.	1:1.000	0,4	0,2	0,2	0,3	0,30	0,5	0,50

Tabel 2. Ketentuan ketelitian geometri peta RBI berdasarkan kelas

Ketelitian	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0,2 mm x bilangan skala	0,3 mm x bilangan skala	0,5 mm x bilangan skala
Vertikal	0,5 x interval kontur	1,5 x ketelitian kelas 1	2,5 x ketelitian kelas 1

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data dari penelitian ini adalah kontur dan peta skala besar. Dalam penelitian ini, kontur dibuat dengan menggunakan metode interpolasi *Natural Neighbor*. *Natural Neighbor* adalah salah satu metode yang digunakan untuk melakukan interpolasi garis kontur. Kondisi data cocok menggunakan metode ini dimana data yang padat di beberapa area dan terdapat data dengan jarak spasi yang besar (jumlah titik sedikit) pada area yang lain (Golden Software Inc., 2002). Metode ini tepat digunakan untuk melakukan interpolasi pada data hasil ukuran di lahan FRC. Gambar 3 menunjukkan data titik yang diperoleh dari hasil pengukuran. Data tersebut memiliki spasi yang cukup teratur tetapi masih ada area yang padat dan beberapa area yang jarang.



Gambar 3. Sebaran titik tinggi

Penentuan interval kontur didasarkan pada peraturan Badan Informasi Geospasial tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Untuk peta skala 1:2.500 digunakan interval kontur 1 meter. Hasil pengolahan titik ketinggian menghasilkan

kontur seperti yang ditunjukkan Gambar 4. Diketahui nilai terendah kontur untuk lahan FRC adalah 16 dan nilai tertingginya adalah 20 dalam satuan meter.



Gambar 4. Kontur hasil interpolasi

Peta skala besar yang dihasilkan dalam penelitian memiliki skala 1:2.500. Untuk menentukan skala perlu mempertimbangkan spesifikasi atau TOR (*Term of Reference*) yang ditentukan dalam suatu pekerjaan. Dalam hal ini, karena belum diketahui spesifikasi yang diperlukan dalam pembangunan gedung di FRC, spesifikasi mengacu pada pedoman standar seperti Spesifikasi Teknis Penyajian Peta Desa oleh Badan Informasi Geospasial tahun 2016. Pada buku tersebut, ditentukan skala yang paling besar untuk kategori suatu Peta Desa adalah 1:2.500.

Selain penentuan skala, pengelompokan

objek dan pembuatan simbol objek juga mengacu pada buku Spesifikasi Teknis Penyajian Peta Desa oleh Badan Informasi Geospasial tahun 2016. Objek hasil pengukuran yang berupa kandang, jalan, bangunan, selokan, pagar batas dan titik kontrol disesuaikan dengan pengelompokan unsur dalam buku spesifikasi teknis. Selain itu, ada objek kontur, batas desa dan penggunaan lahan berupa tegalan, yang merupakan data tambahan, yang disajikan ke dalam peta.

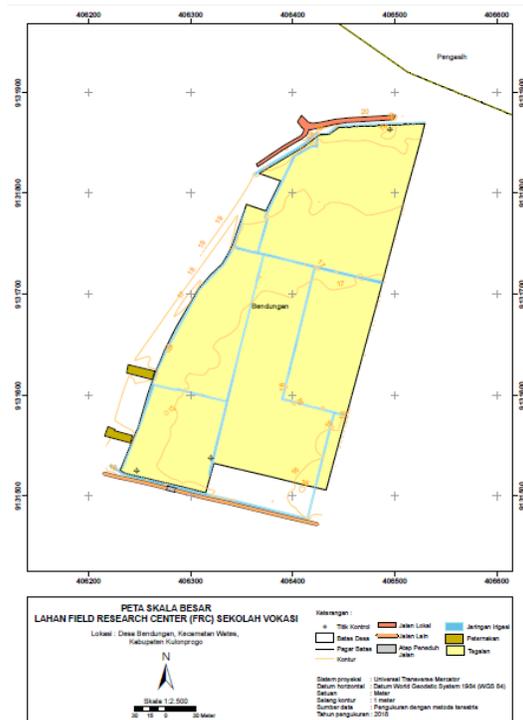
Berdasarkan hasil identifikasi objek dengan unsur yang ada di buku spesifikasi teknis, objek kandang masuk dalam unsur Peternakan, yang memiliki pengertian pengusahaan atau pembudidayaan atau pemeliharaan ternak dengan segala fasilitas penunjang bagi kehidupan ternak. Objek jalan yang terdiri dari 2 ruas jalan, dibedakan menjadi Jalan Lokal dan Jalan Lain. Hal ini karena ada jalan yang berupa jalan aspal sebagai jalan lokal dan yang lain adalah jalan cor yang masuk dalam unsur Jalan Lain. Selanjutnya, objek selokan dimasukkan ke dalam unsur Jaringan Irigasi, batas desa ke dalam unsur Batas Desa dan tegalan ke dalam unsur Tegalan. Sementara itu, untuk objek bangunan berupa atap peneduh jalan, pagar batas, kontur dan titik kontrol tidak masuk unsur manapun di spesifikasi teknis karena tidak ada pengertian yang mendekati objek tersebut. Selanjutnya, objek yang telah dimasukkan ke dalam unsur spesifikasi teknis dibuat simbolnya berdasarkan aturannya. Adapun simbol dan spesifikasi simbol per objek berdasarkan spesifikasi teknis tersebut disajikan pada Tabel 3.

Acuan pada spesifikasi teknis yang digunakan untuk membuat simbol ditunjukkan pada kolom Tipe, Tinta Cetak dan Warna pada Tabel 1 di atas. Kolom Tipe menunjukkan jenis simbol yang digunakan, berupa area, garis atau titik. Pada kolom Tinta Cetak dan Warna menunjukkan ketentuan pemberian warna pada simbol. Untuk warna digunakan kombinasi warna

Tabel 3. Hasil simbolisasi beberapa objek di lahan FRC

Objek	Simbol	Tipe	Tinta Cetak	Warna (100%)			
				C	M	Y	K
Peternakan		Area	Hijau	22	31	100	00
			Mask : hitam	00	00	00	100
Jalan lokal		Garis	Orange	00	47	60	00
			Mask : hitam	00	00	00	100
Jalan lain		Garis	Orange	00	32	60	00
			Mask : hitam	00	00	00	100
Jaringan irigasi		Area, garis	Biru	61	25	10	00
			Biru	33	10	05	00
Batas desa		Garis	Hitam	00	00	00	100
			Mask : kuning	00	00	100	00
Tegalan		Area	Mask : hitam	00	00	00	100
			Kuning	00	00	40	00

CMYK. Objek lain seperti atap peneduh jalan, pagar batas, kontur dan titik kontrol simbol dibuat tanpa mengacu spesifikasi teknis karena tidak dicantumkan aturan simbolisasi mengenai objek tersebut. Hasil simbolisasi, baik dengan spesifikasi teknis maupun tidak kemudian disajikan dengan *layout* seperti yang ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta skala besar di lahan FRC

Peta yang disajikan dengan skala 1:2.500 diuji di lapangan untuk mengetahui ketelitian peta, baik ketelitian horizontal maupun ketelitian vertikal. Uji peta dilakukan dengan menggunakan 10 buah sampel titik. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai *Root Means Square Error* (RMSEr) untuk posisi horizontal adalah 0,32 meter dan nilai *Circular Error* (CE90) adalah 0,5 meter. Sementara itu, nilai RMSEz untuk posisi vertikal adalah 0,08 meter dan nilai LE90 adalah 0,2 meter. Berdasarkan Spesifikasi Teknis Peta Desa (Badan Informasi Geospasial, 2016) ketelitian posisi horizontal dan vertikal tersebut memenuhi kategori peta skala 1:2500 kelas 1.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan. Yang pertama, objek yang dapat disajikan pada peta hasil penelitian ada 10, antara lain peternakan, jaringan irigasi, jalan lokal, jalan lain, atap peneduh jalan, pagar batas,

batas desa, jenis penggunaan lahan berupa tegalan, kontur dan titik kontrol. Dari kesepuluh detil tersebut ada enam (6) detil yang simbolisasinya mengacu spesifikasi teknis dari BIG, empat (4) detil yang lain dibuat simbolnya tidak mengacu pada spesifikasi tersebut.

Yang kedua, berdasarkan hasil uji lapangan peta skala besar hasil penelitian masuk kelas 1 pada ketelitian posisi horizontal maupun vertikal. Namun demikian, peta skala besar ini belum dapat dikatakan sebagai Peta Desa karena tidak dapat memenuhi spesifikasi lain, seperti ukuran peta, cakupan area serta unsur-unsur wajib lainnya yang harus ada dalam suatu Peta Desa. Peta skala besar ini adalah suatu data spasial yang disajikan untuk menggambarkan kondisi topografi lahan FRC secara detil.

Berdasarkan kelas ketelitian posisi horizontal maupun vertikal, pada penelitian selanjutnya peta mungkin dapat disajikan pada skala yang lebih besar. Hal itu dapat dilaksanakan dengan catatan melaksanakan uji lapangan lagi untuk mengetahui kelayakan peta dengan skala lebih besar tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Informasi Geospasial, 2014, *Spesifikasi Teknis Ketelitian Peta Dasar*, Badan Informasi Geospasial, Cibinong.
- Badan Informasi Geospasial, 2016, *Spesifikasi Teknis Penyajian Peta Desa*, Badan Informasi Geospasial, Cibinong.
- Childs, C., 204, *Interpolating Surfaces in ArcGIS Spatial Analyst*. ESRI Education Services.
- Golden Software Inc, 2002, *Surfer 8 user's guide*, Golden Software Inc, Colorado.
- Humas UGM, 2009, Ketersediaan Data yang Akurat, Tingkatkan Kualitas Pembangunan, diakses pada <https://www.ugm.ac.id/id/berita/627-ketersediaan.data.spasial.yang.akurat.tingkat.kualitas.pembangunan.tanggal.1.oktober.2018>.
- Humas SV UGM, 2015, SV UGM Realisasikan Teaching Industry di Kulonprogo, diakses pada <http://sv.ugm.ac.id/rilis-berita/sv-ugm-realisasikan-teaching-industry-di-kulonprogo.html> tanggal 25 Februari 2018.
- Humas SV UGM, 2016, Materi Presentasi JICA 2016 UPDATE, diakses pada

- <http://teachingindustry.sv.ugm.ac.id/products/detail/3> tanggal 25 Februari 2018.
- Humas SV UGM, 2017, Rencana Blok Plan Kulonprogo Technopark, diakses pada <http://teachingindustry.sv.ugm.ac.id/products/detail/5> tanggal 25 Februari 2018.
- Kraak M. and Ormeling F., 2002, *Kartografi : Visualiasasi Data Geospasial*, Ed.2, diterjemahkan oleh Martha, S. dkk, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Mulyani, E. S., 2012, Aplikasi Location Based Service (LBS) Taman Mini Indonesia Indah (TMII) Berbasis Android, *Skripsi*, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Prahasta, E., 2001, *Konsep-konsep dasar sistem informasi geografis*, Informatika, Bandung.
- Prahasta, E., 2008, *Model Permukaan Dijital*, Informatika, Bandung.
- Prihandito, A., 1989, *Kartografi*, Mitra Gama Widya, Yogyakarta.