

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/320830069>

Pemanfaatan Teknologi Light Detection And Ranging (Lidar) Dalam Pemodelan Banjir Akibat Luapan Air Sungai

Chapter · October 2017

CITATIONS

0

READS

524

3 authors, including:



Ketut Wikantika

Bandung Institute of Technology

112 PUBLICATIONS 165 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



ForMIND Book [View project](#)



Indonesian Remote Sensing Book Series [View project](#)



Forum Peneliti Muda Indonesia (ForMIND)



Bunga Rampai
ForMIND
2017



ITB
PRESS

Bunga Rampai
Forum Peneliti Muda Indonesia
2017



***Bunga Rampai Forum Peneliti Muda Indonesia 2017***

Diterbitkan di Bandung oleh

Penerbit ITB

Jalan Ganesha 10 Bandung

Anggota Ikapi No. 043/JBA (1)

Telp: 022-2504257, Faks: 022-2534155

Email: itbpress@penerbit.itb.ac.id

ISBN 978-602-5417-37-5

Editor Utama: Ketut Wikantika

Editor: Farah Nafisa Ariadji dan Prila Ayu Dwi Prastiwi

Penelaah Makalah: Ketut Wikantika, Fenny M. Dwivany, Deni Suwardhi, Neni Nurainy, Topik Hidayat, Novriana Sumarti, Karlia Meitha, Sastia Prama Putri, Husna Nugrahapraja, Intan Muchtadi-Alamsyah

Desain Sampul: Tombayu Amadeo Hidayat

Cetakan Pertama: Oktober 2017

Forum Peneliti Muda Indonesia (ForMIND)

<http://www.formind.or.id>

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang mengutip atau memperbanyak

Sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa seizin penerbit

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp5.000.000.000 (lima miliar rupiah).
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta dan Hak Terkait sebagaimana pada ayat(1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp500.000.000 (lima ratus juta rupiah)

Kata Pengantar

Setiap tanggal 28 Oktober, Forum Peneliti Muda Indonesia (ForMIND) melaksanakan kegiatan pertemuan tahunannya. Tahun 2017 ini, kegiatan ForMIND dipusatkan di Sorong, Papua Barat. Adalah sebuah hal yang sangat menyenangkan akhirnya kegiatan ForMIND dapat dilaksanakan di wilayah Indonesia Timur, di Tanah Papua. Kegiatan ForMIND tahun 2017 agak berbeda dengan kegiatan sebelumnya karena diisi dengan pelaksanaan *International Conference* bekerjasama dengan *Center for Remote Sensing* (CRS) dan Kelompok Keilmuan Penginderaan Jauh dan Sains Informasi Geografis, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung (ITB). Selain itu kegiatan rutin yang dilakukan adalah penerbitan **Buku Bunga Rampai ForMIND**.

Untuk penerbitan tahun 2017 ini kontribusi penulis dari berbagai lembaga dan perguruan tinggi semakin beragam yang berasal dari dalam dan luar negeri. Para penulis berasal dari lembaga riset seperti Biofarma, perguruan tinggi selain ITB yang berpartisipasi adalah Universitas Pendidikan Indonesia (UPI), Universitas Padjajaran, Universitas Riau, Universitas Yasri, UIN Ar-Raniry, Universitas Hasanuddin. Sedangkan dari luar negeri adalah Universitas Osaka (Jepang) dan Universitas Strasbourg (Perancis). Bidang ilmu dalam makalah juga semakin beragam mulai dari bidang kesehatan, biologi, geomatika, penginderaan jauh, lingkungan, biodiversitas, farmasi bahkan rekayasa keuangan dan sosial-politik. Ini menunjukkan bahwa buku Bunga Rampai ForMIND menunjukkan identitasnya sebagai salah satu sumber alternatif referensi berbagai macam bidang keilmuan dan aplikasinya saat ini dan ke depan di Indonesia. Paling lambat tahun depan, diharapkan para penulis bisa bekerjasama dalam melakukan riset dan selanjutnya dapat berkontribusi makalah yang menunjukkan hasil dari kerjasama riset tersebut.

Kami ucapkan terimakasih banyak kepada semua para kontributor atas makalahnya, para *reviewer*, dan para editor sehingga Buku Bunga Rampai ForMIND dapat diterbitkan sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan. Sekali lagi kami mengundang partisipasi rekan-rekan semua, para peneliti untuk menyumbangkan makalahnya pada penerbitan Buku Bunga Rampai tahun 2018. Semoga buku ini memberi manfaat kepada para insan peneliti, pendidik, praktisi, pemerintah, lembaga lain serta industri khususnya yang ada di Indonesia.

Bandung, 28 Oktober 2017

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ketut Wikantika'.

Ketut Wikantika

Editor Utama



Daftar Isi

Review Article

Pentingnya Data Pisang Indonesia	1
<i>Long noncoding RNA (lncRNA)</i> pada Tumbuhan.....	8
Aplikasi Pendekatan Metabolomik untuk Ilmu Tanaman	24
Aplikasi Pendekatan Metabolomik untuk Ilmu Pangan dan Mikrobiologi	39
Analisis Hasil Metode Pencarian Potensi Minyak Bumi dengan Teknologi STeP (<i>Sub-Terrain Prospecting</i>) (Studi Kasus: Blok Lampung).....	51
Peranan Teknologi Penginderaan Jauh Pada Kegiatan Minyak dan Gas Bumi	67

Article

Penerapan <i>Real Option Analysis</i> dengan Perubahan Volatilitas dalam Menentukan Nilai Proyek Pertambangan.....	88
Penentuan Porsi dalam Skema <i>Profit-Loss Sharing</i> Investasi Syariah.....	104
Resonansi: Suatu Perspektif Dalam Kajian Gerakan Politik-Keagamaan Ikhwanul Muslimin Di Indonesia.....	115
Kajian Faktor Kesiapan Lingkungan Dalam Rangka Peningkatan Implementasi E-Government Indonesia Yang Lebih Baik	138
Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Metanol Daun Kemangi (<i>Ocimum Citriodorum</i>).....	150
Pengembangan Vaksin Hepatitis B Generasi Ke Tiga dan Vaksin Terapi Berbasis Protein Rekombinan Subunit Indonesia	162
Polimorfisme Gen <i>N-Asetiltransferase 2 (NAT2)</i> dan Implementasi Farmakogenomik dalam pengobatan Tuberkulosis	177
Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Umbi Batang Tumbuhan Sarang Semut (<i>Myrmecodia Pendens</i> Merr. & L. M. Perry) Terhadap <i>Pseudomonas</i> <i>Aeruginosa</i> Dan <i>Staphylococcus Aureus</i>	187
Aplikasi Smartphone dalam Pembelajaran Biologi.....	198
Budaya Ekologi Suku Talang Mamak Dalam Pengelolaan Hutan	207
Pemetaan Bangunan Tiga Dimensi Untuk Pemodelan Jalur Evakuasi Darurat	215



Teknik Pencocokan Citra dalam Fotogrametri untuk Dokumentasi Cagar Budaya.....	234
Pemanfaatan Teknologi <i>Light Detection And Ranging</i> (Lidar) Dalam Pemodelan Banjir Akibat Luapan Air Sungai	254
Identifikasi Kerusakan Pasca Gempa Menggunakan Metode <i>Object Based Image Analyst</i> (OBIA)_(Studi Kasus: Pidie Jaya, Aceh)	271
Identifikasi dan Estimasi Biomassa Hutan Mangrove dengan Menggunakan Citra Landsat_(Studi Kasus : Kabupaten Subang, Jawa Barat)	284



Pemanfaatan Teknologi *Light Detection And Ranging* (Lidar) Dalam Pemodelan Banjir Akibat Luapan Air Sungai

Nur Asriyah¹, Agung Budi Harto^{1,2}, Ketut Wikantika^{1,2}

¹Kelompok Keilmuan Penginderaan Jauh dan Sains Informasi Geografis, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung

²Center for Remote Sensing (CRS), Institut Teknologi Bandung

email : ¹nurasriyah@s.itb.ac.id, ²agung@gd.itb.ac.id, ³ketut@gd.itb.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat model genangan banjir akibat luapan air sungai Cikapundung dari data DEM hasil pengukuran teknologi LIDAR untuk menunjukkan kawasan berpotensi banjir sehingga dapat membantu dalam upaya mitigasi bencana banjir. Analisis pemodelan banjir memerlukan data topografi yang akurat untuk mendukung kualitas hasil pemodelan banjir. Saat ini, LIDAR merupakan teknologi penginderaan jauh terbaik yang digunakan untuk membuat relief permukaan bumi dalam bentuk tiga dimensi yang dimana sering disebut sebagai DEM (*Digital Elevation Model*). Tugas akhir ini membahas tentang pemanfaatan teknologi LIDAR dalam analisis genangan banjir akibat luapan sungai berdasarkan simulasi model hidrodinamik. Pemetaan genangan banjir berdasarkan simulasi model hidrodinamik dapat memberikan gambaran yang cukup baik mengenai daerah-daerah di sekitar sungai yang berpotensi tergenang banjir. Hasil pemetaan genangan banjir dalam penelitian ini sangat bermanfaat untuk upaya mitigasi bencana banjir pada daerah studi.

Kata kunci: LIDAR, DEM, Simulasi model hidrodinamik.

Abstract

The purpose of this thesis is to create a model of flooding caused by flood waters of Cikapundung River from DEM data of LIDAR technology measurement to show potential flood areas so that it can assist in mitigation of flood disaster. Flood analysis requires accurate topographic data to obtain a good overview of flood inundation. At this time, LIDAR is the best technology of remote sensing for collecting elevation data from earth surface. This elevation data can be used to create relief of the earth's surface in three-dimensional format which is often referred to as a DEM. This undergraduate thesis dealt with the utilization of LIDAR technology in analysis of flood inundation due to overflowing river based on simulation of hydrodynamic model. The flood inundation map based on simulation of hydrodynamic model can show the potential flood areas around the river pretty good. The result of flood inundation map in this thesis can be used for flood disaster mitigation on study area.

Keywords: LIDAR, DEM, Simulation of hydrodynamic model.

1. PENDAHULUAN

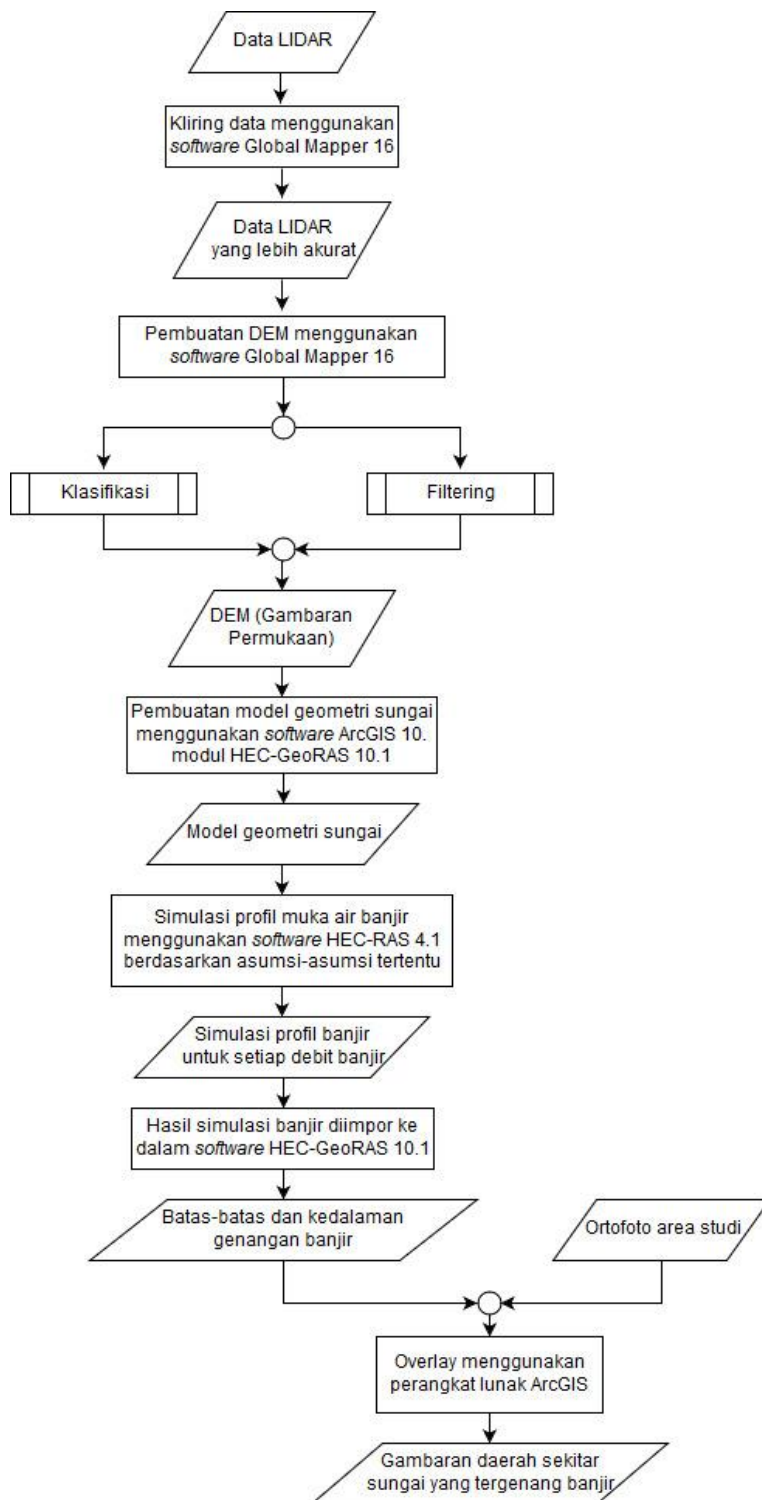
Bencana banjir merupakan salah satu bencana yang sering terjadi pada kota-kota besar di Indonesia. Hal ini menunjukkan kurangnya penanggulangan dari pihak pemerintah selaku pengelola area. Selain itu bencana banjir tentunya menyebabkan kerugian seperti terjadinya kerusakan infrastruktur, kerusakan lingkungan, kerusakan pemukiman dan lain-lain (Al Amin, 2015).

Seiring dengan kejadian tersebut, diperlukan sebuah rencana mitigasi yang tepat agar musibah banjir tidak terjadi lagi. Salah satu upaya untuk merencanakan mitigasi bencana banjir adalah dengan melakukan serangkaian analisis mengenai dampak genangan banjir terhadap daerah-daerah di sekitar sungai. Untuk melakukan hal itu diperlukan sebuah model banjir yang didasari oleh data DEM di kawasan terkait. Peta DEM dapat menunjukkan relief permukaan bumi serta dapat memberikan geometri penampang sungai dan daerah-daerah di sekitar sungai. Beberapa cara dapat dilakukan untuk membuat peta DEM, diantaranya pengukuran manual di lapangan, penggunaan citra satelit seperti SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) dan ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*), teknologi IFSAR (*Interferometric Synthetic Aperture Radar*), dan LIDAR. Namun kelemahan pengukuran manual adalah membutuhkan waktu yang lama untuk memperoleh hasil yang cukup akurat, sedangkan kelemahan citra satelit SRTM dan ASTER adalah resolusi yang relatif rendah untuk analisis genangan banjir yang detil, yaitu hanya berkisar 30 m x 30 m. Teknologi IFSAR dapat menghasilkan DEM dengan resolusi yang akurat, namun umumnya digunakan untuk daerah yang cukup luas. Untuk daerah yang lebih spesifik, terutama dengan tingkat densitas vegetasi yang cukup tinggi, IFSAR tidak dapat digunakan (Mercer, 2001; Hodgson, *et al.*, 2003; National Research Council of The National Academies, 2007). Pada saat ini, teknologi LIDAR dianggap yang terbaik dalam menghasilkan peta DEM yang akurat dengan resolusi yang sangat tinggi, yaitu dapat mencapai 1 m x 1 m dan bahkan kurang dari 1 m. (Al Amin, 2015)

Dalam penelitian ini, penulis akan melakukan pembuatan DEM dan model banjir akibat luapan air sungai dengan menggunakan teknologi LIDAR. Penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam mencari solusi untuk mitigasi bencana banjir.

2 METODE DAN DATA

Secara umum, metodologi penelitian yang dilakukan dalam pembuatan tugas akhir ini dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



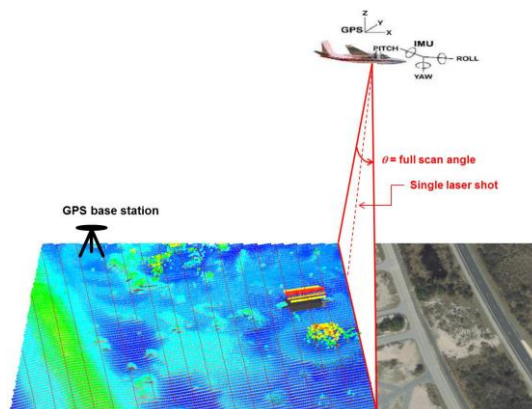
Gambar 1.1 Diagram alur penelitian

1. Data-data titik ketinggian LIDAR diperoleh berdasarkan data *point cloud* yang telah diukur oleh PT Karvak sebelumnya. Data LIDAR tersebut perlu dilakukan koreksi atau kliring data agar data *point cloud* yang eror dapat dihilangkan sehingga diperoleh data LIDAR yang lebih akurat.
2. Pembuatan DEM dilakukan menggunakan perangkat lunak Global mapper 16 berdasarkan titik-titik ketinggian untuk klasifikasi *ground* pada data LIDAR. DEM yang telah dibuat selanjutnya diekspor ke dalam format raster dengan ekstensi *.GeoTiff.
3. DEM yang telah dibuat selanjutnya dibuka pada perangkat lunak ArcGIS 10. Modul HEC-GeoRAS yang telah diinstal di ArcGIS 10 digunakan untuk membuat model geometri sungai, di antaranya alur saluran utama dan bantaran sungai, serta penampang melintang sungai.
4. Model geometri sungai disimulasikan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS 4.0. Simulasi dilakukan berdasarkan asumsi-asumsi tertentu seperti nilai kekasaran Manning untuk setiap *land use*, dan nilai variasi debit banjir.
5. Hasil simulasi profil banjir untuk setiap debit banjir selanjutnya diimpor ke dalam HEC-GeoRAS sehingga diperoleh batas-batas dan kedalaman genangan banjir.
6. Hasil delineasi genangan banjir selanjutnya di-*overlay* dengan foto udara yang sudah ortofoto sehingga dapat diperoleh gambaran daerah-daerah di sekitar sungai yang tergenang banjir.

2.2 Light Detection and Ranging (LIDAR)

LIDAR merupakan suatu sistem penginderaan jauh dengan sensor aktif yang mengukur pantulan cahaya untuk mencari jangkauan dan jarak dari suatu target (Measures, 1984). LIDAR memiliki efisiensi dan validitas yang baik sebagai sumber data untuk ketinggian medan rupa bumi. (Center, 2012). Terdapat 3 komponen utama dalam sistem LIDAR, yaitu Sensor LIDAR, GPS (*Global Positioning System*), dan IMU (*Inertial Measuring Unit*) (Vannessyardi, 2011). Pemetaan menggunakan data LIDAR merupakan suatu metode yang diterima dalam mengumpulkan informasi spasial secara presisi dan langsung tergeoreferensi mengenai karakteristik objek dan permukaan bumi (Center, 2012). Cakupan area yang luas dalam sekali pengambilan data pun turut menjadi poin lebih dari pemanfaatan LIDAR. Hal ini akan memberi banyak keuntungan terutama dalam efektivitas biaya maupun volume kerja dari suatu proyek.

Secara umum prinsip kerja LIDAR adalah gelombang laser memancarkan pulsa dan memindai objek pada permukaan bumi, kemudian akan diukur waktu tempuh pulsa laser menuju suatu objek sampai kembali ke sensor. Hasil ukuran waktu tempuh tersebut dapat digunakan untuk menghitung jarak sensor ke objek. Setelah itu nilai jarak dan sudut pancaran akan dikoreksi menggunakan IMU untuk mendapatkan koreksi pergerakan wahana. Posisi tiga dimensi setiap titik yang direkam datanya akan didapatkan dari IMU yang diintegrasikan dengan GPS. GPS digunakan untuk terus mengatur ulang IMU agar mampu mendapatkan posisi dengan akurasi tinggi. Posisi GPS telah diikatkan pada sebuah stasiun pengamat, dan stasiun ini memberikan faktor koreksi bagi unit GPS yang terpasang di wahana. Ilustrasi prinsip kerja LIDAR ditunjukkan pada **Gambar 1.2**.



Gambar 1.2 Ilustrasi prinsip kerja LIDAR (Center, 2012)

Perbedaan waktu antara ketika sinar laser dipancarkan dan ketika sinar laser diterima oleh *receiver* optis dikalkulasi oleh perangkat lunak khusus untuk memproses dan mengkonversi data tersebut menjadi jarak terukur (Center, 2012):

$$D = c \cdot \Delta t / 2 \quad (1.1)$$

Pada persamaan (1.1) diketahui bahwa D adalah jarak antara sensor dan objek yang diukur, c merupakan kecepatan cahaya, dan t adalah jarak tempuh sinyal pada pengukuran dengan pulsa laser.

LIDAR dapat menghasilkan kerapatan titik (*point cloud*) 1-9 titik/ m^2 , hal ini bergantung dari beberapa faktor, di antaranya adalah metode akuisi (tinggi terbang, jenis konfigurasi sensor dan jenis permukaan), sudut pandang sensor ke permukaan bumi (*field of view*) (Kandia, 2012). Akurasi vertikal dari data LIDAR adalah kurang dari 20 cm dan untuk horizontalnya adalah 30-50 cm dalam range 15-24 cm dan horizontal 30-64 cm (Center, 2012).

2.3 Pengolahan Data LIDAR dan Pembentukan Model DTM

Pada tugas akhir ini, data LIDAR diolah untuk menghasilkan DTM yaitu suatu model tiga dimensi yang menggambarkan permukaan tanah dari area studi tersebut. Model ini nantinya digunakan untuk membuat model dataran banjir akibat luapan air sungai. Sebelum mencapai hasil akhir tersebut diperlukan proses panjang untuk data mentah LIDAR yang digunakan. Beberapa tahapan dilakukan penulis dalam tugas akhir ini antara lain klasifikasi titik dan pembentukan model DTM.

Pada intinya melakukan klasifikasi pada penelitian ini adalah membedakan kelas *ground* dengan kelas *non ground*. Terdapat parameter-parameter yang digunakan sebagai ambang batas penentuan titik mana yang diklasifikasikan sebagai *ground* dan *non ground*. Setelah penentuan parameter tersebut maka proses iterasi akan terus dilakukan sampai semua titik telah terklasifikasi sebagai *ground* dan *non ground*. Dalam penelitian ini klasifikasi dilakukan dengan dua tahapan yaitu klasifikasi semi-otomatis dan manual. Parameter-parameter yang digunakan dalam melakukan klasifikasi ke dalam kelas *ground* ditunjukkan dalam Tabel 1.1

Tabel 1.1 Nilai parameter dalam klasifikasi semi-otomatis untuk kelas ground

Parameter	Value
Minimum Height Departure from Local Mean	0.25 Meters
Maximum Height Delta	100 Meters
Terrain Slope	5 Degrees

Nilai-nilai parameter tersebut di atas akan menentukan kualitas dari hasil klasifikasi. Nilai-nilai tersebut didapatkan setelah dilakukan beberapa kali iterasi hingga didapat hasil klasifikasi yang terbaik.

Hasil dari Klasifikasi Semi-otomatis adalah data *point clouds* terbagi ke dalam kelas-kelas *ground* dan *non ground* berdasarkan kesamaan karakteristik titik-titik tersebut. Namun dari hasil klasifikasi tersebut terlihat masih ada beberapa titik yang dianggap tidak sesuai dengan kelas di sekitarnya. Untuk mengantisipasi hasil klasifikasi semi-otomatis yang belum seluruhnya benar, maka diperlukan suatu proses pengecekan ulang terhadap klasifikasi data *point clouds* yang dilakukan secara manual. Biasanya *manual classification* dilakukan dengan menyandingkan potongan melintang dari area studi dengan ortofoto yang ada agar bisa dilihat kesesuaian pembagian kelas dengan keadaan sebenarnya.

Data *point clouds* yang telah terklasifikasi menjadi kelas *ground* akan dibentuk menjadi DTM. Dari hasil tersebut maka bentuk geometri dari area studi dapat terlihat. DTM diperoleh melalui interpolasi titik-titik *ground* tersebut.

2.3 Pembuatan Model Dataran Banjir

Dalam penelitian ini pembuatan model dataran banjir akibat luapan air sungai dilakukan dengan dua tahap yaitu tahap pembuatan model geometri sungai, serta tahap pembuatan model hidrodinamik.

Model geometri sungai dalam penelitian ini meliputi panjang alur utama sungai, bantaran sungai, serta elevasi untuk setiap penampang melintang sungai. Pembuatan model geometri sungai dilakukan menggunakan modul HEC-GeoRAS 10.1 yang dipasang dalam perangkat lunak ArcGIS 10. Pembuatan model geometri sungai diawali dengan impor DTM ke dalam ArcGIS 10. Selanjutnya dilakukan digitasi alur utama sungai, dan bantaran kiri serta kanan sungai. Kemudian dilakukan digitasi kembali untuk penampang-penampang melintang sungai. Alur dan penampang sungai secara otomatis akan mengikuti topografi dari DEM yang telah diimpor sebelumnya. Data geometri sungai seperti stasiun, panjang, dan elevasi untuk setiap penampang sungai secara otomatis dibuat berdasarkan hasil digitasi. Selain data geometri sungai, pada tahap ini juga diperlukan data *landuse* yang memiliki nilai kekasaran manning. Data ini diperlukan karena pada saat simulasi profil muka air banjir dilakukan, kecepatan aliran air dari luapan sungai akan dipengaruhi oleh nilai kekasaran manning tersebut.

Di Baldassarre (2012) menjelaskan bahwa HEC-RAS merupakan salah satu model hidrodinamik yang dapat digunakan untuk simulasi hidrolika profil aliran dan dataran banjir dengan penerapannya pada sungai dengan panjang puluhan sampai dengan ratusan kilome-

ter tergantung pada ukuran daerah aliran sungai (DAS). Al Amin, *et al.* (2015) menjelaskan potensi genangan banjir di sepanjang sungai dapat divisualisasikan melalui penelusuran banjir di sepanjang sungai menggunakan HEC-RAS. Luasan genangan banjir dimodelkan sebagai tampungan reservoir, dimana geometrinya didefinisikan menggunakan hubungan level muka air terhadap volume.

2.4 Pemetaan Genangan Banjir

Batas-batas genangan banjir yang telah diperoleh dapat digunakan untuk pemetaan genangan banjir. Hal ini dapat dilakukan dengan membuat *overlay* antara batas-batas genangan dengan foto udara. Foto udara yang digunakan harus ortofo yaitu hasil foto udara yang sudah melalui proses sehingga proyeksinya ortogonal. Selanjutnya pemetaan genangan banjir dibuat dengan mengikuti kaidah kartografi agar informasi lokasi genangan banjir dapat tersampaikan dengan baik melalui peta tersebut sehingga dapat memberikan gambaran mengenai daerah-daerah di sekitar sungai yang berpotensi tergenang banjir.

2.5 Area Studi dan Data Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Kota Bandung di wilayah kecamatan Coblong dan Cihampelas dimana pada area tersebut terdapat anak Sungai Cikapundung. Seperti diunjukkan pada **Gambar 1.3** berikut adalah lokasi area penelitian dalam tugas akhir ini.



Gambar 1.3 Area lokasi penelitian dilakukan

Data yang diperlukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.2.

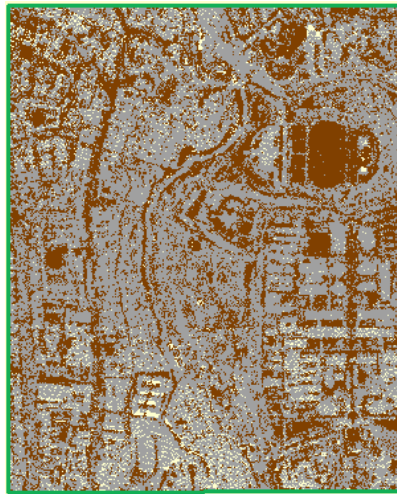
Tabel 1.2 Data yang diperlukan dalam penelitian

No.	Data Yang Diperlukan	Sumber Data	Kegunaan	Keterangan
1.	Data LIDAR	PT Kar-vak	Untuk membuat model DTM	Waktu akuisisi data: tahun 2012 Kerapatan: $\pm 1-2 \text{ points/m}^2$ Referensi koordinat: WGS84 UTM Zona 48S
2.	Ortofoto	PT Kar-vak	Untuk uji kualitas DTM, untuk membantu dalam pembuatan model geometri sungai, untuk pemetaan genangan banjir.	Waktu akuisisi data: Tahun 2012 Resolusi: 0.1 x 0.1 meter Referensi koordinat: WGS84 UTM Zona 48S
3.	Nilai kekasaran manning dari <i>landuse</i> area studi	Digitasi sendiri	Untuk pemodelan geometri sungai dan hidrodinamik	Digitasi dilakukan menggunakan <i>Software</i> ArcGIS dan nilai kekasaran manning didapatkan dari literatur-literatur.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Klasifikasi *Point Clouds* LIDAR

Pada tahap klasifikasi *point clouds* mengalami dua jenis klasifikasi yaitu klasifikasi semi-otomatis dan klasifikasi manual. *Point clouds* dibagi menjadi dua kelas yaitu *non ground* dan *ground*. Terlihat pada **Gambar 3.1** di bahwa dimana titik-titik berwarna coklat menunjukkan kelas *ground* dan warna abu menunjukkan kelas *non ground*.



Gambar 3.1 Gambaran titik-titik hasil klasifikasi pada area studi

3.2 Hasil Pembentukan Model DTM

Selanjutnya setelah titik-titik terklasifikasi sebagai kelas *ground* dan *non ground* akan dibentuk suatu model DTM yang berasal dari kelas *ground*. Model DTM yang dihasilkan dalam penelitian ini merupakan model DTM dalam bentuk Grid. Untuk DTM yang dihasilkan oleh struktur data grid ditunjukkan pada **Gambar 3.2**. Warna berada pada tampilan *greyscale* yang mana semakin gelap maka semakin menunjukkan area dengan nilai ketinggian lebih kecil.

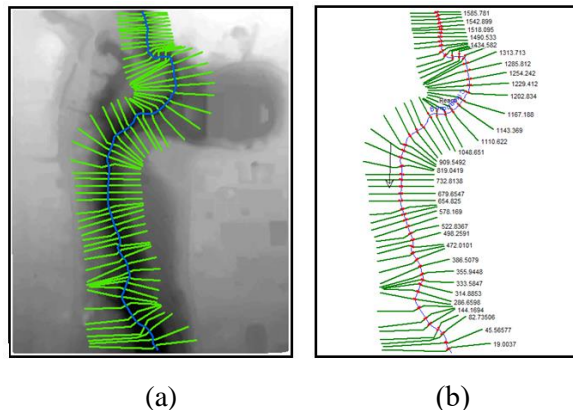


Gambar 3.2 Hasil model DTM dalam bentuk grid

3.3 Hasil Pemodelan Geometri Sungai

Setelah DTM dari area studi terbentuk, DTM digunakan dalam pembuatan model geometri sungai pada area studi. DTM di-overlay dengan ortofoto area studi untuk memudahkan dalam melakukan digitasi geometri sungai seperti alur utama sungai, bantaran sungai, dan penampang melintang sungai. **Gambar 3.3** menunjukkan hasil digitasi alur dan penam-

pang sungai.



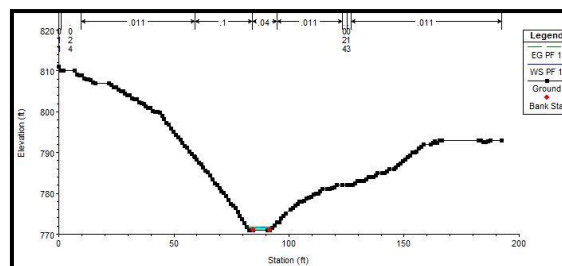
Gambar 3.3 (a) Hasil digitasi alur dan penampang sungai di HEC-GeoRAS 10.1, dan (b) model geometri sungai di HEC-RAS 4.1

3.4 Hasil Pemodelan Hidrodinamik

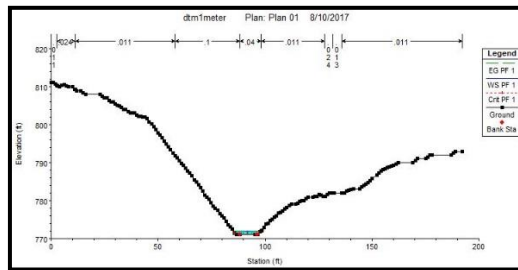
Hasil pemodelan geometri sungai selanjutnya digunakan untuk membuat pemodelan hidrodinamik yaitu simulasi profil muka air banjir dari luapan air sungai menggunakan HEC-RAS 4.1. Untuk melakukan simulasi profil muka air banjir tersebut dibutuhkan data debit air dan kemiringan topografi rata-rata sepanjang sungai. Kemiringan topografi rata-rata sepanjang sungai didapat sebesar 0.0125. Nilai kemiringan topografi rata-rata tersebut didapat dari hasil perhitungan manual oleh penulis.

Pada tahap ini telah dilakukan iterasi untuk melihat nilai debit air pada saat air memenuhi sungai, pada saat air mulai meluap dan pada saat air meluap pada keseluruhan batas sungai. Setelah dilakukan iterasi untuk beberapa nilai debit air, didapat nilai debit air pada saat air memenuhi sungai adalah sebesar $20 \text{ m}^3/\text{s}$, nilai debit air pada saat air mulai meluap adalah sebesar $25 \text{ m}^3/\text{s}$ dan nilai debit air pada saat air meluap pada keseluruhan batas sungai adalah sebesar $110 \text{ m}^3/\text{s}$.

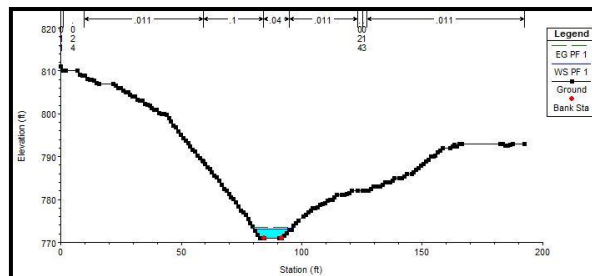
Hasil simulasi profil muka air banjir untuk penampang melintang salah satu *crossline* dan perspektif tiga dimensi di sepanjang sungai untuk masing-masing debit ditunjukkan dalam Gambar 3.4



(a)



(b)

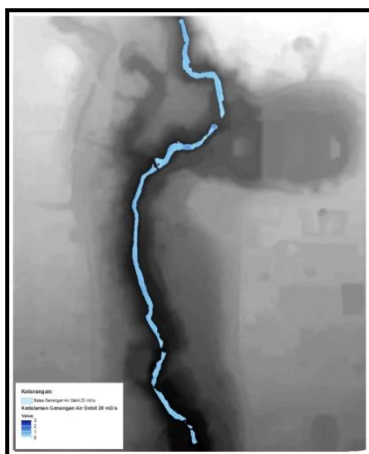


(c)

Gambar 3.4. Tinggi muka air banjir di penampang melintang sungai salah satu crossline
(a) saat debit air sungai $20 \text{ m}^3/\text{s}$, (b) saat debit air sungai $25 \text{ m}^3/\text{s}$, dan
(c) saat debit air sungai $110 \text{ m}^3/\text{s}$

3.5 Hasil Delineasi Genangan Banjir

Profil muka air banjir yang telah disimulasikan selanjutnya diimpor ke dalam HECGeoRAS, sehingga dapat dilakukan delineasi genangan banjir berdasarkan ketinggian muka air di sepanjang sungai. Delineasi genangan banjir menghasilkan batas-batas dan kedalaman genangan banjir. Hasil delineasi genangan banjir ditunjukkan pada **Gambar 3.5**.



(a)



(b)

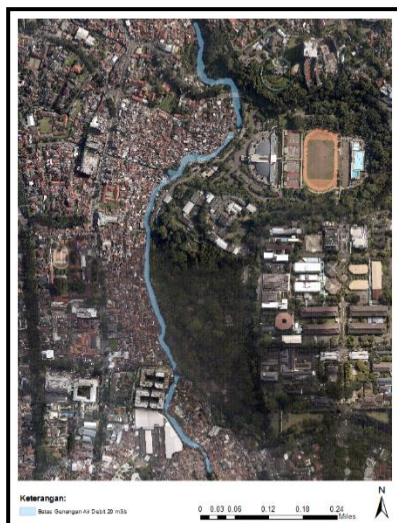


(c)

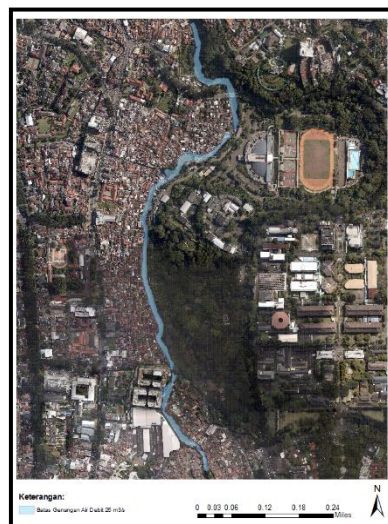
Gambar 3.5. Hasil delineasi genangan banjir untuk debit air sebesar (a) 20 m³/s, (b) 25 m³/s dan (c) 110 m³/s

3.6 Hasil Pemetaan Genangan Banjir

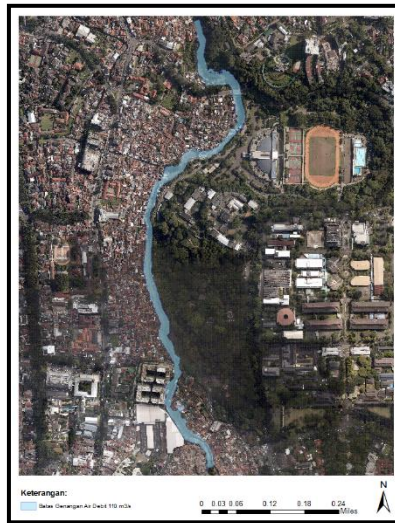
Batas-batas genangan yang telah diperoleh dari proses delineasi genangan banjir dapat digunakan untuk membuat peta genangan banjir. Hal ini dapat dilakukan dengan membuat *overlay* antara batas-batas genangan dengan foto udara. **Gambar 3.6** di bawah ini menunjukkan hasil pemetaan genangan banjir.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.6. Hasil pemetaan genangan banjir untuk debit air sebesar (a) 20 m³/s, (b) 25 m³/s dan (c) 110 m³/s

3.7 Analisis

Titik-titik di dalam area penelitian ini dibagi menjadi dua kelas yaitu kelas *ground* dan *non ground*. Namun dari hasil klasifikasi semi-automatis masih sering ditemukan kesalahan pengklasifikasian. Ada titik-titik yang seharusnya masuk ke dalam kelas *ground* namun masuk ke dalam kelas *non ground*, ataupun sebaliknya. Hal tersebut disebabkan oleh nilai-nilai parameter yang belum tentu sesuai di seluruh area. Maka perlu dilakukan klasifikasi jenis kedua yaitu secara manual. Klasifikasi manual dilakukan dengan memanfaatkan potongan melintang suatu bagian dari area kemudian menyandingkan potongan melintang dari area tersebut dengan ortofoto yang ada agar bisa dilihat kesesuaian pembagian kelas dengan keadaan sebenarnya. Klasifikasi manual akan rentan terhadap kesalahan operator apabila tidak secara cermat menandai titik mana yang dianggap salah kelas. Secara keseluruhan dengan menggunakan data LIDAR dan perangkat lunak pengolah data LIDAR pembagian kelas untuk area yang relatif luas lebih mudah dilakukan. Selain itu dengan adanya dua tahapan dalam melakukan klasifikasi maka hasil klasifikasi menjadi lebih akurat serta lebih efektif jika dilihat dari segi waktu pengerjaan.

DTM yang dihasilkan akan erat kaitannya dengan hasil klasifikasi yang dilakukan sebelumnya. Apabila masih terdapat titik-titik yang masuk ke dalam kelas yang salah dapat menimbulkan beberapa *spikes* dan mengakibatkan DTM yang dihasilkan tidak mendekati bentuk permukaan yang sebenarnya. Bentuk DTM yang dihasilkan kemudian dicocokkan dengan orthophoto yang ada. Hasil pun menunjukkan bahwa DTM menyerupai keadaan permukaan bumi yang sebenarnya namun belum secara keseluruhan. Hal ini dikarenakan nilai kerapatan data LIDAR yang hanya sebesar $\pm 1-2$ points/m² kurang mendukung dalam pembuatan model DTM yang lebih akurat dan lebih detail. Namun hasil model DTM dirasa cukup mewakili untuk dijadikan data dalam penelitian.

Pemodelan geometri sungai seperti alur utama sungai, bantaran sungai, dan penampang melintang sungai dilakukan dengan cara digitasi manual oleh penulis. Dalam hal ini proses digitasi dibantu dengan menggunakan ortofoto agar posisi dan bentuk sungai dapat terlihat lebih jelas dan detail. Proses digitasi dilakukan dengan menggunakan aturan-aturan tertentu agar hasil yang didapat dapat merepresentasikan kondisi sungai dan topografi sekitar sungai dengan baik. Aturan-aturan tersebut memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap hasil pemodelan geometri sungai. Dalam penelitian ini penulis telah melakukan digitasi mengikuti aturan-aturan yang ada sehingga hasil pemodelan geometri sungai cukup merepresentasikan kondisi sungai dan topografi sekitar sungai yang sebenarnya. Namun pada beberapa lokasi terdapat digitasi batas sungai yang masih belum sesuai dengan kondisi sungai sebenarnya, hal ini dikarenakan ketelitian penulis dalam melakukan digitasi masih belum baik serta terdapat batas sungai yang terhalangi oleh pepohonan pada ortofoto.

Setelah dilakukan proses pemodelan hidrodinamik didapat nilai debit air pada saat air memenuhi sungai adalah sebesar $20 \text{ m}^3/\text{s}$, nilai debit air pada saat air mulai meluap adalah $25 \text{ m}^3/\text{s}$ serta nilai debit air pada saat air meluap pada keseluruhan batas sungai dari hulu hingga hilir adalah sebesar $110 \text{ m}^3/\text{s}$. Data debit ini bermanfaat untuk upaya mitigasi bencana yaitu mengevaluasi dan memonitor data curah hujan dan debit air. Selain itu, dapat dilihat pada **Gambar 3.4** profil muka air banjir pada saat debit $20 \text{ m}^3/\text{s}$ berada hampir tepat dengan batas sungai yang ditandai oleh titik dan garis merah, hal ini menunjukkan air sudah mencapai batas sungai namun belum meluap. Sedangkan profil muka air banjir pada saat debit $25 \text{ m}^3/\text{s}$ berada mulai melebihi batas sungai. Selain itu profil muka air banjir pada saat debit $110 \text{ m}^3/\text{s}$ berada diatas garis batas sungai, hal ini menunjukkan air telah meluap dari hulu sampai hilir.

Hasil delineasi genangan banjir menunjukkan bagian genangan dari yang terdalam sampai terdangkal. Kemudian penulis melakukan pengecekan kebenaran hasil delineasi tersebut dengan melihat profil penampang melintang dari beberapa *crossline* untuk mengecek apakah variasi kedalaman genangan hasil pemodelan telah sesuai dengan kondisi topografi sungai dan sekitarnya. Setelah dilakukan pengecekan, hasil delineasi genangan banjir pada penelitian ini telah sesuai dengan kondisi topografi sungai pada DTM yang telah dibuat sebelumnya.

Hasil pemetaan genangan banjir yang telah di-*overlay* dengan ortofoto menunjukkan daerah mana saja yang tergenang dan berpotensi terkena banjir. Pada penelitian ini dihasilkan pemetaan genangan banjir dengan debit $20 \text{ m}^3/\text{s}$, $25 \text{ m}^3/\text{s}$ dan $110 \text{ m}^3/\text{s}$. Setelah dilakukan pengecekan secara manual terhadap hasil pemetaan genangan banjir saat debit sebesar $110 \text{ m}^3/\text{s}$, terdapat sekitar 108 rumah warga yang terendam oleh genangan banjir dengan jarak genangan dari batas sungai sepanjang 1 hingga 16 meter. Hal ini tentunya menjadi perhatian warga sekitar untuk melakukan mitigasi bencana banjir sedini mungkin terutama pada kawasan berpotensi banjir yang berada di sepanjang pesisir sungai.

3.8 Validasi

Hasil pemodelan genangan banjir perlu divalidasi untuk memperoleh gambaran apakah hasil pemodelan sudah representatif. Validasi hasil pemodelan pada penelitian ini dilakukan dengan cara membuat pemodelan menggunakan data debit sungai Cikapundung yang diperoleh dari Dinas Sumber Daya Air Provinsi Jawa Barat. Karena data LIDAR dan



foto udara yang digunakan dalam penelitian diambil pada tahun 2012, maka data debit sungai Cikapundung yang digunakan merupakan data debit tahun 2012.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Sumber Daya Air Provinsi Jawa Barat, selama tahun 2012 debit terbesar sungai Cikapundung sebesar $22.83 \text{ m}^3/\text{s}$ namun belum pernah ada bencana banjir di daerah studi selama tahun 2012. Pada tahap validasi dibuat model genangan banjir dengan debit sebesar $22.83 \text{ m}^3/\text{s}$ kemudian dilakukan pengecekan pada hasil pemodelan apakah genangan meluap dari sungai atau tidak. Hasil pemodelan dikatakan masih menyimpang atau belum 100% representatif apabila hasil pemodelan menunjukkan adanya luapan air sungai di sekitar sungai pada daerah studi.

Untuk mengetahui seberapa besar penyimpangan pada hasil pemodelan dalam penelitian ini, maka digunakan metode perhitungan RMSE (*Root Mean Square Error*). Perhitungan RMSE dilakukan dengan cara menghitung beda jarak antara batas genangan yang meluap dengan batas sungai pada beberapa titik sebagai sampel. Perhitungan jarak dilakukan secara manual oleh penulis menggunakan *tool* measure pada perangkat lunak ArcGIS. Setelah dilakukan perhitungan jarak tersebut didapat 60 data beda jarak. Kemudian dilakukan perhitungan RMSE dengan persamaan sebagai berikut

$$RMSE^2 = \Sigma (d^2) / n \quad (3.1)$$

Dimana d adalah besar beda jarak dalam satuan meter dan n adalah jumlah sampel.

Setelah dilakukan perhitungan RMSE berdasarkan persamaan (3.1), didapat nilai RMSE adalah sebesar ± 1.97 meter. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pemodelan dalam penelitian ini memiliki standar deviasi atau penyimpangan sebesar ± 1.97 meter.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

4.2 Kesimpulan

Berdasarkan pengerjaan penelitian ini, didapatkan kesimpulan, yaitu:

- a) Data LIDAR dalam penelitian ini dapat digunakan untuk membuat DTM dengan ketelitian yang cukup baik sehingga dapat digunakan untuk mendukung pembuatan pemodelan banjir akibat luapan air sungai. Namun akan lebih baik jika digunakan data LIDAR dengan nilai kerapatan yang lebih besar agar DTM yang dihasilkan lebih akurat dan detail. Selain data LIDAR, data ortofoto yang digunakan dalam penelitian ini juga sangat berfungsi untuk membantu dalam tahap klasifikasi titik LIDAR serta pembuatan alur sungai secara cepat dan akurat. Klasifikasi terhadap data LIDAR juga turut mempengaruhi bentuk permukaan DTM yang dihasilkan.
- b) Setelah dilakukan proses pemodelan hidrodinamik didapat nilai debit air pada saat air memenuhi sungai adalah sebesar $20 \text{ m}^3/\text{s}$, nilai debit air pada saat air sungai mulai meluap adalah sebesar $25 \text{ m}^3/\text{s}$, dan nilai debit air pada saat air meluap pada keseluruhan batas sungai dari hulu hingga hilir adalah sebesar $110 \text{ m}^3/\text{s}$.
- c) Pemetaan genangan banjir berdasarkan simulasi model hidrodinamik dapat memberikan gambaran yang cukup baik mengenai daerah-daerah di sekitar sungai yang berpotensi tergenang banjir. Maka dari itu hasil pemetaan genangan banjir dalam

penelitian ini sangat bermanfaat untuk upaya mitigasi bencana banjir pada daerah studi.

- d) Hasil pemodelan dalam penelitian memiliki nilai standar deviasi atau penyimpangan sebesar ± 1.97 meter. Penyimpangan tersebut dapat dikarenakan data LIDAR yang digunakan hanya memiliki nilai kerapatan kecil sehingga DTM yang dihasilkan belum memiliki ketelitian yang sangat baik dan masih kurang detail, ketelitian pada saat dilakukan digitasi batas sungai masih kurang, serta masih kurangnya ketelitian pada saat digitasi *landuse* untuk nilai kekasaran *manning*.

4.3 Saran

Berdasarkan pengerjaan penelitian ini, didapatkan saran, yaitu:

- a) Sebaiknya data LIDAR yang digunakan memiliki nilai kerapatan yang lebih besar agar DTM yang dihasilkan lebih akurat dan detail.
- b) Dalam tahap klasifikasi titik LIDAR perlu dilakukan uji coba lebih banyak dalam mencari nilai parameter-parameter yang dimasukkan ketika melakukan klasifikasi. Hal ini dikarenakan kesesuaian nilai parameter akan berpengaruh terhadap pembagian kelas *ground* dan *non ground* dan tentu saja berkaitan dengan pembentukan permukaan DTM yang dihasilkan.
- c) Lebih baik jika ditunjang dengan data terestris yang telah dilakukan di area penelitian sebelumnya. Agar dapat digunakan sebagai data pembandingan sehingga keakuratan data lebih terjamin kualitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Amin, M.B. (2015). *Pemanfaatan Teknologi LIDAR dalam Analisis Genangan Banjir Akibat Luapan Air Sungai Berdasarkan Simulasi Model Hidrodinamik*. INFO TEKNIK Vol. 16 N0. 1.
- Al Amin, M.B. (2015). *Visualisasi Potensi Genangan Banjir di Sungai Lambidaro Melalui Penelusuran Aliran Menggunakan HEC-RAS (Studi Pendahuluan Pengendalian Banjir Berwawasan Lingkungan)*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil I (SeNaTS I), Denpasar, pp. 123-132.
- Center, N. C. (2012). *Lidar 101: An Introduction to Lidar Technology, Data, and Applications*. Charleston: SC: NOAA Coastal Services Center.
- Di Baldassare, G. (2012). *Floods in a Changing Climate: Inundation Modeling*. Cambridge University Press, New York.
- Kandia, P. (2012). *Pembentukan Model untuk Estimasi Kelapa Sawit Menggunakan Data Light Detection and Ranging (LIDAR)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Measures, R. (1984). *Laser Remote Sensing*. Krieger Publishing Company.
- Meiza, A. (2009). *Teknologi LIDAR dalam Pekerjaan Eksplorasi Tambang Batubara*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Mercer, B. (2001). *Comparing LIDAR and IFSAR: What Can You Expect?*. Proceedings of

Photogrammetric Week, Stuttgart.

National Research Council of The National Academies. (2007). *Elevation Data for Flood-plain Mapping*, The National Academies Press, Washington, D.C.

Merwade, V., 2012, *Tutorial on Using HEC-GeoRAS with ArcGIS 10 and HEC-RAS Modeling*, School of Civil Engineering, Purdue University.

Vannessyardi, M. A. (2011). *LIDAR (Light Detection and Ranging) untuk Pemodelan Kota Tiga Dimensi (Studi Kasus: Kota Davao, Filipina)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

BIOGRAFI PENULIS

Nur Asriyah



Nur Asriyah lahir di Sukabumi pada tanggal 27 September 1995. Selama kuliah penulis juga aktif berkegiatan organisasi dan kepanitiaan khususnya kegiatan di himpunan, selain itu penulis juga pernah memiliki pengalaman sebagai asisten praktikum mata kuliah Fotogrametri I, serta memiliki pengalaman kerja praktik di PT Pertamina UTC. Penulis menyelesaikan studi sarjananya di Teknik Geodesi dan Geomatika, ITB.

Prof. Dr. Ir. Ketut Wikantika, M.Eng.



Ketut Wikantika adalah peneliti senior, Profesor dalam bidang Penginderaan Jauh Lingkungan di Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, Institut Teknologi Bandung (ITB). Bidang penelitiannya adalah pendekatan-pendekatan geospasial termasuk aplikasi penginderaan jauh untuk demografi, pertanian, kehutanan, tutupan lahan dan tata guna lahan serta perubahannya, biogeografi dan biodiversiti termasuk kebencanaan. Ketut Wikantika sudah melakukan kerjasama dengan institusi luar negeri seperti Universitas Chiba, Universitas Tottori, Universitas Nagoya, Universitas Kochi, JIRCAS Jepang, Universitas Oklahoma, AIT, Universitas Salzburg, UTM Malaysia, serta Pennsylvania State University. Kecintaannya terhadap bidang penelitian membuatnya menjadi pendiri Forum Peneliti Indonesia Muda (ForMIND).