

STUDI PEMANFAATAN SEGMENTASI CITRA UNTUK DETEKSI
POTENSI BANJIR (Studi Kasus: DAS Ciliwung-Kanal Banjir Barat)

PENELITIAN



Oleh :
030004 : Indra Riyanto

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BUDI LUHUR
JAKARTA
2010

LEMBAR PENGESAHAN PENELITIAN

1. Judul Penelitian : STUDI PEMANFAATAN SEGMENTASI CITRA
UNTUK DETEKSI POTENSI BANJIR (Studi
Kasus: DAS Ciliwung-Kanal Banjir Barat)
2. Ketua Peneliti
a. Nama : Indra Riyanto
b. Jenis Kelamin : Laki-laki
c. Jabatan : Dosen Tetap
d. Jenjang Akademik : Lektor
e. Fakultas : Teknik
f. Universitas : Universitas Budi Luhur
3. Jumlah Tim Peneliti : 1 (satu) orang
4. Lokasi Penelitian : DKI Jakarta
5. Masa Penelitian : 4 (empat) bulan

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



(Sujiyono, ST. MT.)


Jakarta, 1 Juni 2010
Ketua Peneliti,



(Indra Riyanto, ST. MT.)

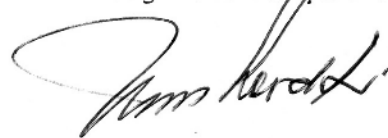
Menyetujui

Direktur Riset
Dan Pengabdian Masyarakat



(Dr, Ir Nazori, AZ, M.T)

Ka Biro Riset dan
Pengabdian Masyarakat



(Ir Yan Everhard M.T)

ABSTRACT

Name : Indra Riyanto
Department : Electrical Engineering
Title : Study of Image Segmentation for Flood Potential Area Mapping (Case Study: Ciliwung River – West Banjir Kanal)

The recent degradation of environment quality becomes the prime cause of the recent occurrence of natural disasters. It also contributes in the increase of the area that is prone to natural disasters. Flood history data in Jakarta shows that flood occurred mainly during rainy season around January – February each year, but the flood area varies each year. This research is intended to map the flood potential area in DKI Jakarta Province by segmenting the Digital Elevation Model data. The data used in this research is DEM data obtained from DPP–DKI with the resolution of 1 m. The data processing involved in this research is extracting the surface elevation data from the DEM, overlaying the river map of Jakarta with the elevation data. Subsequently, the data is then segmented using watershed segmentation method. The concept of watersheds is based on visualizing an image in three dimensions: two spatial coordinates versus gray levels, in which there are two specific points; that are points belonging to a regional minimum and points at which a drop of water, if placed at the location of any of those points, would fall with certainty to a single minimum. For a particular regional minimum, the set of points satisfying the latter condition is called the catchment basin or watershed of that minimum, while the points satisfying condition form more than one minima are termed divide lines or watershed lines. The objective of this segmentation is to find the watershed lines of the DEM image. The expected result of the research is the flood potential area information, especially along the Ciliwung River in DKI Jakarta.

Key words :
Remote Sensing, Segmentation, Daerah Aliran Sungai, Digital Elevation Model

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan penelitian ini. Penulisan laporan penelitian ini dilakukan dalam rangka memenuhi Tridarma dosen Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Budi Luhur. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan penelitian ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Benyamin Kusumoputro, MEng., Dr.Eng., Dr. Ir. Dodi Sudiana, M.Eng. dan Dr. Ir. Retno Wigajatri Purnamaningsih, MT. dari Tim Riset Penginderaan Jauh dan Pengolahan Citra, Departemen Teknik Elektro Universitas Indonesia;
2. Dr. Rokhmatulloh, M.Sc. selaku Kepala Departemen dan Jarot Mulyo Semedi, S.Si., MSc. selaku Tim Riset SIG dan Penginderaan Jauh dari Departemen Geografi Fakultas MIPA Universitas Indonesia;
3. Mas Dian P. dan rekan-rekan di Pintu Air Manggarai yang telah banyak membantu dalam pengambilan data;
4. Dr. Riadika Mastra, Prima Jiwa Osly, ST., MSc. dari Tim Riset Sistem Informasi Geografi Lembaga Penelitian Universitas Pancasila;
5. Universitas Budi Luhur yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan mambalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu . Semoga penelitian ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 1 Juni 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR SINGKATAN	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Batasan Masalah	2
1.6. Model Operasional Penelitian	3
1.6.1. Data Penelitian	3
1.6.2. Metode Penelitian	3
1.7. Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1. Sistem Remote Sensing (Penginderaan Jauh)	4
2.2. Digital Elevation Model (DEM)	5
2.3. Image Processing (Pengolahan Citra)	5
2.3.1. Segmentasi Citra	6
2.3.2. Segmentasi Dengan Morfologi Watershed	8
BAB III KARAKTERISTIK WILAYAH DKI JAKARTA	10
3.1. Topografi Wilayah DKI Jakarta	10
3.2. Pola Aliran Air di Wilayah DKI Jakarta	10
3.3. Pengendalian Banjir Wilayah DKI Jakarta	12
3.4. Karakteristik Wilayah DAS Ciliwung	12
BAB IV SEGMENTASI WILAYAH RAWAN BANJIR	14
4.1. Ekstraksi Ketinggian Permukaan Tanah	14
4.2. Segmentasi Wilayah Rawan Banjir	15
4.3. Registrasi Data Penelitian	17
4.4. Analisis Data Penelitian	20
BAB V KESIMPULAN	23
DAFTAR ACUAN	24
DAFTAR PUSTAKA	25

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.1	Alur Penelitian	3
Gambar 2.1	Sistem Penginderaan Jauh[6]	4
Gambar 2.2	Representasi DEM dari Tithonium Chasma[8]	6
Gambar 2.3	Deteksi tepi menggunakan operator Sobel[10]	7
Gambar 2.4	Proses Segmentasi Watershed[10].	8
Gambar 3.1	Peta Kemiringan Lahan DKI Jakarta [3].	11
Gambar 3.2	Skema Drainase DKI Jakarta[12].	12
Gambar 3.3	Sistem Pengendalian Air di DAS Ciliwung[12].	13
Gambar 4.1	Citra DEM wilayah DKI Jakarta.	14
Gambar 4.2	Peta Administrasi Wilayah Tingkat Kelurahan dan Peta Aliran Sungai di wilayah DKI Jakarta.	14
Gambar 4.3	Citra hasil ekstraksi ketinggian permukaan tanah DKI Jakarta	15
Gambar 4.4	Segmentasi watershed dari data grid pada Gambar 4.3	16
Gambar 4.5	Area pengamatan (1) pada Gambar 4.4	16
Gambar 4.6.	Area pengamatan (2) pada Gambar 4.4	16
Gambar 4.7	Perbedaan posisi data grid dan peta dasar	17
Gambar 4.8	Perbedaan posisi citra segmentasi dan peta dasar	18
Gambar 4.9	Registrasi citra grid pada Peta Dasar	19
Gambar 4.10	Hasil registrasi citra grid	19
Gambar 4.11	Registrasi citra segmentasi	20
Gambar 4.12	Hasil registrasi citra segmentasi	20
Gambar 4.13	(a) Pengamatan pada area-1 dari Gambar 4.4 dan (b) hasil plotting pola segmentasinya	21
Gambar 4.14	(a) Pengamatan pada area-2 dari Gambar 4.4 dan (b) hasil plotting pola segmentasinya	21

DAFTAR SINGKATAN

DAS	Daerah Aliran Sungai
DEM	Digital Elevation Model
DKI	Daerah Khusus Ibukota
m	meter
mdpl	meter di atas permukaan laut

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Banjir merupakan kejadian yang sangat mempengaruhi penduduk yang terkena dampaknya, baik secara langsung maupun tidak langsung. Terutama bagi penduduk yang tinggal di daerah aliran sungai dan daerah floodplain. Beberapa kejadian banjir besar yang melanda daerah tropis diakibatkan oleh angin muson yang mendorong air laut ke arah daratan sehingga menghambat aliran pada muara sungai dan mengakibatkan meluapnya sungai tersebut. Banjir dipengaruhi oleh beberapa parameter, antara lain:

- ketinggian permukaan air pada sungai, dimana sebagian besar kasus banjir berawal dari ketinggian kritis aliran sungai yang terlampaui,
- batas area banjir,
- bangunan-bangunan yang ada di daerah aliran sungai.

Dari karakteristik tersebut, daerah aliran sungai dapat diketahui data spasial melalui ekstraksi informasi data penginderaan jarak jauh. Banjir adalah kejadian cuaca yang dapat terjadi dalam hitungan hari atau bahkan jam, oleh karena itu, agar pengendalian banjir dapat berjalan efektif, maka dibutuhkan informasi berkala dari daerah yang terkena banjir[1,2].

Banjir merupakan fenomena yang hampir selalu terjadi setiap tahun di Jakarta. Kota Jakarta setiap tahunnya mengalami banjir, namun ada beberapa tahun yang kejadiannya amat besar seperti kejadian banjir tahun 1996, 2002, dan 2007. Dalam sejarahnya, banjir di Jakarta yang tercatat paling awal terjadi pada tahun 1699 akibat letusan Gunung Salak, kemudian tahun 1714 akibat dimulainya pembukaan hutan di kawasan Puncak, dan tahun 1918 yang menjadi penyebab dimulainya pembangunan Banjir Kanal Barat. Masa banjir bagi Kota Jakarta biasanya terjadi pada pertengahan musim hujan yang jatuh pada bulan Januari –Februari setiap tahunnya[3].

Wilayah Jakarta merupakan floodplain, dimana 40% diantaranya terletak di bawah permukaan laut. Perkembangan kota Jakarta dengan infrastruktur tata air yang tidak mencukupi menyebabkan tingginya penggunaan air tanah yang pada gilirannya mengakibatkan terjadinya subsidence atau penurunan permukaan tanah, dan berkurangnya efektivitas sistem drainase termasuk sungai pada wilayah kota. Pada kejadian banjir 2 Februari 2007, tercatat 60% dari wilayah Jakarta terendam banjir dengan ketinggian air 10 cm hingga 7 m dan mengakibatkan 700.000 rumah terendam[4].

Meskipun demikian, luas daerah genangan banjir bervariasi setiap tahun. Bulan Januari 2002 Jakarta mengalami banjir dengan genangan yang sangat luas sehingga melumpuhkan kota Jakarta. Hal yang sama terulang kembali pada awal Februari 2007. Data historis banjir menunjukkan bahwa kejadian banjir di Jakarta terjadi terutama pada musim hujan (sekitar bulan Januari - Februari). Namun pada bulan Juli 2004, di tengah musim kemarau, banjir terjadi juga di Jakarta dan menggenangi sebagian wilayah pusat kota. Hal ini menunjukkan bahwa faktor alam (cuaca) bukan satu-satunya penyebab banjir di Jakarta dan sekitarnya. Faktor-faktor lainnya yang juga sangat berperan adalah kualitas daerah aliran sungai (DAS) dan perubahan penggunaan lahan akibat aktivitas manusia.

Air sungai yang mengalir melampaui kapasitas tampungnya akan menggenangi daerah sekitarnya, sesuai dengan kondisi morfologi dataran rendah

DKI Jakarta yang dialiri oleh empat belas sungai yaitu Kali Kamal, Kali Tanjungan, Kali Angke, Kali Pesanggrahan, Kali Grogol, Kali Krukut, Kali Cideng, Kali Cipinang, Kali Sunter, Kali Buaran, Kali Jatikramat, Kali Cakung, Kali Cakung Timur, dan Ciliwung. Penyebab banjir di DKI Jakarta bukan hanya akibat:

1. curah hujan lokal yang menyebabkan luapan air sungai,
2. pasang laut yang terjadi di Teluk Jakarta.

Selain itu kondisi topografi wilayah DKI Jakarta yang merupakan daerah rendah dan datar juga menyebabkan DKI Jakarta menjadi daerah banjir, ditambah dengan prasarana pengendali banjir yang belum memadai atau tidak terpelihara.

Pemetaan daerah genangan banjir sangat diperlukan terutama untuk mengetahui luas daerah yang terkena bencana dan memperkirakan jumlah korban. Pemetaan melalui pengumpulan data lapangan dapat menghasilkan data yang akurat tetapi sulit dilakukan, karena jangkauan pengamatan dibatasi oleh genangan. Oleh sebab itu salah satu teknik yang dapat diterapkan adalah dengan menggunakan data penginderaan jauh satelit. Data penginderaan jauh optik seperti Landsat, SPOT, ASTER, IKONOS, Quickbird, dan lain lain sangat bermanfaat untuk pemetaan sumber daya dan bencana alam[5].

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini meliputi:

1. Identifikasi ketinggian wilayah yang rawan terkena banjir,
2. Melakukan segentasi daerah yang rawan terkena banjir,

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan teori segmentasi untuk ketinggian permukaan tanah sebagai potensi daerah rawan banjir dengan menggunakan data penginderaan jarak jauh berupa data Digital Elevation Model (DEM) yang didapatkan dari platform misi SRTM (Shuttle Radar Topography Mission).

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah validitas teori segmentasi citra sebagai dasar model prediksi banjir untuk pengawasan sistem pengendalian banjir di DKI Jakarta.

1.5. Batasan Penelitian

DKI Jakarta merupakan Daerah Aliran Sungai (DAS) bagian hilir dari sungai Ciliwung yang menampung aliran air pada musim hujan sesuai dengan variabilitas hujan di dalam DAS. Seiring dengan perubahan jumlah penduduk dan penggunaan tanah di DKI Jakarta maka wilayah banjir di DKI Jakarta kemungkinan akan mengalami perubahan.

Pembahasan masalah pada penelitian ini dibatasi pada areal banjir sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung yang meliputi:

1. Wilayah rawan banjir, yaitu kawasan yang potensial untuk dilanda banjir (pernah atau berulang kali)
2. Wilayah terbangun, yaitu bagian permukaan tanah yang ditutupi oleh aspal, beton, dan/atau bangunan sehingga bentuk fisik asli tanah tidak terlihat lagi.

1.6. Model Operasional Penelitian

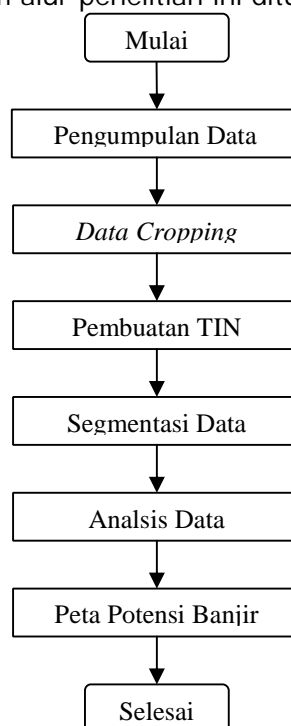
1.6.1. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah DEM (Digital Elevation Model) wilayah DKI Jakarta yang merupakan hasil dari pengolahan data SRTM tahun 1994

1.6.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Ekstraksi ketinggian permukaan tanah menggunakan data peta topografi
 2. Penggabungan Peta Aliran Sungai dengan Ketinggian Permukaan
 3. Klasifikasi daerah obyek dengan teknik segmentasi watershed.
- Keluaran yang diharapkan dari proses ini adalah informasi mengenai tingkat kerawanan banjir di sepanjang DAS Ciliwung – Kanal Banjir Barat yang berada di wilayah DKI Jakarta. Diagram alur penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Alur Penelitian

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Bab satu berisi latar belakang, tujuan pembahasan, pembatasan masalah dan sistematika penulisan.
- Bab dua menjelaskan prinsip penginderaan jauh dan pengolahan citra.
- Bab tiga membahas tentang karakteristik jalur air di daerah Jakarta pada penyebaran banjir di daerah sekitarnya.
- Bab empat membahas tentang segmentasi kenaikan permukaan air dengan konsep segmentasi watershed, simulasi dan analisa hasil simulasinya.
- Bab lima berisi kesimpulan hasil pembahasan.

BAB 5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data, maka pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. berdasarkan ketinggiannya, wilayah DKI Jakarta di sepanjang Kanal Banjir Barat secara umum terbagi menjadi wilayah dengan ketinggian kurang dari 6 mdpl., wilayah dengan ketinggian 8 mdpl. hingga 12 mdpl., dan wilayah dengan ketinggian permukaan 12 mdpl. hingga 18 mdpl.;
2. sebagian besar wilayah di sekitar sungai termasuk merupakan wilayah dengan ketinggian permukaan kurang dari 6 mdpl. Dengan demikian, wilayah ini dapat dikategorikan sebagai rawan banjir, terutama bila wilayah tersebut dikelilingi oleh wilayah yang memiliki perbedaan ketinggian yang besar;
3. pola aliran sungai yang tidak banyak berkelok di bagian selatan menunjukkan besarnya perubahan ketinggian permukaan sedangkan pola aliran sungai yang berkelok (meander) di bagian tengah dan utara menunjukkan wilayah yang datar;
4. segmentasi data citra dengan menggunakan teknik morfologi watershed dapat menunjukkan pola-pola yang posisinya bersesuaian atau menyerupai tetapi berdekatan dengan lokasi-lokasi muka air (water bodies).

DAFTAR ACUAN

- [1] Goldsmith, E. & Hildyard, N., "The Myth of Flood Control", The Social and Environmental Effects of Large Dams: Vol. 1, 1984.
- [2] Lobanov, V.A. & Usachev, V.F., "Method of Flood Mapping and Its Applications for Climate Change, Computations and GIS", IEEE pp. 188 – 190, 1999.
- [3] Semedi, J.M., "Tingkat Resiko Banjir di DKI Jakarta Tahun 2002", Skripsi, Universitas Indonesia, 2005.
- [4] United Nations World Health Organization Emergency Situation Report #6: Floods in Jakarta, Banten and West Java Provinces, Republic of Indonesia, 19 February 2007. <www.who.or.id>
- [5] Abidin, H.Z., Djaja, R., Darmawan, D., Hadi, S., Akbar, A., Rajiyowiryono, H., Sudibyo, Y., Meilano, I., Kasuma, M. A., Kahar, J. and Subarya, C., "Land Subsidence Of Jakarta (Indonesia) And Its Geodetic Monitoring System", Natural Hazards 23: 365–387, 2001.
- [6] Canada Centre for Remote Sensing, Fundamentals of Remote Sensing.
- [7] Kristijono, A., "Metoda Pendugaan Laju Erosi dengan Model Elevasi Digital Berbasis TIN", Remote Sensing & Geographic Information Systems Yearbook, 1994.
- [8] USGS Geomatics, Mars Topography, <<http://astrogeology.usgs.gov/>>
- [9] Centre for Space Science & Technology Education in Asia and the Pacific (CSSTEAP), "Applications of Remote Sensing and Geographical Information System in Urban Studies", Indian Institute of Remote Sensing – National Remote Sensing Agency, 2006.
- [10] Gonzalez, R.C. & Woods, R.E., Digital Image Processing, Prentice Hall, Inc. United States of America, 2002.
- [11] Gonzalez, R.C., Woods, R.E., & Eddins, S.L., Digital Image Processing using Matlab, Prentice Hall, Inc. United States of America, 2004.
- [12] Dinas Pekerjaan Umum Provinsi DKI Jakarta, "Sistem Peringatan Dini Pengendalian Banjir Jakarta", 2007.
- [13] Marfai, M. A. and King, L., "Coastal flood management in Semarang, Indonesia", Environ Geol. (2008) 55:1507–1518.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z., Djaja, R., Darmawan, D., Hadi, S., Akbar, A., Rajiyowiryono, H., Sudibyo, Y., Meilano, I., Kasuma, M. A., Kahar, J. and Subarya, C., "Land Subsidence Of Jakarta (Indonesia) And Its Geodetic Monitoring System", *Natural Hazards* 23: 365–387, 2001.
- Canada Centre for Remote Sensing, *Fundamentals of Remote Sensing*.
Centre for Space Science & Technology Education in Asia and the Pacific (CSSTEAP), "Applications of Remote Sensing and Geographical Information System in Urban Studies", Indian Institute of Remote Sensing – National Remote Sensing Agency, 2006.
- Dinas Pekerjaan Umum Provinsi DKI Jakarta, "Sistem Peringatan Dini Pengendalian Banjir Jakarta", 2007
- Goldsmith, E. & Hildyard, N., "The Myth of Flood Control", *The Social and Environmental Effects of Large Dams: Vol. 1*, 1984.
- Gonzalez, R.C. & Woods, R.E., *Digital Image Processing*, Prentice Hall, Inc. United States of America, 2002.
- Gonzalez, R.C., Woods, R.E., & Eddins, S.L., *Digital Image Processing using Matlab*, Prentice Hall, Inc. United States of America, 2004.
- Kristijono, A., "Metoda Pendugaan Laju Erosi dengan Model Elevasi Digital Berbasis TIN", *Remote Sensing & Geographic Information Systems Yearbook*, 1994.
- Lobanov, V.A. & Usachev, V.F., "Method of Flood Mapping and Its Applications for Climate Change, Computations and GIS", *IEEE* pp. 188 – 190, 1999.
- Marfai, M. A. and King, L., "Coastal flood management in Semarang, Indonesia", *Environ Geol.* (2008) 55:1507–1518.
- Pultz, T.J. & Scofield, R.A., "Applications of Remotely Sensed Data in Flood Prediction and Monitoring: Report of the CEOS Disaster Management Support Group Flood Team", *IEEE* pp. 768 – 770, 2002.
- Semedi, J.M., "Tingkat Resiko Banjir di DKI Jakarta Tahun 2002", Skripsi, Universitas Indonesia, 2005.
- Tejasukmana, B.S., Dewanti, R., Adiningsih, E. S., Kustiyo, Pantauan Banjir di Jakarta Menggunakan data ALOS, *INDERAJA* Vol. VI No. 11 p. 32-33, LAPAN, Juli 2007.
- Twumasi, Y.A. & Asomani-Boateng, R., "Mapping Seasonal Hazards for Flood Management in Accra, Ghana Using GIS", *IEEE* pp. 2874 – 2876, 2002.
- United Nations World Health Organization Emergency Situation Report #6: Floods in Jakarta, Banten and West Java Provinces, Republic of Indonesia, 19 February 2007. <www.who.or.id>
- USGS Geomatics, Mars Topography, <<http://astrogeology.usgs.gov/>>
- Yang, C., Huang, H., Wei, Y., Zhu, H., & Zhuo, J., "Rapidly Assessing the Flood Disaster by Using Remote Sensing and GIS", *IEEE* pp. 2880 – 2882, 2002.