

PEMANFAATAN CITRA SATELIT ASTER VNIR
UNTUK PENYUSUNAN PETA KERENTANAN BANJIR
DI DAERAH ALIRAN SUNGAI GUNG TEGAL JAWA TENGAH

Rizki Mujiyanto
rizky.geosains@gmail.com

Noorhadi Rahardjo
noorhadi@ugm.ac.id

Abstract

The aims of this thesis are (1) to assess the ability of ASTER VNIR image for constructing flood vulnerability maps which based on the physical parameters of Gung watershed at the Tegal regency; (2) to determine the distribution regional as susceptible flood area of Gung watershed in the Tegal Regency, Central Java. The analysis of flood vulnerability used Cook Methode as the physical parameters. The tapped results from remote sensing imagery was used to calculate runoff coefficient and flood peak discharge by rational methods. The final result showed ASTER imagery integrated by GIS was able to tap physical parameters of flood land vulnerability. The accuration of calculated result in Cook Methode with AWLR data for peak flood discharge was 73,58% whereas using the Manning Methode for tapping river capacity is 89%. The width of distribution susceptible flood area in Gung watershed was 5.262.235 m². They were Kramat subdistrict, East Tegal, West Tegal, South Tegal.

Keywords : Aster Imagery, Watershed, Flood Discharge, Flood Susceptibility

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mengetahui kemampuan citra ASTER VNIR untuk menyusun peta kerentanan banjir berdasarkan parameter fisik lahan DAS Gung Tegal. (2) Mengetahui distribusi daerah yang rentan terhadap banjir di Daerah Aliran Sungai Gung, Tegal, Jawa Tengah. Metode yang digunakan adalah metode Cook melalui pendekatan parameter fisik lahan. Hasil penyadapan citra penginderaan jauh digunakan untuk menghitung koefisien limpasan permukaan dan debit puncak banjir dengan metode rasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa citra ASTER yang diintegrasikan dengan Sistem Informasi Geografis mampu menyadap parameter fisik lahan untuk kerentanan banjir. Hasil uji ketelitian perhitungan debit puncak banjir menggunakan metode Cook dengan data AWLR adalah 73,58% sedangkan dengan pengukuran kapasitas tampung sungai metode Manning sebesar 89%. Distribusi wilayah yang rentan tergenang banjir seluas 5.262.235 m² yang mencakup Kecamatan Kramat, Tegal Timur, Tegal Barat dan Tegal Selatan.

Kata Kunci: Citra Aster, Daerah Aliran Sungai, Debit Puncak, Kerentanan Banjir

PENDAHULUAN

Bencana banjir dan berbagai kejadian alam yang melanda wilayah Tegal selama ini terjadi akibat kerusakan ekologis. Data kejadian bencana alam banjir di wilayah kerja Balai PSDA Pemali Comal telah mencatat berbagai kejadian banjir dalam sepuluh tahun terakhir dari tahun 2001 sampai 2010. Banjir tersebut terjadi di dataran rendah sekitar aliran sungai yang menjadi pemusatan penduduk dan selalu tergenang banjir pada musim hujan.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Gung terletak di bagian Utara Jawa Tengah mempunyai karakteristik fisik yang rentan terhadap banjir. Di bagian hulu DAS Gung mempunyai kelerengan yang curam. Di bagian hilir DAS, dengan kelerengan yang landai hampir tidak ada kantong resapan air dan vegetasi yang rendah. Selain itu Curah hujan yang tinggi dan berlangsung cukup lama mengakibatkan penambahan debit sungai menjadi besar. Jika daya tampung sungai tidak bisa menampung curah hujan maka akan terjadi limpasan air permukaan. Banjir limpasan mampu membanjiri wilayah yang luas terutama di dataran rendah. Besarnya banjir tergantung beberapa faktor fisik Daerah Aliran Sungai seperti kemiringan lereng, penggunaan lahan, penutup lahan, kerapatan aliran, infiltrasi tanah dalam menyerap air (Asdak, 2004). Penelitian ini untuk mengkaji kerentanan banjir secara cepat dan terpadu dengan memanfaatkan citra penginderaan jauh yang dikombinasikan dengan survey lapangan dan integrasi Sistem Informasi Geografis.

Banyak teknik penginderaan jauh yang berbasis satelit Sumber Daya Alam yang dapat digunakan. Selama ini citra penginderaan jauh yang digunakan dalam studi kerentanan banjir adalah citra Landsat, sedangkan terdapat citra lain yang resolusinya lebih tinggi dibandingkan dengan citra satelit pendahulunya sehingga dalam penelitian ini digunakan citra ASTER untuk menguji kemampuan citra ASTER dalam penyusunan peta kerentanan banjir. Teknologi penginderaan jauh yang dipadukan dengan

SIG (Sistem Informasi Geografis) dilakukan dengan mengintegrasikan data spasial untuk mempertinggi tingkat akurasi dari informasi yang ingin dihasilkan, sehingga dapat mengetahui wilayah yang rentan terhadap banjir.

METODE PENELITIAN

Tahapan dalam metode penelitian ini terdiri dari :

1. Pra Pemrosesan Citra Digital

Tahap dalam pra pemrosesan citra digital dilakukan dengan tujuan untuk mendukung dan memperbaiki kualitas suatu citra agar dapat dibaca oleh program pengolah citra. Pra Pemrosesan Citra Digital dalam hal ini berupa koreksi geometrik. Koreksi geometri citra bertujuan untuk memperbaiki posisi obyek pada citra dengan rujukan bentuk posisi asli di lapangan. Koreksi geometri pada dasarnya adalah penempatan kembali posisi piksel sesuai dengan gambaran obyek di permukaan bumi.

2. Interpretasi citra ASTER

a. Interpretasi pola aliran

Pada penelitian ini pendekatan pola aliran yang digunakan menggunakan kerapatan aliran Linsley (1949) disesuaikan dengan *metode Cook*. Dalam analisis kerapatan aliran di tumpang-susunkan antara peta satuan lahan dengan peta alur sungai. kerapatan aliran dihitung dengan membagi antara panjang sungai tiap satuan lahan dengan luas tiap satuan lahan DAS dengan rumus :

$$Dd = \frac{L}{A} \dots\dots\dots \text{(persamaan. 1)}$$

Dd = Kepadatan aliran (mil/mil²)

L = Jumlah panjang alur sungai (mil)

b. Interpretasi bentuklahan

Dalam penelitian ini klasifikasi yang digunakan menurut *Lobeck (1939)* yang menyusun klasifikasi dalam satuan geomorfologi yang dinyatakan dalam orde relief yang dikaitkan dengan skala peta yang akan dibuat. Identifikasi bentuklahan menggunakan citra ASTER VNIR dengan

cara interpretasi visual. Penyajian peta bentuklahan perlu memperhatikan hubungan antara isi peta dan skala peta.

c. Infiltrasi tanah

Interpretasi infiltrasi tanah dilakukan dengan pendekatan tekstur tanah melalui peta tematik yang diturunkan dari peta Geologi atau Litologi untuk mengetahui potensi infiltrasi.

Hasil infiltrasi di lapangan dengan alat *Double ring Infiltrimeter* untuk uji infiltrasi kemudian dihitung dengan metode Horton dan disesuaikan dengan klasifikasi menurut *Metode Cook* (Tabel 4.3). Metode Horton dengan rumus sebagai berikut :

$$F = fc + (fo - fc) \cdot e^{-kt} \dots(\text{persamaan. 2})$$

Keterangan :

F = Infiltrasi puncak

fc = Infiltrasi konstan/minimum

fo = Infiltrasi awal mulai pemberian air (t = 0)

k = Konstanta permeabilitas tanah

t = Waktu mulai pemberian air

d. Tranformasi NDVI untuk Penyusunan peta vegetasi penutup.

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) merupakan indikator kehijauan yang sering digunakan dalam menduga vegetasi dari citra satelit dengan menggunakan kanal Infra Merah Dekat. Analisis analisis regresi dan korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan pada variabel yang dilakukan pengukuran. Persamaan regresi yang digunakan sebagai berikut :

$$Y = ax + b \dots\dots\dots(\text{persamaan. 3})$$

x : merupakan hasil pengukuran di lapangan

y : nilai spektral citra hasil transformasi

a : merupakan kemiringan (*gradient*) garis lurus pada grafik hasil regresi

b : merupakan nilai konstanta

e. Batas DAS

Citra ASTER pada subsistem VNIR yang mempunyai kemampuan stereoskopis pada arah jalur orbit (along track) karena memiliki sensor pada arah vertikal (nadir locking) dan sebuah sensor pada arah miring (backward

looking). Data pendukung dalam membatasi DAS juga diperlukan seperti data Kontur dari peta RBI digital, data DEM dan data aliran sungai sebagai acuan dalam membantu membatasi DAS. Citra ASTER dalam membatasi DAS dilakukan secara visual dengan *digitasi on screen* berdasarkan igir-igir pada punggung bukit dan pegunungan.

3. Cara Analisis

Penentuan nilai koefisien limpasan dalam penelitian ini menggunakan *metode Cook* berdasarkan akni vegetasi penutup, tekstur tanah, kerapatan aliran dan kemiringan lereng yang kemudian melakukan pembobotan pada masing-masing variabel. Angka koefisien limpasan merupakan indikator dalam menunjukkan kondisi fisik Daerah Aliran Sungai.

4. Intensitas Hujan

Intensitas hujan didefinisikan sebagai tinggi curah hujan per satuan waktu. Untuk mendapatkan intensitas hujan selama waktu konsentrasi, digunakan rumus Mononobe (*Kyotoka Mori, 1975*):

$$I = ((R_{24} / 24) \times (24 / Tc))^{2/3} \dots(\text{persamaan. 4})$$

Adapun waktu konsentrasi (Tc) dihitung dengan menggunakan rumus Kirpich (*VT Chow, 1988*):

$$Tc = 0,0195 L^{0,77} S^{-0,385} \dots(\text{persamaan. 5})$$

dimana:

I : Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

R₂₄ : Curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm)

Tc: Waktu konsentrasi

L : Panjang sungai / alur utama (km)

S : Gradien Hidraulik sungai, (H/L), H adalah beda tinggi antara titik pengamatan dengan lokasi terjauh DAS (m).

5. Perhitungan Debit Puncak Bajir Dengan Metode Rasional

Total skor setiap satuan lahan kemudian dikalikan dengan faktor pembobot setiap satuan lahan, dengan rumus :

$$Faktor\ pembobot = \frac{(luas\ satuan\ lahan)}{(luas\ DAS)}$$

(persamaan. 6)

Perhitungan debit puncak menggunakan rumus :

$$Debit\ Maksimum\ (Q_{Maks}) = K C I A \dots\dots\dots$$

.....(persamaan. 7)

Dalam hal ini:

C adalah koefisien limpasan

I adalah intensitas hujan yang dihitung dalam mm/jam

A adalah luas area setiap sub DAS, dihitung dalam hektar

K adalah 0,278 untuk konstanta pengubah (konversi)

6. Penentuan rentan banjir

Penentuan distribusi daerah yang rentan terhadap banjir dilakukan dengan memperhitungkan daya tampung sungai. Jika nilai debit pada perhitungan lebih besar dari debit eksisting sungai di lapangan dan daya tampung sungai, diasumsikan terjadi luapan, dengan rumus :

$$Rumus\ Manning, \quad V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

(persamaan. 8)

V : kecepatan aliran rata-rata (m/det)

n : koefisien kekasaran Manning (tabel)

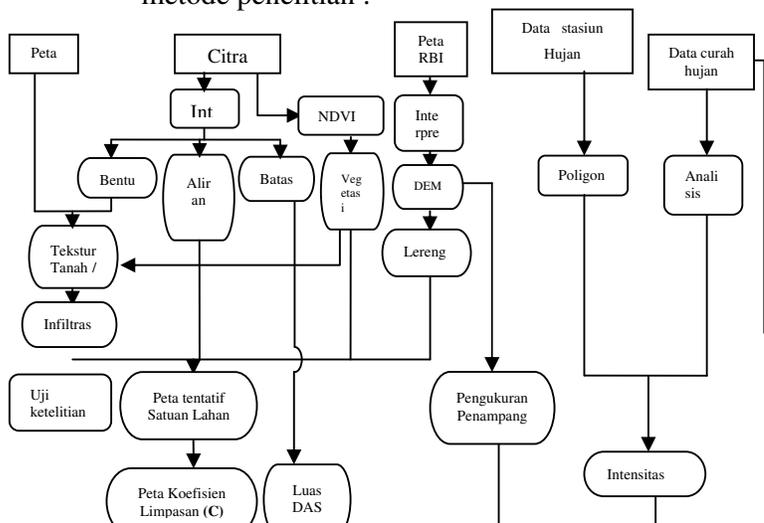
R : jari-jari hidrolis (m)

S : kemiringan hidrolis (m/m)

Dalam perhitungan kapasitas tampung maksimum sungai menggunakan persamaan berikut :

$$Q = AxV$$

Berikut disajikan dalam bentuk diagram alir metode penelitian :



HASIL DAN PEMBAHASAN

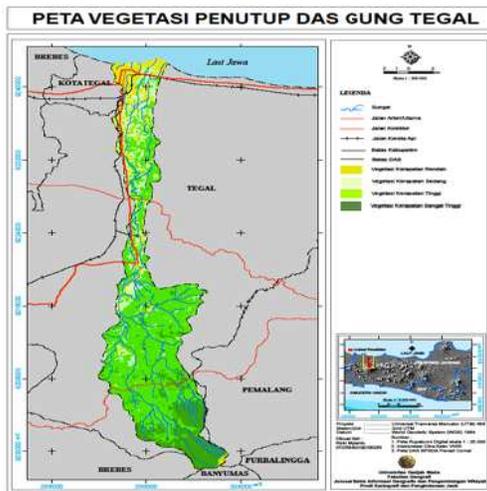
1 Pra Pemrosesan Data

Pra Pemrosesan Data yang dilakukan adalah koreksi geometrik menggunakan tipe *image to map rectification* dengan menggunakan peta sebagai sumber koordinat. Jumlah titik sampel untuk membuat GCP pada penelitian ini adalah 23 titik yang merata di semua citra dengan berbagai kondisi topografi dan telah tercukupi untuk pemilihan GCP orde 3 minimal sebanyak 10 titik (lampiran.1). Nilai Root Mean Square Error (RMSe) yang dihasilkan sebesar 0.299 dan sangat akurat untuk ketelitian citra ASTER VNIR sebesar 15 meter.

2 Pemetaan Kerapatan Vegetasi

Pembuatan peta kerapatan vegetasi dihasilkan dari citra hasil tranformasi NDVI citra ASTER yang telah dikorelasikan dengan data di lapangan. Hasil korelasi menunjukkan hubungan yang kuat dan berbanding lurus antara antara liputan vegetasi penutup di lapangan dengan nilai NDVI pada citra ASTER. Citra hasil NDVI yang telah dikorelasikan kemudian diklasifikasikan menjadi empat kelas kerapatan vegetasi. Hasil dari klasifikasi vegetasi penutup untuk klas kerapatan sangat tinggi terdapat pada daerah gunung pada hulu DAS. Vegetasi kerapatan tinggi mendominasi di daerah tengah DAS dengan

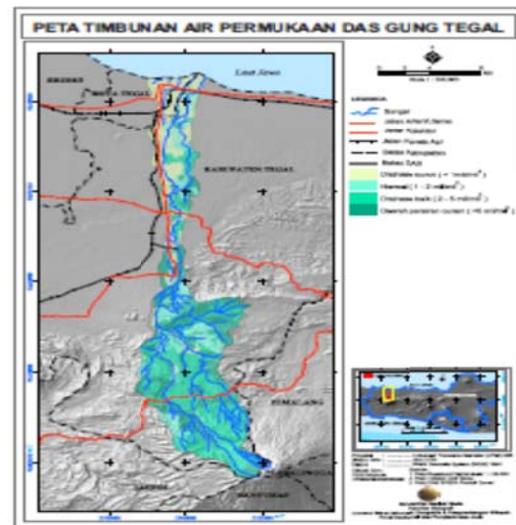
luas 85.69 km². Pada bagian hilir kerapatan vegetasinya mulai berkurang mulai dari sedang sampai rendah dengan luas 44.22 km². Kondisi bagian hilir DAS mempunyai kerapatan vegetasi yang rendah. Hal ini akan menyebabkan koefisien limpasan semakin besar karena air hujan akan langsung jatuh ke tanah tanpa ada proses *intersepsi* sehingga potensi banjir di bagian hilir DAS akan semakin besar. Berikut Gambar 1 Kondisi kerapatan vegetasi.



Gambar 1 Kerapatan Vegetasi DAS Gung

3. Kerapatan Aliran

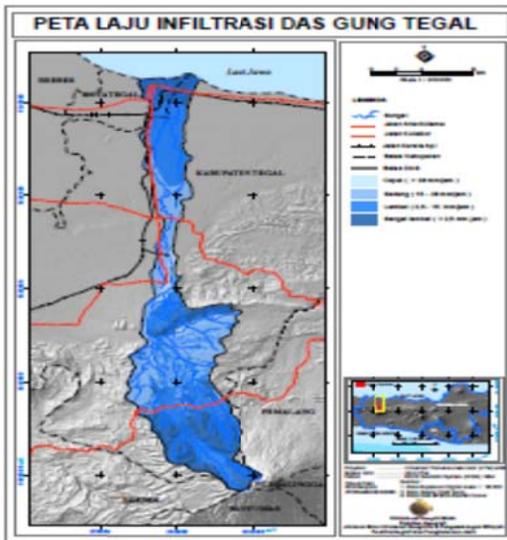
Tingkat kerapatan aliran dihitung dari panjang alur sungai dan luas tiap satuan lahannya. Berdasarkan klasifikasi *metode Cook*, DAS Gung memiliki sistem saluran yang baik dengan luas 63.33 km², artinya bahwa kondisi DAS Gung memiliki drainase yang baik karena aliran air dalam jumlah besar tidak mengalami penggenangan atau kekeringan yang cepat. Berikut Gambar 2 Peta Kerapatan Aliran.



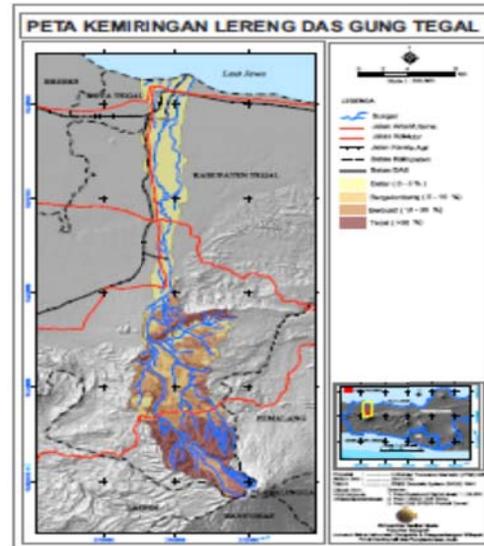
Gambar 2 Peta Kerapatan Aliran DAS Gung

4. Pemetaan Infiltrasi Tanah

Pemetaan infiltrasi tanah dianalisis dengan pendekatan tekstur tanah, sedangkan tekstur tanah dihasilkan melalui peta bentuklahan melalui proses interpretasi visual dan peta tanah tinjau skala 1:250.000. Perhitungan infiltrasi di lapangan berdasarkan satuan lahan menggunakan alat *Double ring infitrometer* sampai air menjadi jenuh tidak ada peresapan. Laju infiltrasi di DAS Gung hasil pengolahan data dibagi menjadi empat kelas berdasarkan *metode Cook*. Laju infiltrasi lambat merupakan daerah yang terluas sebesar 62.50 km² kemudian klas infiltrasi sangat lambat seluas 56.32 km². Sedangkan klas cepat hanya seluas 8.25 km² (Gambar 3). Hal tersebut bisa dikatakan bahwa tingkat infiltrasi di DAS Gung rata-rata tergolong tingkat infiltrasi rendah sampai sedang sehingga kemungkinan dapat terjadi genangan.



Gambar 3. Peta laju infiltrasi DAS Gung



Gambar 4 Peta kemiringan lereng DAS Gung

5 Pembuatan Peta Kemiringan Lereng

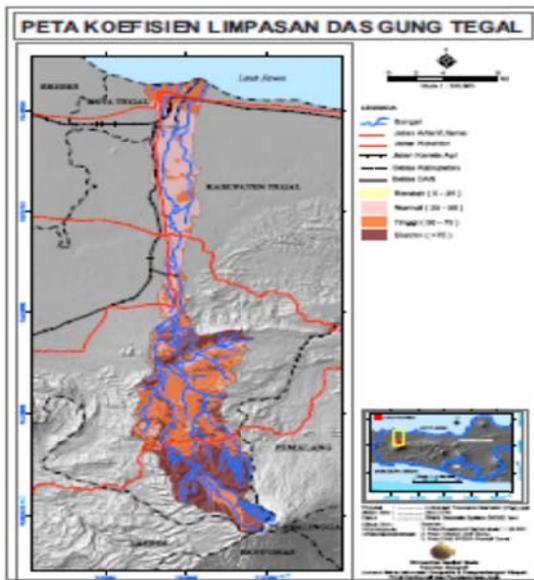
Peta kemiringan lereng dalam penelitian ini dihasilkan dari Rupa Bumi Indonesia digital skala 1 : 25.000. Klasifikasi kelas kemiringan lereng yang dihasilkan disesuaikan dengan *metode Cook* menjadi empat kelas. Pada bagian hulu lebih dominan dipengaruhi oleh proses vulkan sehingga memiliki kemiringan lereng kelas IV yaitu >30% dengan relief terjal. Pada bagian tengah DAS proses yang terjadi beragam sehingga kemiringan lerengnya juga beragam (seperti Gambar 4). Pada kemiringan lereng dengan relief datar kecepatan debit akan berkurang dan jika kondisi tanah jenuh serta tekstur yang halus maka dapat dimungkinkan terjadi banjir. Lereng yang datar juga rentan terjadi genangan karena limpasan permukaan menjadi lambat dan air hujan akan menggenangi daerah sekitarnya.

6 Nilai Koefisien Limpasan Hasil Estimasi Citra ASTER.

Dari perhitungan skoring dihasilkan tiga klasifikasi koefisien limpasan yaitu kelas normal dengan nilai skor 25 – 50, kelas tinggi dengan nilai skor 50 – 75 dan kelas ekstrim dengan nilai > 75. (seperti Gambar 5.5). Hasil klasifikasi dan nilai koefisien limpasan pada Tabel 1

Koefisien Limpasan	Nilai (C)	Luas	
		km ²	%
I (Rendah)	0 – 25	0	0
II (Normal)	25 – 50	51.83	28.43
III (Tinggi)	50 – 75	73.32	40.22
IV (Ekstrem)	>75	57.13	31.34

Sumber : Pengolahan data, 2012



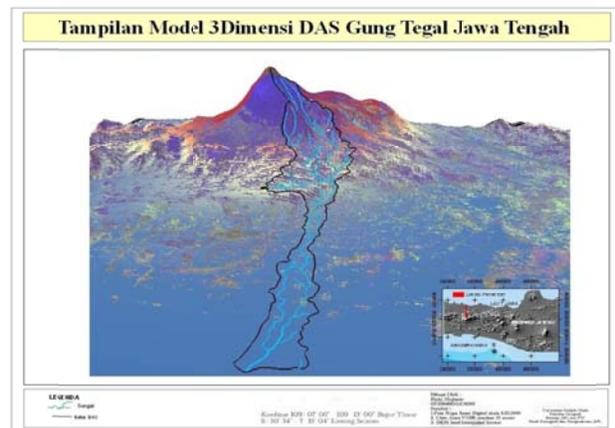
Gambar 4 Peta Koefisien Limpasan DAS Gung.

Melalui pengolahan data penginderaan jauh dan integrasi SIG dihasilkan nilai koefisien limpasan yang sebesar **0,64**. Nilai koefisien limpasan sebesar **0,64** menjelaskan bahwa 64% air hujan yang jatuh akan menjadi aliran permukaan jika parameter fisik DAS tersebut sudah tidak dapat menampung air hujan yang turun. Pada bagian hilir sungai Gung mempunyai nilai koefisien yang tinggi dan lerengnya datar sehingga air hujan yang jatuh tidak cukup meresap dan menghalangi air hujan yang turun. Jika hujan berlangsung secara terus menerus dapat menyebabkan DAS di hilir rentan terjadi banjir.

7 Batas DAS

Pembuatan batas DAS dilakukan dari citra ASTER VNIR, karena mampu menyajikan citra secara stereoskopis menggunakan band 3B sehingga kenampakan igir dan lembah yang membentuk alur-alur sungai mudah diidentifikasi untuk memudahkan digitasi secara visual. Selain itu proses interpretasi juga dibantu dengan data lain berupa garis kontur, aliran sungai dan data *Digital Elevation Model* (DEM). DAS Gung mempunyai bentuk DAS yang memanjang dan semua percabangan aliran akan masuk ke sistem sungai utama. Kondisi DAS semacam ini biasanya akan mempunyai debit aliran yang kecil karena daerah tangkapan hujannya juga kecil, selain itu juga bahwa pada DAS Gung pada hulu mempunyai meander aliran yang berliku-liku sehingga menambah jarak tempuh yang semakin

lama untuk sampai ke hilir DAS. Wilayah DAS Gung seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Cakupan wilayah DAS Gung

Berdasarkan hasil analisis batas DAS Gung diperoleh luas 182,31 km².

8. Pengolahan Data Curah Hujan

Data hujan yang digunakan adalah data hujan harian dari 8 stasiun hujan DAS Gung. Intensitas hujan tertinggi sebesar 4,70 mm/jam dengan curah hujan 60 mm/hari pada lokasi stasiun Pesayangan. Untuk intensitas hujan terendah sebesar 0,7 mm/jam dengan curah hujan 9 mm/hari pada stasiun hujan Adiwerna. Intensitas hujan merupakan faktor yang berpengaruh terhadap debit puncak dengan

metode Cook. Hasil intensitas hujan rerata DAS Gung berdasarkan perhitungan sebesar 2,04 mm/jam. Hasil tersebut menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan di DAS Gung cukup kecil, sehingga untuk hujan yang dapat menyebabkan banjir hanya hujan lokal dalam intensitas besar terutama di daerah hilir. Curah hujan yang kecil di suatu DAS yang diakibatkan karena luapan sungai akan jarang ditemukan kasus banjir akibat dari luapan sungai untuk sampai menggenangi wilayah sekitarnya.

9. Kapasitas Tampung Sungai Gung

Perhitungan kapasitas tampung maksimum dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan untuk menampung debit maksimum berdasarkan pengukuran profil penampang melintang sungai. Jika debit puncak banjir yang lebih besar dari kapasitas tampung sungai maka air diasumsikan akan meluap. Perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan rumus *manning*. Pengukuran dilakukan pada daerah hilir sungai Sung di Desa Dampyak Kecamatan Kramat Kabupaten Tegal pada kordinat 0296218 mT dan 9241924 mU. Berdasarkan perhitungan penampang melintang dan perhitungan dengan metode *Manning* di hilir sungai Gung dihasilkan debit sebesar 59,51 m³/detik. Hasil tersebut dapat dimungkinkan bahwa di DAS Gung terjadi banjir karena daya tampung sungai lebih kecil dari debit puncak banjir sebesar 66,05 m³/detik dan juga informasi dari warga sekitar tentang kejadian banjir di hilir sungai Gung.

10. Uji Ketelitian citra ASTER VNIR untuk kerentanan banjir

Debit puncak aktual hasil perhitungan *metode Cook* menghasilkan debit sebesar 66,05 m³/detik. Sedangkan hasil data perhitungan debit puncak rerata di bangunan AWLR pada tahun yang sama sebesar 48,6 m³/detik. Dari hasil uji ketelitian dengan membandingkan data lapangan maka ketelitian perhitungan debit puncak dengan *metode Cook* adalah 73,58%. Pada hasil perhitungan melalui metode *manning* dari perhitungan luas penampang

melintang sungai di hilir DAS yang dimungkinkan terjadi banjir menghasilkan debit 59,51 m³/detik. Hasil uji akurasi data perhitungan debit puncak dari perhitungan luas penampang melintang sungai sebesar 89,93 %. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa Citra ASTER VNIR mampu digunakan dalam perhitungan debit puncak banjir dengan perbandingan data di lapangan.

11. Distribusi Wilayah Rentan Banjir

Banjir disebabkan oleh beberapa faktor yg saling berkaitan erat satu sama lain sehingga diperlukan berbagai masukan data dalam menentukan wilayah rentan banjir. Data tersebut antara lain daya tampung sungai, data titik ketinggian (indeks kontur), volume maksimum sungai wawancara dengan warga sekitar tentang kejadian banjir, survey lapangan melalui GPS pada lokasi banjir (seperti pada Gambar 6), serta pengolahan data lainnya seperti koefisien limpasan, debit puncak banjir, dan faktor-faktor fisik DAS.

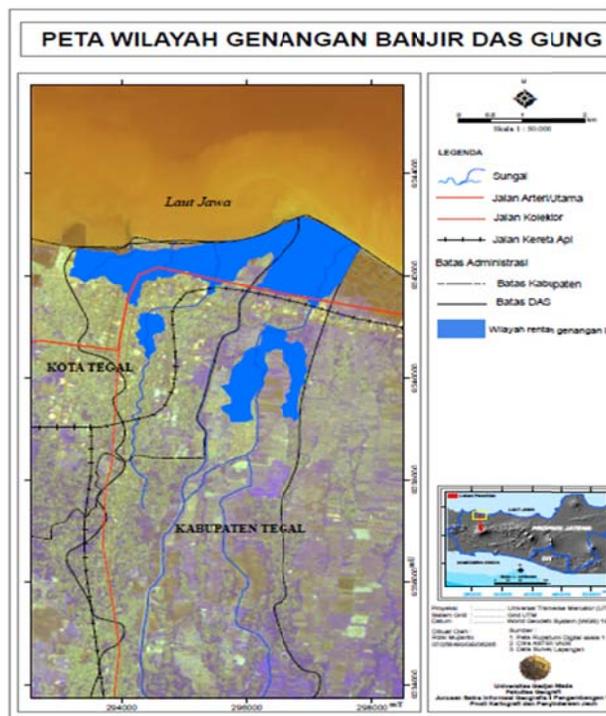


Gambar 6. Kondisi permukiman di sekitar sungai yang sering terendam banjir (terlihat keluhan masyarakat akibat banjir).

Hasil dari pengolahan data dan berbagai analisis menjelaskan bahwa karakteristik DAS tidak menyebabkan banjir baik dari intensitas curah hujan yang kecil, bentuk DAS yang cenderung memanjang penampang melintang sungai yang besar. Banjir di DAS Gung lebih dikarenakan

akibat dari banjir ROB, banjir genangan, limpasan dari saluran drainase dan intensitas hujan lokal dalam skala besar.

Distribusi Wilayah Rentan Banjir genangan di Daerah Aliran Sungai Gung luas total sebesar 5.262.235 m² yang mencakup 4 Kecamatan dan 6 desa di Kota dan Kabupaten Tegal antara lain Kecamatan Kramat, Tegal Timur, Tegal Barat dan Tegal Selatan, dan Desa Dampyak, Mintaragen, Panggung, Mejasem timur, Mejasem barat dan Tegalsari. (seperti pada Gambar 7)



Gambar 7. Peta Kerawanan Genangan Banjir DAS Gung.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

a. Kesimpulan

1. Citra penginderaan jauh khususnya Citra ASTER yang diintegrasikan dengan Sistem Informasi Geografis dapat digunakan untuk

mengidentifikasi kerentanan banjir di DAS Gung.

2. Kemampuan Citra ASTER dalam melakukan ekstraksi parameter fisik lahan untuk kerentanan banjir masing-masing memiliki akurasi untuk kerapatan vegetasi sebesar 83%, bentuklahan sebesar 90%, tekstur tanah sebesar 75% dan infiltrasi tanah sebesar 83%.

3. Uji ketelitian yang dilakukan dengan menguji hasil perhitungan debit puncak hasil metode Cook dari Citra ASTER dengan data debit puncak banjir aktual pada tahun yang sama menghasilkan ketelitian sebesar 73,58%.

4. Distribusi Wilayah Rentan Banjir Di Daerah Aliran Sungai Gung luas total sebesar 5.262.235 m² yang mencakup 4 Kecamatan dan 6 desa di Kota dan Kabupaten Tegal antara lain Kecamatan Kramat, Tegal Timur, Tegal Barat dan Tegal Selatan, dan Desa Dampyak, Mintaragen, Panggung, Mejasem timur, Mejasem barat dan Tegalsari.

5. Banjir yang terjadi di DAS Gung terutama wilayah tegal adalah banjir genangan yang disebabkan oleh banjir ROB, banjir genangan, limpasan dari saluran drainase dan intensitas hujan lokal dalam skala besar.

b. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran untuk perbaikan penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. Dalam penelitian selanjutnya untuk menghitung debit puncak perlu memasukan parameter lain menggunakan data yang multi temporal seperti perubahan penggunaan lahan sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap nilai debit dan nilai koefisien limpasan.

2. Pengembangan penelitian diperlukan citra yang terbaru dengan resolusi yang lebih detail untuk kajian banjir seperti citra Alos atau Lidar sehingga kerentanan banjir tidak hanya dikaji dari faktor fisik saja tetapi juga faktor lingkungan, faktor perubahan penggunaan lahan, faktor ketinggian dan faktor ekonomi dan sosial.

3. Perhitungan debit puncak banjir di analisis tiap subDAS sehingga akan diketahui subDAS yang berpotensi menghasilkan banjir dan analisis kerentanan banjir akan lebih akurat.
4. Hasil perhitungan dengan menggunakan metode Cook untuk analisis banjir perlu dibandingkan dengan metode lain dalam mengkaji kerentanan banjir.
5. Pembuatan pemodelan banjir diharapkan lebih interaktif dengan memasukan parameter-parameter lain tidak hanya intensitas hujan, baik dalam bentuk animasi atau simulasi interaktif kejadian banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, Erna sari dan Khomarudin, 1998. Analisis Pendugaan Curah Hujan dan Kerawanan Banjir Dengan Data Satelit Studi Kasus Kota Semarang. *Majalah LAPAN no.85 Tahun XXII*. LAPAN Pekayon Jakarta.
- Anwar, Khoirul. 2006. Pemetaan Daerah Rawan Banjir di DAS Garang Semarang Jateng Menggunakan Integrasi Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. *Skripsi S1*. Fakultas Geografi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Aronoff, S. 1989. *Geographic Information System A Management Perspective*. WDC Publication Ottawa Canada.
- Asdak, Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Cahyo, 2002. Penggunaan data Landsat TM untuk studi kerentanan banjir di daerah lahan rendah antara sungai Bogowonto dan sungai Cokroyasan Kab. Purworejo Jateng. *Skripsi S1*. Fakultas Geografi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Indarto, 2010. *Hidrologi; Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta : Bumi Aksara
- Lobeck, A. K., 1939. *An introduction to The Study of Landscape*. New York : MCGraw - Hill Book Company.
- Ormeling F dan Menno-Jan Kraak, 2007. *Kartografi Visualisasi Data Geospasial*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Pannekoek, AJ. 1949. Garisgaris Besar Geomorfologi Pulau Jawa. Yogyakarta : Perpustakaan Fakultas Geografi UGM.
- Pratomo, Agus Joko. 2008. Analisis Kerentanan Banjir di Daerah Aliran Sungai Sengkarang Kab. Pekalongan Propinsi Jateng dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis. *Skripsi S1*. Fakultas Geografi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sadewo, Muhammad Nur, 2011. Pemodelan Hidrologi dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Untuk Penyusunan SDSS Penanggulangan Banjir. *Skripsi S1*. Fakultas Geografi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sutanto, 1986. *Penginderaan Jauh*. Jilid 1. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sutanto, 1994. *Penginderaan Jauh*. Jilid 2. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tim Fakultas Geografi. 2005. *Pedoman Penulisan Usulan Penelitian dan Skripsi*. Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi UGM
- Trisakti, Bambang. 2008. Kajian Distribusi Spasial Debit Aliran Permukaan di

Daerah Aliran Sungai Berbasis Data
Satelit Penginderaan Jauh.. *Jurnal
Penginderaan Jauh Vol.5, 2008 :44-45.*
LAPAN.

Wisantisari, Purwani. 2005. Penyajian
Informasi Pariwisata di Kabupaten tegal
Berbasis informasi Geografis. *Skripsi S1.*
Fakultas Ilmu Sosial UNNES. Semarang.

http://acehpedia.org/Daerah_Aliran_Sungai
Jam 22.16 diakses 6 april 2012
[www.amiritzu.blogspot.com /laporan-ilmu-
tanah_12.html](http://www.amiritzu.blogspot.com/laporan-ilmu-tanah_12.html) diakses 30 juli 2012

<http://www.bpdas-pemalijratun.net/> di akses
5 januari 2012 jam 18.57