
PENGARUH ANOMALI IKLIM TERHADAP RISIKO KEBENCANAAN LINGKUNGAN DI KAWASAN HULU DAS GARANG

Syamsu Rizal Hendarto¹ dan Widjonarko²

¹Mahasiswa Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
email : arsip.rizal@gmail.com

Abstrak: Anomali iklim merupakan suatu fenomena di mana iklim berubah secara tidak teratur (Wu, 2008). Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan, anomali iklim memberikan dampak secara langsung maupun tidak terhadap lingkungan sekitar, salah satunya daerah hulu DAS. Dampak yang disebabkan anomali iklim di hulu sungai dapat mengganggu kondisi lingkungan bahkan dapat menimbulkan bencana alam di wilayah hilirnya. Contoh bencana alam yang terjadi adalah banjir kiriman pada kawasan hilir sungai saat hujan turun di kawasan hulu. Sehingga penelitian ini akan membahas dampak anomali iklim terhadap risiko kebencanaan lingkungan di kawasan hulu DAS Garang. Seperti diketahui Kota Semarang merupakan ibukota provinsi Jawa Tengah, sehingga DAS Garang memiliki peran strategis bagi Kota Semarang. Metode analisis yang digunakan adalah kuantitatif dengan analisis spasial dan skoring, menggunakan SIG dalam pengolahan, analisis, dan penyajian datanya. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi lapangan, wawancara, dan penelaahan dokumen. Variabel terkait risiko kebencanaan lingkungan di kawasan DAS Garang adalah risiko bencana banjir, kekeringan, dan tanah longsor. Harapan hasil yang didapatkan dalam penelitian ini adalah terpetakannya risiko kebencanaan lingkungan kawasan hulu DAS Garang. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini adalah terpetakannya risiko kebencanaan lingkungan kawasan hulu DAS Garang. Dari hasil peta tersebut didapatkan perubahan tingkat risiko bencana antara tahun 2000 dan 2010. Penurunan tingkat risiko pada bencana banjir dan longsor, sedangkan kekeringan mengalami peningkatan. Perubahan tingkat risiko tersebut disebabkan oleh perubahan jumlah curah hujan yang cenderung menurun antara tahun 2000 dan 2010.

Kata Kunci : anomali iklim, risiko kebencanaan lingkungan, DAS Garang

Abstrac: Climate anomalies are phenomenon which irregular changes of climate (Wu, 2008). Based on some research that has been done, climate anomalies provide impact directly or not to the environment, such as upstream watershed. Impacts of climate anomalies induced in the upper reaches of the river can interfere environmental conditions, even cause natural disasters in down stream area. Because of that, this research will address the environmental hazard due to climate anomalies in the upstream of Garang's Watershed. As we know Semarang City is the capital of Central Java province, indirectly Garang's watershed has strategic role for the Semarang City. Methods of analysis used is a quantitative analysis of spatial and scoring, using GIS in the processing, analysis, and presentation of data. The technique of collecting data by field observation, interview, and review the document. This research, theoretically using variables of environmental hazard in the Garang's Watershed, those are the hazard of flood, drought, and landslides. The result obtained in this study are mapped the environmental hazard in the upstream of Garang's watershed. From that's map got changes in the rate of environmental hazard between 2000 and 2010. The rate of flood and landslide has decrease, while drought has increase. It is caused the change of amount of rainfall which tends to decrease between 2000

Keywords : climate anomalies, environmental hazard, Garang's watershed

PENDAHULUAN

Dewasa ini permasalahan lingkungan menjadi perhatian penting di hampir seluruh dunia. Salah satu permasalahan lingkungan yang sedang marak dibicarakan adalah anomali iklim. Menurut Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, anomali iklim merupakan proses terjadinya perubahan iklim yang melebihi rata-rata normalnya dalam jangka waktu yang panjang. Anomali iklim yang terjadi ditandai dengan kondisi curah hujan, suhu udara, tingkat kelembaban, dan lain-lain, yang mengalami perubahan dari kondisi normalnya. Kondisi anomali iklim ini akan memicu fenomena perubahan iklim secara global.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang pernah dilakukan, anomali iklim dapat menyebabkan fenomena cuaca ekstrim (N.N. Vygodskaya dkk.). Fenomena cuaca ekstrim ini terjadi karena terganggunya siklus *El Nino* dan *La Nina*. Dengan terganggunya siklus ini, dapat menyebabkan ketidakaturan cuaca/fenomena cuaca ekstrim. Hal tersebut dapat menyebabkan beberapa bencana alam, seperti kekeringan, banjir, tanah longsor, tornado, dan lain-lain. Dampak dari fenomena cuaca ekstrim yang dapat dirasakan hampir diseluruh kota di Indonesia.

Selain faktor anomali iklim, faktor perubahan guna lahan juga menjadi aspek yang perlu diperhatikan. Perubahan guna lahan yang terjadi di kawasan hulu sungai juga dapat menjadi faktor yang memicu terjadinya bencana alam. Konversi lahan hulu sungai yang tadinya merupakan lahan tak terbangun menjadi lahan terbangun akan menyebabkan daerah resapan air akan berkurang. Di samping itu, lingkungan juga memiliki tingkat sensitivitas terhadap bencana alam tidak terkecuali hulu sungai. Tingkat sensitivitas ini akan bertambah jika secara terus menerus terjadi pengrusakan alam, seperti penebangan liar dan lain-lain.

Untuk melihat tingkat kerentanan perlu juga mengetahui risiko kebencanaan fisik lingkungan yang terjadi. Dengan mengetahui tingkat risiko kebencanaan yang

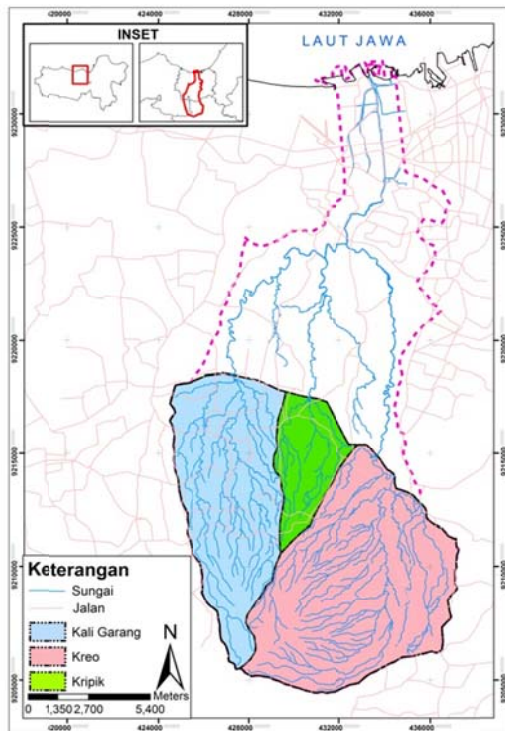
terjadi, akan menjadi lebih mudah untuk mengetahui tingkat kerentanan yang terjadi pada masyarakatnya. Risiko kebencanaan yang dimaksud dalam hal ini adalah berkaitan dengan ancaman anomali iklim. Contoh bencana alam yang mungkin terjadi di daerah aliran sungai seperti banjir, kekeringan, dan tanah longsor di kawasan hulu sungai.

Untuk lebih mengetahui dampak bencana alam yang ditimbulkan, perlu adanya penilaian terhadap risiko kebencanaan yang terjadi di kawasan hulu sungai yang di dalamnya terdapat analisis mengenai risiko kebencanaan terhadap anomali iklim.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode aritmetic overlay dengan bantuan SIG serta metode peramalan banjir dengan bantuan HEC-RAS (Gregory, 2008). Dengan menggunakan SIG, data yang diperoleh dapat diolah, dianalisis, dan disajikan lebih mudah dan interaktif. Dan yang lebih penting adalah hasil penelitian memiliki referensi kebumih, sehingga tingkat keakuratan lokasi lebih tinggi. Selain itu, dalam melakukan pengolahan dan perbaharuan kajian dapat dilakukan dengan cepat dan murah (Prahasta, 2005).

Berdasarkan dari penjabaran tersebut, maka penelitian ini mengambil studi kasus di kawasan hulu daerah aliran sungai (DAS) Garang (**Gambar 1**). Kawasan hulu DAS Garang secara geografis terletak di Kaki Gunung Ungaran. Kawasan hulu sungai merupakan salah satu kawasan yang rentan terhadap perubahan iklim (Tse-ring et al., 2010). Fenomena yang terjadi di kawasan hulu sungai akibat adanya perubahan iklim akan berdampak secara langsung maupun tidak terhadap kawasan hilirnya. Hal tersebut membuat kajian risiko kebencanaan yang dipengaruhi oleh anomali iklim di kawasan hulu sungai menjadi sangat penting. Kajian tersebut berguna untuk mendapatkan tingkat risiko terhadap bencana alam tersebut dan dampaknya terhadap hulu sungai sehingga terpetakannya risiko

kebencanaan lingkungan di kawasan hulu sungai DAS Garang.



Sumber: RTRW Provinsi Jawa Tengah, 2013

GAMBAR 1
PETA KAWASAN HULU DAS GARANG

METODE PENELITIAN

Metode analisis dalam penelitian ini berupa dengan melakukan permodelan keruangan terkait risiko kebencanaan dalam rangka mengetahui tingkat dan lokasi risiko kebencanaan akibat anomali iklim di Kawasan Hulu DAS Garang. Dalam metode penelitian ini mencakup tahapan analisis, teknik analisis, dan kebutuhan data yang digunakan untuk mendukung proses analisis.

1. Tahapan Analisis

Tahapan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari input, proses, dan output. Tahapan analisis terhadap risiko kebencanaan di Kawasan Hulu DAS Garang adalah sebagai berikut:

- Identifikasi Faktor-Faktor Penyebab Risiko Kebencanaan
- Analisis Risiko Kebencanaan

2. Teknik Analisis

Teknik analisis dalam penelitian ini disesuaikan dengan variabel penelitian yang mencakup analisis risiko bencana banjir, kekeringan, dan tanah longsor, yaitu sebagai berikut :

a. Analisis Risiko Bencana Banjir

Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui tingkat risiko kebencanaan banjir yang terjadi di Kawasan Hulu DAS Garang dalam jangka waktu 10 tahun. Dalam melakukan analisis ini diperlukan perhitungan-perhitungan terhadap parameter-parameter yang mempengaruhi besarnya tingkat risiko bencana banjir. Adapun parameter-parameter tersebut adalah :

- Hujan harian maksimum rata-rata
- Gradien DAS
- Meandering Sungai

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung meandering/sinuousitas DAS (Paimin et al., 2012) adalah

$$\text{Sinuousitas (P)} = \frac{\text{panjang aliran sungai}}{\text{panjang lembah}}$$

- Bentuk DAS
- Kerapatan DAS
- Lereng DAS
- Debit Maksimum Tahunan

Menghitung debit air maksimum dengan menggunakan rumus perhitungan rasional (Sosrodarsono dan Takeda dalam Syawal, 2010),

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Di mana

Q = debit air (m³/dt)

C = Koefisien

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

A = Area DAS (km²)

b. Permodelan HEC-RAS

Simulasi model untuk mengetahui kondisi profil aliran sungai dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak (software) HEC-RAS 4.0. Adapun proses pemodelan ditunjukkan dengan flowchart pada gambar 2.

c. Analisis Risiko Bencana Kekeringan

Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui tingkat risiko kebencanaan kekeringan yang terjadi di Kawasan Hulu DAS Garang dalam jangka waktu 10 tahun. Dalam melakukan analisis ini diperlukan perhitungan-perhitungan terhadap parameter-parameter yang mempengaruhi besarnya tingkat risiko bencana kekeringan. Adapun parameter-parameter tersebut adalah :

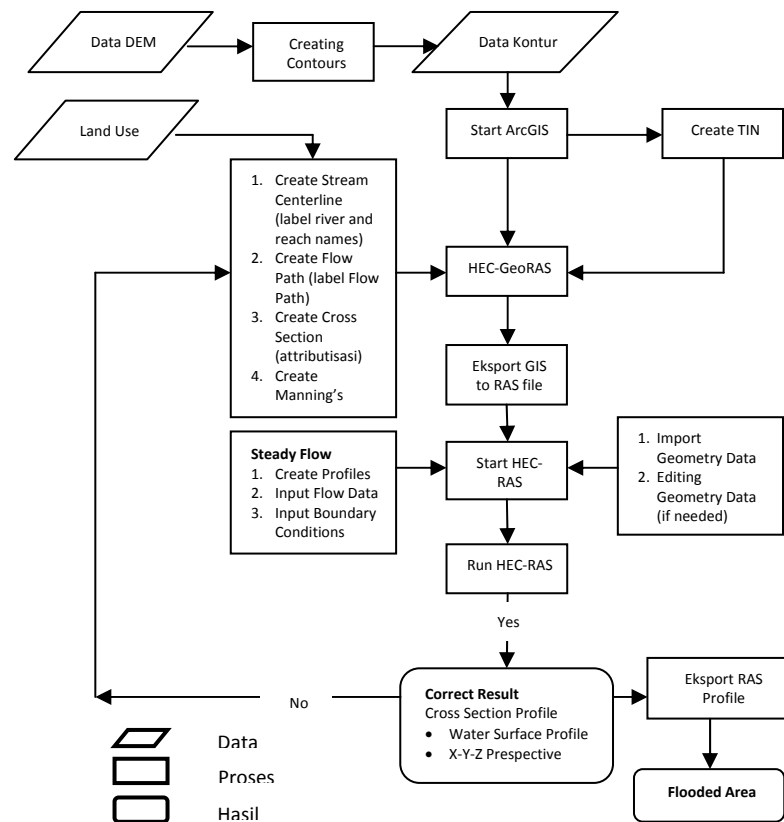
- Hujan tahunan (mm)
- Bulan kering

- Kondisi Geologi
- Kebutuhan Air/IPA (Indeks Penggunaan Air)

Menghitung indeks penggunaan air dengan menggunakan rumus (Paimin et al., 2012),

$$IPA = \frac{\text{Kebutuhan Air (m}^3\text{)}}{\text{Potensi Air (m}^3\text{)}}$$

- Debit Minimum



Sumber: Diadaptasi dari Syahrul Syawal, 2010

GAMBAR 2
FLOWCHART SIMULASI MODEL BANJIR

d. Analisis Risiko Bencana Tanah Longsor

Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui tingkat risiko kebencanaan tanah longsor yang terjadi di Kawasan Hulu DAS Garang dalam jangka waktu 10 tahun.

Dalam melakukan analisis ini diperlukan perhitungan-perhitungan terhadap

parameter-parameter yang mempengaruhi besarnya tingkat risiko bencana tanah

longsor. Adapun parameter-parameter tersebut adalah :

- Hujan harian kumulatif 3 hari berurutan (mm/3hari)
- Lereng lahan
- Kondisi geologi (Batuan)
- Keberadaan sesar

- Penggunaan lahan.

Selanjutnya analisis dilakukan dengan pemberian skor/nilai pada masing-masing parameter sesuai dengan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan dalam literatur. Pemberian skor menggunakan lima kategori yaitu 1 = sangat rendah, 2 = rendah, 3 = sedang, 4 = tinggi, 5 = sangat tinggi. Tahap selanjutnya adalah menjumlahkan seluruh skor dari parameter-parameter tersebut.

Untuk menentukan risiko kebencanaan pada masing-masing variabel diperlukan penentuan interval yang digunakan. Rumus penentuan interval menggunakan rumus *Stegers* (Yunardi, 2012), yaitu:

$$Ki = \frac{X_t - X_r}{k}$$

Di mana

- Ki : Kelas interval
- Xt : Data tertinggi
- Xr : Data terendah
- k : Jumlah kelas yang diinginkan

Setelah dibuat kelas intervalnya dengan jumlah kelas tiga (risiko rendah, sedang, dan tinggi), langkah selanjutnya mengklasifikasikan dan memberi keterangan sesuai kelasnya.

3. Kebutuhan Data

Untuk mengetahui pengaruh anomali iklim terhadap tingkat risiko kebencanaan di kawasan hulu DAS Garang perlu melakukan beberapa kajian terhadap kriteria-kriteria risiko kebencanaan. Kriteria-kriteria tersebut diturunkan menjadi variabel-variabel. Variabel-variabel tersebut adalah analisis risiko bencana kekeringan, banjir, dan longsor. Namun, untuk melakukan analisis terhadap variabel-variabel tersebut memerlukan beberapa data pendukung.

HASIL PEMBAHASAN DAN PERMODELAN SIG

1. Risiko Bencana Banjir

Setelah melakukan langkah-langkah dalam melakukan analisis penilaian risiko bencana banjir di kawasan Hulu DAS Garang. Akan di dapatkan peta risiko bencana banjir

di kawasan Hulu DAS Garang tahun 2000 dan 2010 seperti dibawah ini

Berdasarkan peta (**Gambar 3**), dapat dilihat bahwa risiko bencana banjir di kawasan Hulu DAS Garang tahun 2000 terdiri dari dua tingkatan, yaitu risiko sedang ($\pm 28 \text{ km}^2/87\%$) dan tinggi ($\pm 4 \text{ km}^2/13\%$). Sedangkan pada tahun 2010 (**Gambar 4**) risiko bencana banjir di kawasan Hulu DAS Garang pada tahun 2010 terbagi menjadi dua, yaitu risiko rendah ($\pm 0,7 \text{ km}^2/2\%$) dan sedang ($\pm 31,3 \text{ km}^2/98\%$). Untuk penjelasan lebih jelas, berikut ini akan dijabarkan per sub DAS di kawasan Hulu DAS Garang tahun 2010.

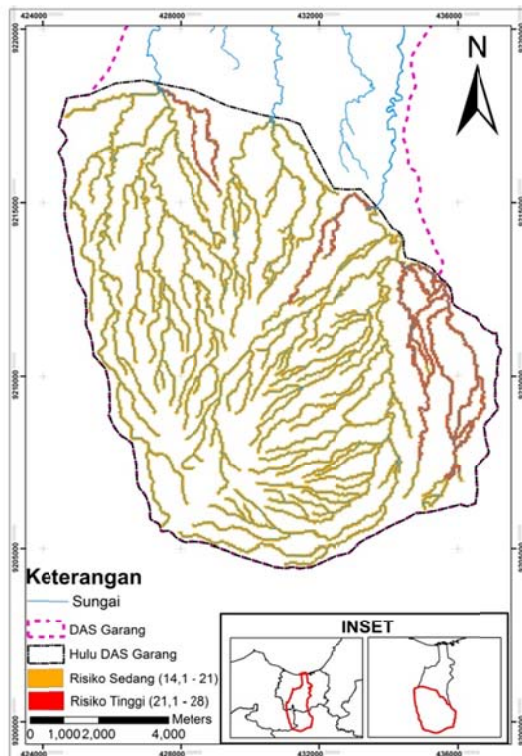
Secara klimatologis, curah hujan harian maksimum pada bulan basah tahun 2000 tergolong tinggi yaitu 78 mm/hari (Stasiun Sumur Jurang) dan pada tahun 2010 curah hujan harian maksimum pada bulan basah tergolong sedang yaitu 52 mm/hari (Stasiun Sumur Jurang). Tinggi rendahnya curah hujan akan mempengaruhi debit air di Hulu DAS Garang. Kedua hal tersebut akan memberikan pengaruh terhadap jumlah air yang akan dialirkan oleh DAS Garang bagian hulu.

Secara kondisi fisik, morfometri DAS (kerapatan, bentuk, dan lereng DAS) memberikan pengaruh terhadap volume dan laju volume air larian (Asdak, 2004). Kerapatan DAS merupakan faktor penting dalam menentukan kecepatan air. Satuan DAS Garang memiliki nilai kerapatan DAS yang tergolong sedang hingga sangat rapat. Saat air hujan turun di DAS yang memiliki nilai kerapatan DAS yang tinggi, air hujan tersebut akan di alirkan secara merata di DAS tersebut. Sehingga air hujan yang turun tidak menyebabkan genangan atau banjir.

Bentuk DAS yang memanjang dan sempit cenderung menurunkan laju air larian daripada DAS berbentuk melebar. Hal tersebut terjadi karena air larian pada DAS dengan bentuk memanjang tidak terkonsentrasi secepat pada DAS dengan bentuk melebar. Satuan DAS Garang memiliki bentuk DAS yang lonjong hingga agak lonjong, sehingga laju air yang terjadi

menjadi cepat. Lereng DAS juga memberi pengaruh terhadap *timing* air larian. Semakin besar lereng suatu DAS, semakin cepat laju air larian, dan dengan demikian mempercepat respons DAS tersebut oleh adanya curah hujan. Pada DAS Garang nilai kemiringan bervariasi dari yang datar (0 – 8%) hingga yang tergolong curam (> 40%). Sehingga pengaruh *timing* pada air larian akan bervariasi pula.

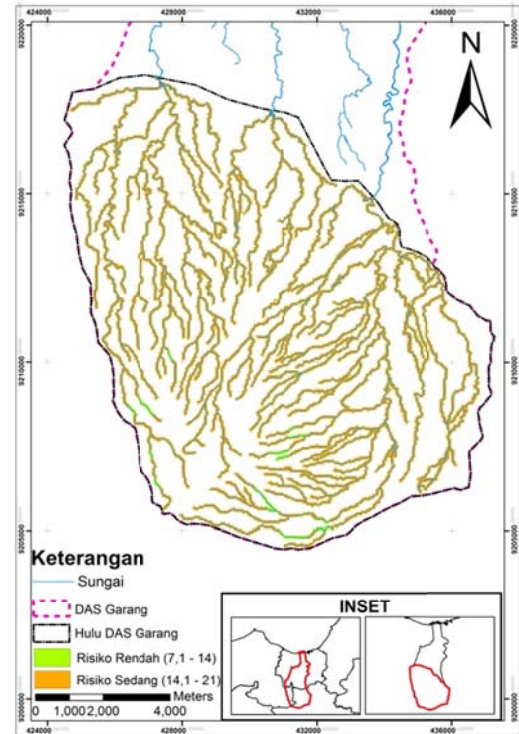
semakin kecil pula hambatan berupa belokan sungai. Dengan begitu air yang mengalir dapat mengalir langsung menuju hulu.



Sumber: Hasil Analisis, 2013

GAMBAR 3
PETA RISIKO BENCANA BANJIR DI
KAWASAN HULU DAS GARANG
TAHUN 2000

Gradien sungai juga memiliki pengaruh terhadap terjadi banjir. Gradien sungai di bawah 1 dapat mengalirkan air dengan cepat. Secara umum gradien sungai di DAS Garang berada pada tingkat ≤ 1 , sehingga air hujan yang turun langsung dialirkan menuju hulu dengan cepat. Selain itu, meandering sungai juga memberikan pengaruh terhadap terjadinya banjir. Semakin kecil nilai meandering/sinuositas



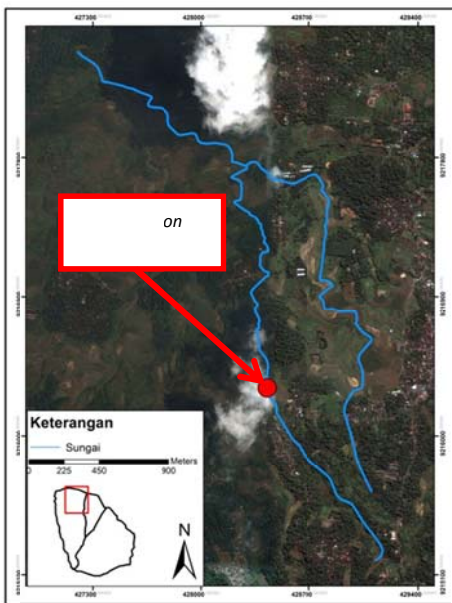
Sumber: Hasil Analisis, 2013

GAMBAR 4
PETA RISIKO BENCANA BANJIR DI
KAWASAN HULU DAS GARANG
TAHUN 2010

Risiko tinggi pada tahun 2000 terjadi pada kelerengan landai. Karena pada kelerengan landai menjadi lokasi konsentrasi air yang mengalir dari daerah atasnya. Ditambah lagi dengan lereng yang landai dapat mengurangi kecepatan air yang mengalir. Di samping itu, curah hujan dan debit maksimal yang tergolong tinggi menambah beban sungai yang berada di kawasan berisiko tinggi ini. Morfometri sungai di kawasan berisiko tinggi ini memiliki nilai terhadap risiko bencana banjir yang tinggi. Sehingga saat hujan turun dengan deras dan daerah berisiko tinggi ini kurang dapat mengalirkan airnya secara cepat menuju hulu. Sehingga terjadi akumulasi

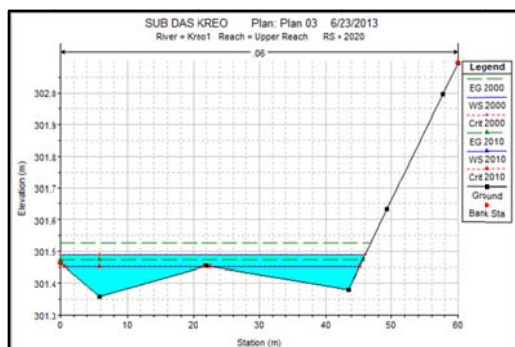
jumlah air dalam jumlah besar dan waktu yang singkat. Maka saluran air akan terbebani dan akhirnya dapat menyebabkan banjir. Begitulah proses terjadinya bencana banjir yang dapat terjadi pada saat musim hujan tiba atau pada bulan-bulan basah (bulan April-Oktober). Banjir yang terjadi tidak berlangsung lama, karena air masih dapat mengalir menuju hulunya.

2. Permodelan HEC RAS



Sumber: Hasil Analisis, 2013

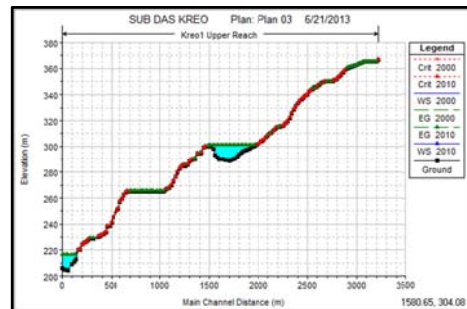
**GAMBAR 5
PENGALIRAN SUNGAI DI SUB DAS KREO**



Sumber: Hasil Analisis, 2013

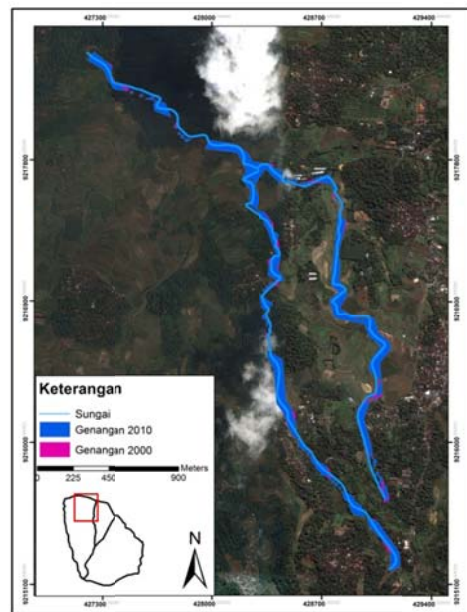
**GAMBAR 6
KETINGGIAN MUKA AIR DI CROSS SECTION
2020 SUNGAI KREO 1**

Untuk peramalan banjir menggunakan HEC-RAS akan mengambil daerah aliran sungai yang memiliki tingkat risiko tinggi. Dalam bab ini akan mengambil contoh pada pengalir sungai di kawasan Sub DAS Kreo (Gambar 5).



Sumber: Hasil Analisis, 2013

**GAMBAR 7
PROFILE SUNGAI KREO
BAGIAN UPPER REACH**



Sumber: Hasil Analisis, 2013

**Gambar 8
Peta Genangan Sub DAS Kreo
Tahun 2000 dan 2010**

Gambar 6 di atas menunjukkan penampang permukaan air (Water Surface) dengan pemodelan menggunakan debit tahun 2000 dan 2010 di Sub DAS Kreo (dalam pemodelan = Kreo 1) pada Cross

Section nomor 2020 (Upper Reach Sub DAS Kreo). Pemilihan *Cross Section* 2020 dalam menunjukkan hasil simulasi model dilakukan karena *Cross Section* 2020 tersebut mewakili kondisi bagian atas (Upper Reach) dari kawasan berisiko banjir tinggi di Sub DAS Kreo.

Dari hasil simulasi banjir dengan menggunakan debit banjir rata-rata di kawasan Sub DAS Kreo tahun 2000 dan 2010 (2,9 m³/s dan 1,1 m³/s) terlihat bahwa ketinggian genangan mencapai 301,47 mdpl (tahun 2000) dari tebing sungai (*banks*) terendah (*banks* terendah 301.45 mdpl). Pada kondisi tersebut kapasitas sungai tidak mampu menampung debit air yang masuk sehingga menyebabkan limpasan air.

Gambar

7 merupakan profil memanjang ketinggian genangan yang terjadi di Sungai Kreo bagian atas dan bawah (*Upper Reach*). Ketinggian genangan berbeda-beda sesuai dengan input debit banjir yang digunakan.

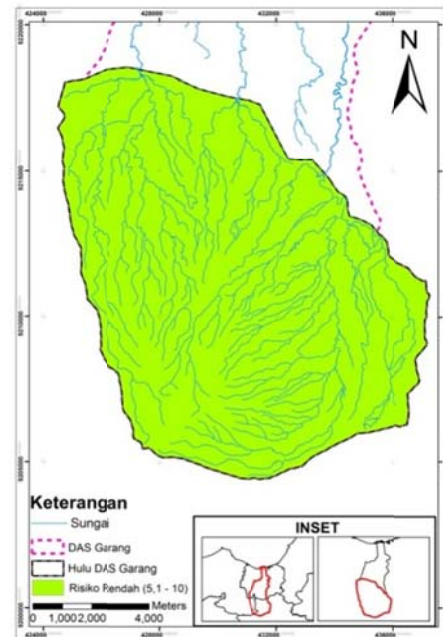
3. Risiko Bencana Kekeringan

Setelah melakukan langkah-langkah dalam melakukan analisis penilaian risiko bencana kekeringan di kawasan Hulu DAS Garang. Akan di dapatkan peta risiko bencana kekeringan di kawasan Hulu DAS Garang tahun 2000 dan 2010.

Berdasarkan peta (**Gambar 9**), dapat dilihat bahwa risiko bencana kekeringan di kawasan Hulu DAS Garang berada pada satu tingkat, yaitu risiko tingkat rendah ($\pm 123 \text{ km}^2/100\%$). Dan pada tahun 2010 (**Gambar 10**) risiko bencana kekeringan di kawasan Hulu DAS Garang terbagi menjadi dua tingkat, yaitu tingkat rendah ($\pm 120,51 \text{ km}^2/98\%$) dan sedang ($\pm 2,98 \text{ km}^2/2\%$). Hal tersebut menunjukkan peningkatan risiko bencana kekeringan antara tahun 2000 dan 2010.

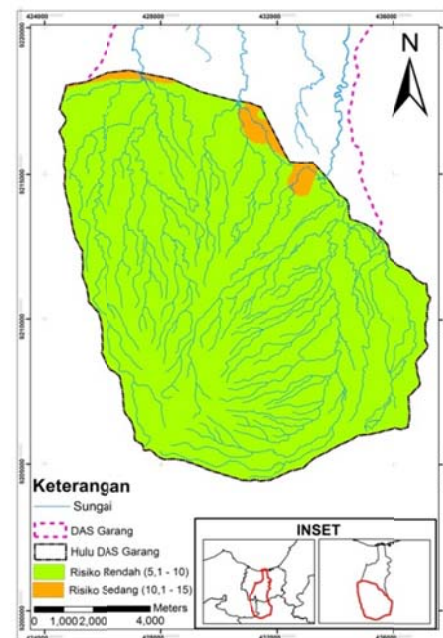
Dengan melihat peta risiko bencana kekeringan di kawasan Hulu DAS Garang tahun 2000 dan 2010, dapat disimpulkan bahwa risiko bencana kekeringan pada tahun 2000 dan 2010 beberapa kawasan

mengalami perubahan. Perubahan dapat dilihat dari kedua peta hasil permodelan.



Sumber: Hasil Analisis, 2013

GAMBAR 9
PETA RISIKO BENCANA KEKERINGAN DI
HULU DAS GARANG TAHUN 2000



Sumber: Hasil Analisis, 2013

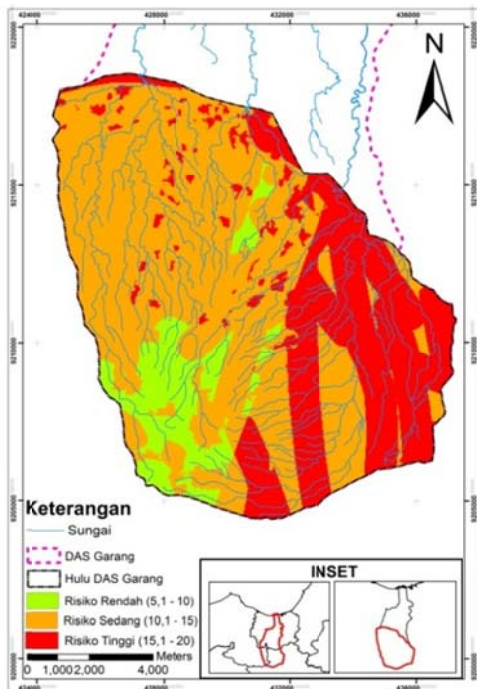
GAMBAR 10
PETA RISIKO BENCANA KEKERINGAN DI
HULU DAS GARANG TAHUN 2010

Di tahun 2000 risiko bencana kekeringan secara keseluruhan lebih rendah daripada tahun 2010. Perbedaan tersebut disebabkan karena curah hujan yang turun di tahun 2000 lebih tinggi daripada tahun 2010. Bencana kekeringan akan terjadi di kawasan Hulu DAS Garang saat bulan kering (Juni hingga Agustus).

Selain curah hujan, tingkat evapotranspirasi juga faktor penting yang dapat mempengaruhi bencana kekeringan. Evapotranspirasi merupakan indikator yang menggambarkan tingkat proses penguapan air dari tanah maupun tumbuhan. Namun, dalam penelitian ini tidak terdapat data evapotranspirasi tersebut.

4. Risiko Bencana Tanah Longsor

Risiko bencana tanah longsor di kawasan Hulu DAS Garang tahun 2000 (**Gambar 11**) terdiri dari tiga tingkat risiko, yaitu risiko rendah ($\pm 12 \text{ km}^2 / 10\%$), sedang ($\pm 73 \text{ km}^2 / 59\%$), dan tinggi ($\pm 38 \text{ km}^2 / 31\%$).



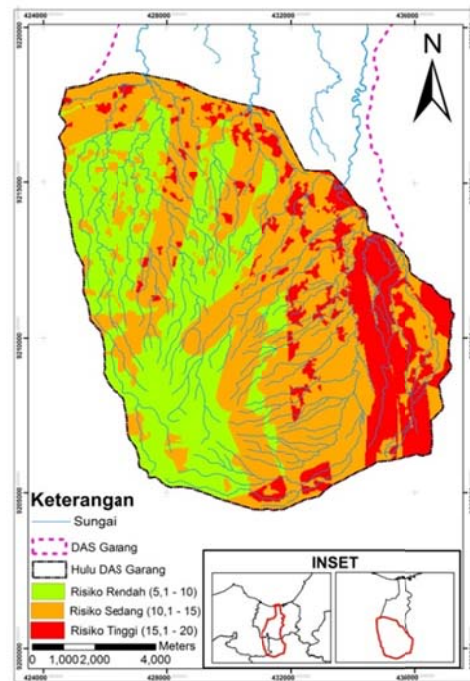
Sumber: Hasil Analisis, 2013

GAMBAR 11

PETA RISIKO BENCANA TANAH LONGSOR DI HULU DAS GARANG TAHUN 2000

Risiko bencana tanah longsor di kawasan Hulu DAS Garang tahun 2010 (**Gambar 12**) terdiri dari tiga tingkat risiko, yaitu risiko rendah ($\pm 39 \text{ km}^2 / 32\%$), sedang ($\pm 64 \text{ km}^2 / 52\%$), dan tinggi ($\pm 20 \text{ km}^2 / 16\%$).

Jika dibandingkan antara risiko bencana tanah longsor tahun 2000 dan tahun 2010, terlihat perbedaan antara risiko bencana tanah longsor pada tahun 2000 dengan tahun 2010. Perbedaan yang dapat dilihat adalah risiko bencana tanah longsor tahun 2000 memiliki wilayah risiko dengan kategori rendah lebih sedikit daripada tahun 2010. Perbedaan risiko tersebut disebabkan oleh curah hujan kumulatif 3 hari yang terjadi pada kawasan Hulu DAS Garang lebih besar pada tahun 2000 daripada tahun 2010.



Sumber: Hasil Analisis, 2013

**GAMBAR 12
PETA RISIKO BENCANA TANAH LONGSOR DI HULU DAS GARANG TAHUN 2010**

Bencana tanah longsor sangat erat kaitannya dengan curah hujan kumulatif yang terjadi. Curah hujan kumulatif yang tinggi sangat mudah membebani tanah. Tanah yang terbebani akan mudah

merenggang dan terjadilah longsor. Oleh sebab itu, kondisi iklim terutama curah hujan memiliki peran penting terhadap terjadi bencana tanah longsor di kawasan Hulu DAS Garang. Ancaman tanah longsor kerap terjadi pada bulan-bulan basah yang berkisar antara bulan Oktober hingga April.

KESIMPULAN & REKOMENDASI

Kesimpulan

Berdasarkan penjabaran-penjabaran tersebut dapat disimpulkan jika tingkat risiko bencana alam di kawasan Hulu DAS Garang dipengaruhi oleh anomali iklim yang terjadi. Selain anomali iklim, perubahan guna lahan juga memberikan pengaruh terhadap tingkat risiko bencana di Hulu DAS Garang. Sedangkan aspek fisik yang lain (aspek geologi) tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tingkat risiko bencana di kawasan Hulu DAS Garang.

Rekomendasi

Rekomendasi penelitian ini ditujukan kepada stakeholder terkait dengan perencanaan daerah pesisir, antarlalain;

- Pemodelan merupakan salah satu alternatif proses dalam melakukan pengambilan keputusan di sistem nyata untuk mengubah kondisi yang dilakukan. Begitu juga halnya dengan penilaian tingkat risiko kebencanaan, diperlukan suatu model khusus untuk menilai tingkat risiko sehingga tingkat risiko kebencanaan yang selalub berubah seiring berjalannya waktu dapat di-updated dengan mudah sehingga diperoleh kurasi analisis yang tinggi.
- Bencana keairan yang terjadi di kawasan Hulu DAS Garang dapat memberikan pengaruh bagi bagian hilirnya, yaitu Kota Semarang. Untuk mencegah hal tersebut terjadi, perlu adanya sinergitas antar penduduk di kawasan Hulu DAS Garang dengan pemerintahan untuk menja-

gakelestarian lingkungan di kawasan Hulu DAS Garang.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 2004. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- Gregory, Chris. 2008. *Floodplain Delineation of Corvallis, Oregon Area Using ArcGIS with HEC-RAS Extension*.
- Paimin, et al.. 2012. *Sistem Perencanaan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi (P3KR).
- Prahasta, E. 2005. *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*. Bandung: CV . Informatika.
- Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009. Badan Perencanaan Daerah Provinsi Jawa Tengah.
- Syawal, Syahru. 2010. *Simulasi Pengaruh Pembangunan Waduk Jatibarang Terhadap Banjir Di Bantaran Sungai Garang, Semarang*. Skripsi S1 Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro Semarang.
- Tse-ring, Karma et al. (eds.). 2010. "Climate Change Vulnerability of Mountain Ecosystem in The Eastern Himalayas". ICIMOD
- Vygodskaya, N.N. et al. 2009. *Response of Taiga Ecosystems to Extreme Weather Conditions and Climate Anomalies*. Doklady Akademii Nauk, Vol. 429, No. 6, pp. 842-845.
- Wu. Zhaohua et al. 2008. "The Modulated Annual Cycle: An Alternative Reference Frame for Climate Anomalies". *Clim Dyn* (2008) 31: 823-841.
- www.psp.deptan.go.id/ (website Direktorat Jendral Prasarana dan Sarana Pertanian Indonesia)
- Yunardi, Alvionita Delvi. 2012. *Penilaian Keberlanjutan Kampung Perkotaan berdasarkan Potensi Kawasan (Studi Kasus: Kampung Kembang Sari,*

Semarang). Skripsi S1 Program Studi
Perencanaan Wilayah dan Kota
Universitas Diponegoro Semarang.