



Jurnal Geografi

Media Informasi Pengembangan Ilmu dan Profesi Kegeografian



ANALISA HIDROLOGI PERMUKAAN DALAM HUBUNGANNYA DENGAN DEBIT BANJIR DAS LUKULO HULU DENGAN MENGGUNAKAN DATA PENGINDERAAN JAUH

Puguh D. Raharjo¹, Sueno Winduhutomo², Kristiawan Widayanto³, Eko Puswanto⁴
Peneliti di Balai Informai dan Konservasi Kebumian, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia^{1,2,3,4}
Email: puguh.dwi.raharjo@lipi.go.id

Sejarah Artikel

Diterima: April 2016

Disetujui: Juni 2016

Dipublikasikan: Juli 2016

Abstract

Lukulo upstream watershed represents a watershed in Karangsambung Geological Nature Preserve, this basin is located administratively in Central Java Province with Area is $\pm 281,394 \text{ km}^2$. In rainy season the river discharge of upstream lukulo steep increase, while in the dry season is very small. The purpose of this study was to analyze the surface hydrology in relation to the flood discharge in the Lukulo upstream watershed using remote sensing data. Data of SRTM image was processed DEM hydro-processing in the form of flow determination and network catchment extraction produced 16 units of sub-drainage. Results of coefficient runoff value estimates using Bransby and Williams method is 58% with flood discharge was estimated using the rational method at $562,098 \text{ m}^3/\text{second}$ which had difference with the actual flood discharge at $1,662 \text{ m}^3$. Value of flood discharge in the Lukulo upstream watershed is relatively large and can cause flooding /overflowing of rivers in the surrounding area.

Keyword: *Lukulo upstream watershed, flood discharge, coefficient runoff, hydrologic modeling*

Abstrak

DAS Lukulo Hulu merupakan suatu DAS yang berada di Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung, secara administrasi DAS ini berada di Propinsi Jawa Tengah dengan luas $\pm 281,394 \text{ km}^2$. Pada musim penghujan debit sungai Lukulo Hulu meningkat tajam sedangkan pada musim kemarau sangat kecil. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan analisis hidrologi permukaan dalam hubungannya dengan debit banjir pada DAS Lukulo hulu dengan menggunakan data penginderaan jauh. Data citra SRTM dilakukan pengolahan DEM hydro-processing yang berupa flow determination dan network catchment extraction dengan menghasilkan 16 satuan sub pengaliran. Hasil estimasi nilai koefien aliran permukaan (runoff) dengan menggunakan metode Bransby dan Williams sebesar 58 % dengan debit banjir ter-estimasi menggunakan metode rasional sebesar $562,098 \text{ m}^3/\text{detik}$ yang memiliki selisih dengan debit banjir aktual sebesar $1,662 \text{ m}^3/\text{detik}$. Nilai debit banjir pada DAS Lukulo Hulu ini relatif besar dan dapat mengakibatkan penggenangan/luapan sungai pada kawasan di sekitarnya.

Kata Kunci: DAS Lukulo Hulu, debit banjir, Koefisien Aliran Permukaan, Hidrologi Modeling

1. PENDAHULUAN

Gunawan (1992) interpretasi hidrologi pada teknik penginderaan jauh diarahkan untuk menduga hubungan/interaksi kenampakan bentang lahan (*landscape features*) dengan proses-proses hidrologi. Penggunaan citra penginderaan jauh untuk pemetaan hidrologi permukaan cukup didekati dengan mendasarkan pada elemen-elemen lahan dan karakteristik citra. Sedangkan untuk survey dan pemetaan hidrologi dibawah permukaan diperlukan pendekatan-pendekatan yang sesuai dengan komponen-komponen atau faktor-faktor yang mempengaruhi. Penyadapan data mengenai karakteristik fisik lahan melalui foto udara digunakan sebagai pendekatan dalam perolehan data mengenai kondisi hidrologi.

Seyhan (1976) mendasarkan pada pendekatan hidromorfometri yang menjelaskan antara parameter-parameter morfologi dan parameter-parameter hidrologi. Beberapa pendekatan yang digunakan untuk sifat komponen lahan yang dikaitkan dengan proses hidrologi (permukaan dan bawah permukaan) antara lain: hidrometeorologi, hidrogeologi, dan geohidrologi. Pendekatan yang digunakan sebagai dasar dalam studi foto-hidrologi juga dapat didasarkan pada pendekatan hidrogeomorfologi yang menjelaskan hubungan antara bentuk-bentuk morfologi permukaan meloloskan air (Meijerink, 1982).

Informasi spasial dalam hubungannya dengan bidang hidrologi tidak hanya diekstrak dari intepretasi penginderaan jauh akan tetapi dapat juga dilakukan dengan suatu manipulasi ataupun memodelkan data-data permukaan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Distribusi *runoff* dari input berupa data hujan dapat dilakukan dengan pemrosesan dan analisa menggunakan data DEM (Digital Elevation Model). Pendekatan skematik DAS dan sungai dari topologi konstruksi serta ekstraksi jaringan sungai dengan menggunakan variable drainasse outlet membantu dalam pemodelan hidrologi yang efisien (Maathuis, 2006).

Asdak (1995) metode prakiraan air larian yang telah banyak dikenal umumnya mengabaikan beberapa faktor tertentu dan menggantinya dengan asumsi yang bersifat memudahkan proses perhitungan, salah satunya adalah metode rasional (U.S. Soil Conservation Service, 1973) yang memprakirakan besarnya debit puncak.

Dalam permasalahan hidrologi daerah tangkapan air lebih ditekankan pada tinjauan menyeluruh komponen-komponen hidrologi, pengaruhnya satu terhadap yang lain serta kaitannya dengan komponen lain di luar jalur hidrologi perlu dilakukan. Daerah aliran sungai (DAS) merupakan daerah yang di batasi

punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama. DAS dapatlah dianggap sebagai suatu ekosistem. Pada suatu ekosistem terdapat hubungan antara lingkungan biotik, lingkungan abiotik, dan lingkungan budaya yang saling berinteraksi dari berbagai fungsi komponen untuk membentuk satu kesatuan yang teratur. Ekosistem DAS terdiri dari tiga bagian, yaitu DAS bagian hulu, DAS bagian tengah dan DAS bagian hilir (Asdak, 1995).

Limpasan permukaan merupakan limpasan yang melintas di atas permukaan tanah menuju saluran sungai. Faktor DAS merupakan faktor yang mempengaruhi volume total dan agihan waktu limpasan yaitu berupa ukuran, tinggi tempat rata-rata, bentuk, kemiringan, dan vegetasi (Seyhan, 1977).

Daerah Aliran Sungai Lukulo Hulu merupakan salah DAS yang terletak di Propinsi Jawa Tengah, secara administrasi kabupaten meliputi 3 (tiga) kabupaten, yakni Kabupaten Kebumen, Kabupaten Banjarnegara, dan Kabupaten Wonosobo, DAS Lukulo Hulu memiliki Sub DAS yaitu Sub DAS Cacaban, Sub DAS Gebang, Sub DAS Lokidang, Sub DAS Loning, Sub DAS Lukulo, Sub DAS Maetan, dan Sub DAS Mondo. DAS Lukulo hulu berada pada kawasan Cagar Alam Geologi

Karangsambung yang telah ditetapkan oleh Kepmen ESDM No: 2817 K/40/MEM/2006 sebagai Cagar Alam Geologi (Kepmen ESDM, 2006).

Analisis untuk kekritisitas DAS Lukulo Hulu, Sub DAS Lokidang mempunyai total nilai indeks erosivitas tertimbang relative tinggi yaitu sekitar 1082,62 hal tersebut manandakan bahwa pada Sub DAS tersebut telah mengalami ketidakseimbangan lahan yang mengakibatkan kekritisitas pada DAS. Tingkat kerusakan dari sudut pandang tutupan lahan vegetasi maka Sub DAS Gebang, Sub DAS Cacaban, dan Sub DAS Lukulo adalah Sub DAS yang sangat mudah mengalami kerusakan (erosi) karena banyak permukaan lahan yang tidak tertutup dengan vegetasi sebagai penahan laju erosi. Sedangkan untuk debit sedimen tinggi terdapat pada Sub DAS Gebang dan Sub DAS Cacaban merupakan Sub DAS yaitu 96,75 ton/ha/thn dan 65,65 ton/ha/thn, hal ini dikarenakan adanya penambangan batuan yang mempengaruhi muatan sedimen (Puguh, 2010).

Erosi yang terdapat di DAS Lukulo hulu ini sangat bervariasi, kriteria erosi sangat ringan memiliki luasan sekitar 51,77% ; kriteria erosi ringan sekitar 22,82% ; kriteria erosi sedang sekitar 14,28% kriteria erosi berat sekitar 5,87% ; dan kriteria erosi sangat berat memiliki luasan sekitar 5,26%). Sungai Lukulo

mempunyai tipe sungai yang meander pada sungai utamanya, bentukan-bentukan lahan tersebut akibat tenaga fluvial. Bentuklahan fluvial dipengaruhi oleh adanya tenaga air yang mengalir sehingga proses erosi, transportasi dan sedimentasi dari material-material permukaan di proses pada zona ini. Karena adanya proses meandering maka pada sungai tersebut banyak ditemukan poin bar-poin bar yang merupakan material yang terendapkan oleh transportasi air. Proses *hydrolic action* yang berupa menumbuk, menggerus dan menggendapkan sangat intensif terjadi (Puguh, 2009).

Pertumbuhan penduduk yang semakin padat akan diiringi dengan peningkatan kebutuhan lahan yang berdampak pada terganggunya kelestarian sumberdaya air, yaitu dengan meningkatnya nilai limpasan aliran permukaan (*runoff*) yang dapat menyebabkan banjir pada kawasan. Debit banjir yang terdapat di DAS Lukulo Hulu ini sangat tinggi hal ini terlihat dengan sering terjadinya luapan banjir dari sungai utama ketika terjadi hujan meski tidak berdurasi panjang, hal ini mungkin disebabkan karena adanya kemiringan yang curam dengan bentuk DAS yang membulat dan masih banyak terdapatnya singkapan batuan,

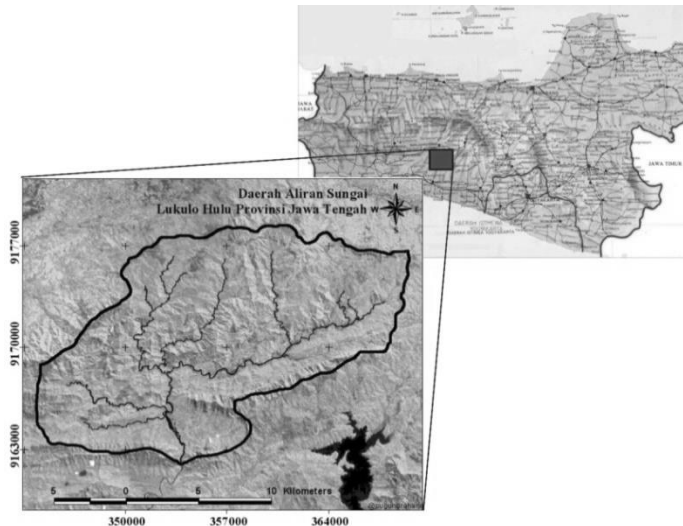
serta adanya aktivitas penambangan yang semakin marak pada kawasan DAS Lukulo Hulu.

Pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis kondisi hidrologi permukaan yaitu nilai koefisien aliran permukaan (*runoff*) yang digunakan untuk menghitung debit banjir pada DAS Lukulo Hulu dengan menggunakan informasi yang diekstrak dari data-data penginderaan jauh.

Sehingga dengan mengetahui nilai koefisien aliran permukaan dan debit banjir pada DAS Lukulo Hulu ini dapat digunakan dalam analisis mengenai hidrologi permukaan kaitannya dalam peruntukan lahan pada setiap satuan pemetaan, dan juga dapat digunakan sebagai salah satu parameter dalam pendeteksian bencana banjir yang dapat untuk mitigasi bagi masyarakat setempat serta sebagai rekomendasi bagi pemerintah daerah dalam rangka pembangunan berkelanjutan.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di DAS Lukulo Hulu yang secara administrasi kabupaten meliputi Kabupaten Kebumen, Kabupaten Banjarnegara, dan Kabupaten Wonosobo Provinsi Jawa Tengah.



Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian DAS Lukulo Hulu Jawa Tengah

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bahan citra *Landsat TM path/row : 120/065*, citra *Radar SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission)* dari USGS, data curah hujan pada 6 pos stasiun hujan, data debit dan TMA (tinggi muka air) di bendung Kaligending, peta geologi, peta tanah, serta peta dasar digital wilayah penelitian. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain alat ceking lapangan, seperangkat alat komputer dengan ILWIS 3.4 sebagai perangkat lunak yang digunakan, dan alat tulis. Gambar 1 merupakan lokasi daerah penelitian DAS Lukulo Hulu.

Pada penelitian ini metode yang digunakan dalam menghitung debit banjir terestimasi menggunakan metode rasional, dimana parameter-parameter yang menentukannya dapat diekstrak melalui data penginderaan jauh. Metode rasional merupakan rumus yang tertua dan yang terkenal di antara rumus-rumus empiris, metode ini dianggap baik dalam memprakirakan besarnya debit puncak meskipun mengabaikan beberapa faktor tertentu dan menggantinya dengan asumsi yang bersifat memudahkan proses perhitungan. Persamaan matematik dalam menentukan debit maksimum pada metode rasional adalah sebagai berikut (Sumber: Chow, V, T. 1964):

$$Q_p = 0,278 CIA \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

- Q_p : Debit Puncak (m³/detik)
- C : Koefisien Aliran Permukaan (tanpa dimensi)
- I : Intensitas Hujan (mm/jam)
- A : Luas DAS (km²)

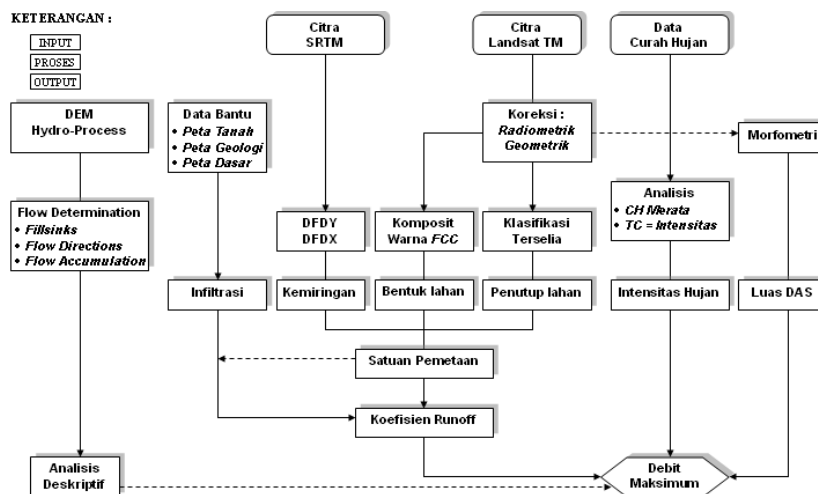
Metode rasional digunakan pada daerah aliran sungai yang tidak begitu luas dan dengan asumsi bahwa hujan yang terjadi merata di seluruh DAS serta intensitas hujan maksimum sama dengan lama waktu konsentrasi, yaitu lamanya waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh di dalam DAS sampai ke outlet DAS sehingga metode

tersebut dapat diterapkan pada daerah penelitian. Gambar 2 merupakan diagram alir penelitian. Perhitungan intensitas hujan digunakan rumus mononobe dengan menghitung intensitas curah hujan setiap waktu berdasarkan data curah hujan harian Ishiguro (1954, dalam Sosrodarsono, 1977).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

- I** : intensitas curah hujan (mm/jam)
- R₂₄** : curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
- t** : lamanya curah hujan = Tc, waktu konsentrasi (Jam)



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Asumsi bahwa banjir maksimum akan terjadi jika hujan berlangsung selama waktu konsentrasi atau melebihi waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi merupakan waktu yang diperlukan oleh air permukaan untuk bergerak dari titik terjauh sampai outlet pada DAS.

Lama waktu konsentrasi bisa didapatkan melalui hasil pengamatan ataupun dengan suatu pendekatan rumus, apabila tidak ada data maka digunakan rumus empiris, rumus yang digunakan di distrik Bayern Jerman (Sosrodarsono, 1977):

$$T_c : L/V \dots\dots\dots (3)$$

$$V : 72(H/L)^{0,6} \dots\dots\dots (4)$$

dimana :

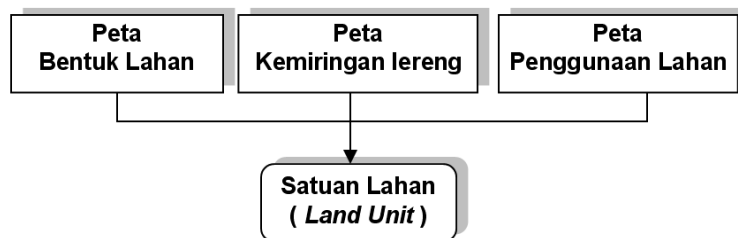
- T_c : waktu konsentrasi (jam)
- L : panjang sungai utama diukur (km)
- V : kecepatan penambatan banjir (km/Jam)
- H : beda tinggi hulu sungai dengan hilir sungai/outlet (m)

Pada daerah penelitian stasiun hujan yang tercakup di dalam dan diluar area DAS meliputi 6 stasiun hujan, yaitu Alian, Karangsembung, Karanggayam, Kaligending, Waduk Sempor dan Sadang. Data curah hujan yang digunakan merupakan curah hujan terpilih yaitu curah hujan yang terjadi merata dalam DAS.

Data *DEM* (*digital elevation model*) diperoleh dari citra *Radar SRTM*, ekstraksi dari *DEM* tersebut digunakan sebagai pembuatan peta kemiringan lereng, serta untuk membantu dalam intepretasi bentuklahan. Selain itu data *DEM* juga untuk analisis hidro-modeling yang berupa *flow determination* dan *network and catchment extraction*.

Peta penutup lahan diperoleh dari citra *Landsat TM* dengan klasifikasi terselia *maximum likelihood* dengan mendasarkan hubungan klasifikasi penutup lahan Bransby dan Williams terhadap klas penggunaan lahan J.P Malingreau. Intepretasi visual dengan komposit warna *FCC* (*false color composite*) digunakan dalam pembuatan peta bentuk lahan daerah penelitian.

Pembuatan peta satuan lahan dalam suatu DAS dimaksudkan agar dalam mendapatkan nilai koefisien aliran permukaan mendekati kenyataan di lapangan dan tertimbang, sehingga dilakukan tumpang-tindih antara peta bentuklahan, kemiringan lereng, dan penggunaan lahan pada Gambar 3.



Sumber: Gunawan, 1992

Gambar 3. Pembuatan Peta Satuan Lahan

Untuk mengetahui timbunan aliran permukaan maka digunakan pendekatan yang didasarkan pada tingkat prosentase kerapatan aliran. Kerapatan aliran merupakan jumlah seluruh panjang alur sungai dalam luas suatu daerah aliran sungai. Klasifikasi kerapatan aliran terhadap timbunan air permukaan dilakukan penyesuaian antara klasifikasi dari Linsley dengan klasifikasi dari Bransby-Williams.

Penafsiran besarnya kapasitas infiltrasi melalui citra penginderaan jauh dilakukan

dengan mengkombinasikan dari beberapa parameter, seperti kemiringan lereng, vegetasi/penutup lahan dan bentuklahan. Identifikasi secara kualitatif seperti tinggi, sedang, rendah, kategori ini didasarkan pada kondisi karakteristik permukaan seperti kemiringan lereng/relief, *landuse/landcover* serta bentuk lahan. Dalam menentukan tingkat infiltrasi dapat digunakan data bantu berupa peta tanah dengan mengetahui tekstur dan struktur serta peta geologi untuk mengetahui ketebalan lapisan batuan.

$$Dd : L/A \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

Dd = Kerapatan Aliran (km/km²)

L = Jumlah Panjang Alur (km)

A = Luas satuan pemetaan (km²)

$$C = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + \dots + C_nA_n}{A} \dots\dots\dots (6)$$

A

dimana :

C = koefisien aliran permukaan

A = luas daerah aliran sungai

C_n = koefisien aliran permukaan pada satuan lahan n

A_n = luas lahan pada satuan lahan n

Agar dalam pembuatan peta koefisien aliran permukaan dapat memperoleh nilai tertimbang dan dapat mudah pada analisisnya maka dibantu dengan menggunakan pengolahan melalui sistem informasi geografi. Sebagai data pembanding digunakan data debit actual yang diperoleh dari data TMA pada saat hujan merata di seluruh DAS dengan AWLR

(Automatic Water Level Recorder) di outlet DAS (Bendung Kaligending).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada DAS Lukulo Hulu mempunyai 7 (tujuh) Sub DAS yaitu, DAS Lukulo, DAS Lokidang, DAS Maetan, DAS Gebang, DAS Loning, DAS Mondo, dan DAS Cacaban.

Sebagai input yang utama dalam kajian hidrologi adalah hujan, pos stasiun hujan yang ada baik di dalam maupun diluar (dianggap mewakili) kawasan DAS Lukulo Hulu dengan luas 281,394 km² berjumlah 6 (enam) pos stasiun hujan, data curah hujan yang digunakan merupakan data curah hujan harian yang terpilih dimana hujan yang terjadi merata di seluruh kawasan DAS.

Tabel. 1 merupakan tabel data curah hujan harian DAS Lukulo Hulu. Intensitas curah hujan merupakan jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi, pada penelitian ini perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus mononobe dimana

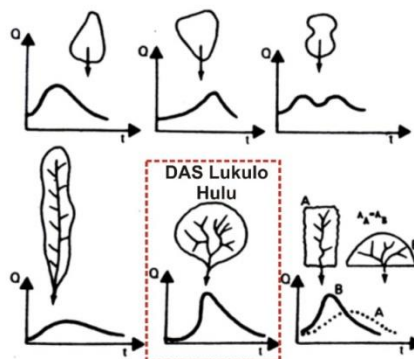
intensitas curah hujan setiap waktu berdasarkan data curah hujan.

Waktu konsentrasi (T_c) yang dihitung berdasarkan morfometri diperoleh bahwa perbedaan ketinggian antara outlet sungai dengan hulu DAS cukup tinggi yaitu 400 meter dengan panjang sungai utama sekitar 31, 20 kilometer sehigga intensitas hujan yang ada pada pos stasiun hujan di bendung keligending (outlet) adalah 12,397 mm/jam, kelas intensitas ini berdasarkan Metode Bransby dan Williams termasuk dalam kategori rendah. Dari morfometri DAS lukulo hulu memiliki bentuk yang membulat sehingga kecepatan aliran *runoff* tinggi dan waktu konsentrasi (T_c) cepat. Gambar 4 merupakan perbandingan bentuk DAS dengan hidrograf, T_c , yang dihasilkan

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian DAS Lukulo Hulu

No	Wilayah	No. Stats	Y	X	CH (mm)
1	Alian	K.13	-7.36,80	109.42,17	40
2	Kaligending	K.11c	-7.34,91	109.40,58	117
3	Karangayam	K.7a	-7.35,27	109.34,79	100
4	Karangsambung	K.8a	-7.52216	109.66,45	84
5	Kedungsamak	K.11b	-7.37,99	109.39,17	77
6	Somagede	K.2a	-7.54286	109.55,56	130

Sumber: PSDA Probolo



Sumber : Seyhan, 1977

Gambar 4. Hubungan antara Bentuk DAS dengan Hidrograf dan Waktu Konsentrasi

Pada pengolahan data *DEM* dari citra *Radar SRTM* dihasilkan berbagai parameter dalam menganalisa hidrologi permukaan khususnya debit banjir, sebagai tambahan analisa dilakukan pembuatan *DEM hydro-processing* yang berupa *flow determination (fill sinks, flow direction, flow accumulation)* dan *network catchment extraction (drainage network extraction, drainage network ordering, catchment extraction)*. Gambar 5 merupakan peta hasil dari pemrosesan hidrologi permukaan pada *DEM*. Ketinggian DAS Lukulo Hulu ini mempunyai perbedaan yang cukup besar, pada daerah outlet mempunyai ketinggian 37, 5 meter dpal sedangkan ketinggian maksimum pada kawasan hulu sekitar 1033, 28 meter dpal (gambar 5.A). Perbedaan ketinggian ini menyebabkan aliran permukaan memiliki kecepatan yang tinggi dan secara fisiografi mudah terbentuknya riil-riil alur sungai yang baru, apabila dilihat dari morfometri konsentrasi ketinggian rendah berada pada kawasan suatu aluvial yang berada di Desa Karangsambung.

Perbedaan ketinggian tersebut juga mengakibatkan adanya variasi kemiringan lereng yang beragam pada DAS Lukulo Hulu ini sehingga berdampak adanya keragaman arah aliran pada permukaan meskipun akan mengumpul pada satu sistem sungai yang ada. Selain banyak yang mengalir ke selatan menuju

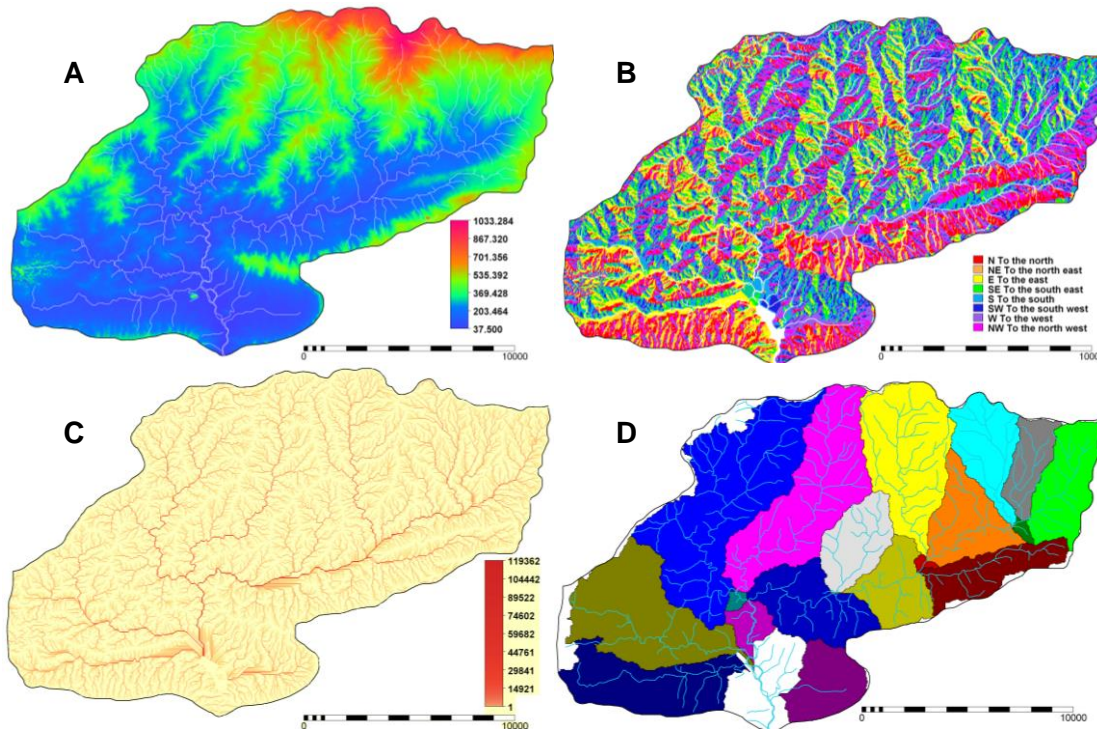
outlet sungai, arah aliran juga banyak yang mengalir ke sebelah barat hal ini menandakan bahwa lereng yang menghadap ke barat memiliki jumlah lebih banyak karena intensitas pelapukan batuan relatif lebih sedikit mengingat DAS Lukulo Hulu ini masih banyak terapat batuan induk (*bed rock*) yang tersingkap. Terdapat permukaan lahan pada DAS yang tidak memiliki arah aliran (warna putih gambar 5.B) hal ini mengidentifikasi bahwa lokasi ini terjadi penimbunan aliran yang dapat menyebabkan banjir.

Nilai *flow accumulation* (gambar 5.C) menggambarkan adanya suatu pengumpulan/konsentrasi dari aliran permukaan, piksel-piksel yang berwarna merah merupakan suatu cekungan dimana air mengalir melalui lokasi-lokasi tersebut. Semakin rapat jaringan drainase maka lereng semakin curam dan aliran permukaan (*runoff*) semakin tinggi, serta nilai piksel (merah) semakin rapat dan tebal berarti semakin banyak pula daya tampung air yang menjadi permukaan. Pada lokasi ini akumulasi aliran serta konsentrasi aliran banyak menuju dan terkumpul di Desa Karangsambung, Desa Banioro sampai ke outlet pada DAS.

Dari nilai *flow accumulation* tersebut maka diolah untuk mendapatkan peta *drainage network* (gambar 5.D) yang merupakan suatu sub DAS-sub DAS pengaliran yang ada pada DAS sehingga dapat diketahui zonasi input

aliran permukaan. Nilai ini didasarkan pada piksel dimana pada penelitian ini *stream threshold* yang digunakan 2000, sehingga jaringan sungai yang digunakan sebagai

pembentukan sub DAS pengaliran tidak begitu kecil. Gambar 6 merupakan peta parameter yang digunakan dalam penelusuran koefisien aliran permukaan (*runoff*).



Sumber : Pengolahan SIG, 2010

Gambar 5. Pengolahan Hidrologi Permukaan (A. Peta *digital elevation model* ekstraksi dari data *SRTM* ; B. Peta *flow direction* ; C. Peta *flow accumulation* ; D. Peta *catchment extraction*)

Koefisien aliran permukaan merupakan nilai angka pengaliran dari suatu permukaan yang terjadi akibat adanya hujan yang berubah menjadi aliran air permukaan. Pada metode Bransby dan William parameter yang berpengaruh terjadinya koefisien aliran permukaan antara lain: kemiringan lereng, timbunan aliran permukaan, penutup lahan, infiltrasi tanah, dan intensitas hujan. Parameter-parameter tersebut dapat diinterpretasi melalui

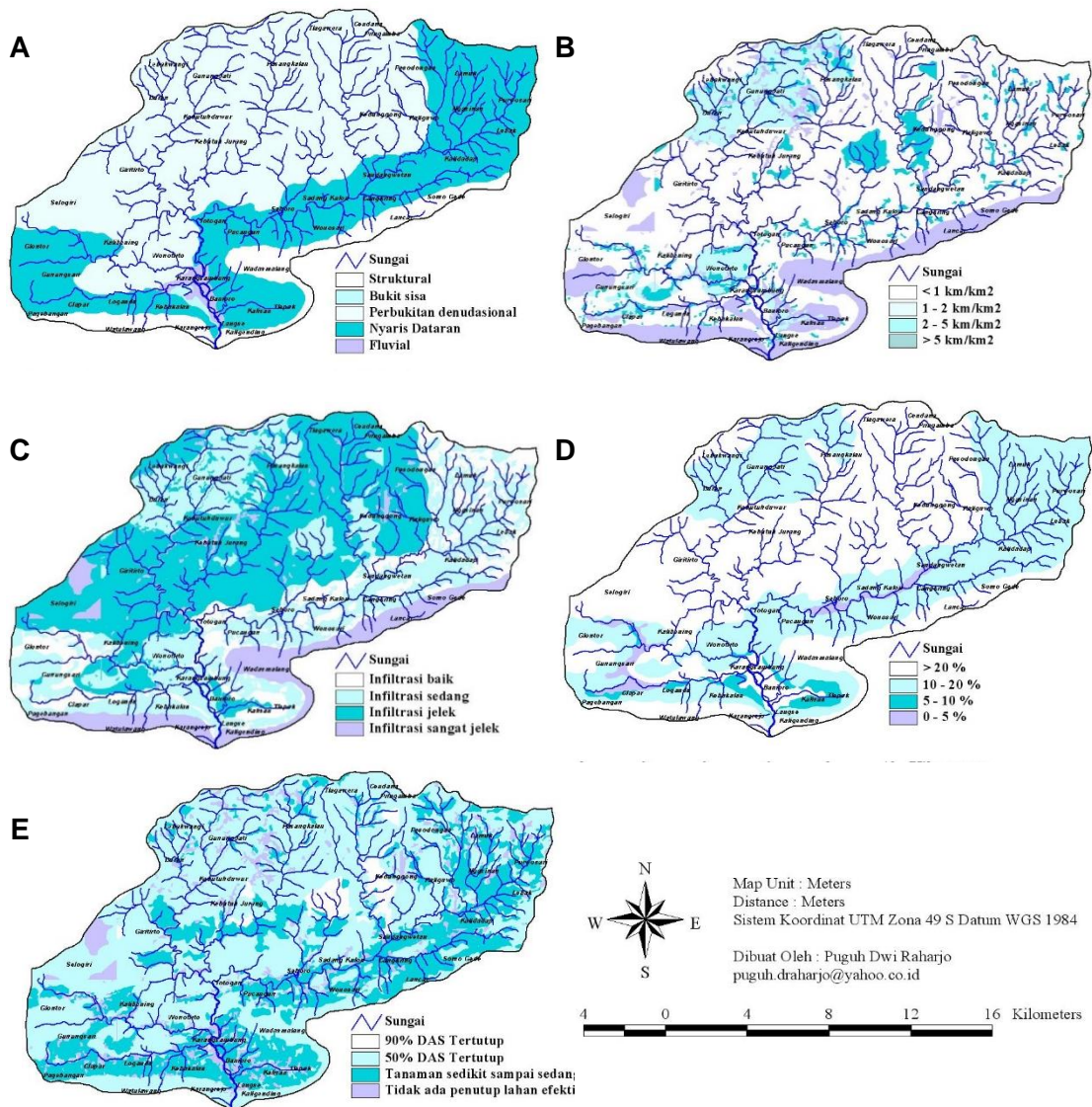
citra kecuali intensitas hujan didapatkan. Nilai koefisien aliran tertimbang didapat dari penilaian satuan lahan yang digunakan sebagai satuan pemetaan. Secara umum bentuklahan (gambar 6.A) yang ada pada DAS Lukulo Hulu ini meliputi bentuk lahan asal fluvial, struktural, dan denudasional, dimana pada bentuk lahan asal denudasional terdapat bentuklahan bukit sisa dan bentuklahan nyaris datar, pengelasan bentuklahan ini didasarkan

pada klasifikasi Dibyosaputo, 1998. Bentuklahan denudasional mempunyai penyebaran dengan luasan yang paling tinggi, penyebarannya sebagian besar berada pada zona *mélange* yang merupakan batuan berumur pra-tersier yang tercampur aduk baik berupa batuan beku, sedimen maupun metamorf dengan intensitas erosi yang relatif besar.

Bentuklahan nyaris datar memiliki penyebaran di sepanjang anak sungai lukulo dan berada pada lembah antiklin, pada zona tersebut juga terdapat bukit sisa yang memiliki jenis batuan *konglomerat* dengan kekerasannya sungai tidak bisa menerobos dan menyebabkan salah satu bentuk meander pada Sungai Lukulo ini. Bentuklahan struktural berupa lipatan antiklin yang telah tererosi dan membentuk suatu lembah antiklin dengan kemiringan yang terjal dan sebagian besar masih berupa batuan induk (*bed rock*), sedangkan bentuklahan fluvial berupa dataran banjir dan dataran alluvial berada di sekitar Desa Karangsambung dan Desa Banioro, dimana bentuklahan ini merupakan daerah banjir sehingga banyak sedimen yang terbentuk tinggi, secara peruntukan lahan wilayah ini digunakan sebagai penambangan pasir. Pada kerapatan aliran permukaan atau timbunan aliran permukaan (gambar 6.B) DAS Hulu ini sebagian besar memiliki kerapatan $< 1 \text{ km/km}^2$ yang mencirikan mengalami penggenangan,

drainase jelek dan terbentuk meander, serta timbunan permukaan besar. Sedangkan kerapatan aliran $> 5 \text{ km/km}^2$ hanya terkonsentrasi di bentuklahan struktural yaitu pada igir pada lembah antiklin, berada pada kemiringan yang relatif terjal, sehingga pada tingkat kerapatan ini pengeringan cepat dan aliran permukaan tipis.

Sebagian besar kapasitas infiltrasi (gambar 6.C) yang berada pada DAS Lukulo Hulu ini merupakan termasuk dalam kelas infiltrasi jelek, kelas ini banyak terdapat pada satuan lahan dengan kemiringan yang agak terjal, bentuklahan denudasional dan penggunaan lahan vegetasi kerapatan jarang sehingga sebagian besar air hujan menjadi aliran permukaan dan hanya sedikit yang teresap ke dalam tanah. Kelas infiltrasi sangat jelek banyak terdapat pada kemiringan yang sangat terjal dengan rata-rata penggunaan lahan berupa lahan terbuka dan pad bentukan lahan asal proses struktural dimana bentuklahan ini sebagian besar masih berupa batuan yang tersingkap dan hampir seluruhnya menjadi aliran permukaan. Kelas infiltrasi baik dan sedang rata-rata tersebar di sekitar sungai utama dengan bentuklahan dataran alluvial, meskipun terdapat penggunaan lahan terbuka dalam kelas ini akan tetapi tekstur pada penggunaan lahan tersebut berupa pasir sehingga air akan mudah ter-infiltrasi.



Sumber: Pengolahan SIG, 2010

Gambar 6. Peta Parameter dalam Koefisien Aliran Permukaan (A. peta bentuklahan ; B. peta kerapatan aliran ; C. peta infiltrasi tanah ; D. peta kemiringan lereng ; E. peta penutup lahan)

Kemiringan lereng pada DAS Lukulo hulu (gambar 6.D) ini sebagian besar lebih dari 20% dengan persebaran pada bentuklahan denudasional dan bentuklahan struktural, kemiringan lereng 0 – 5 % sangat sedikit penyebarannya dan hanya terdapat di sekitar

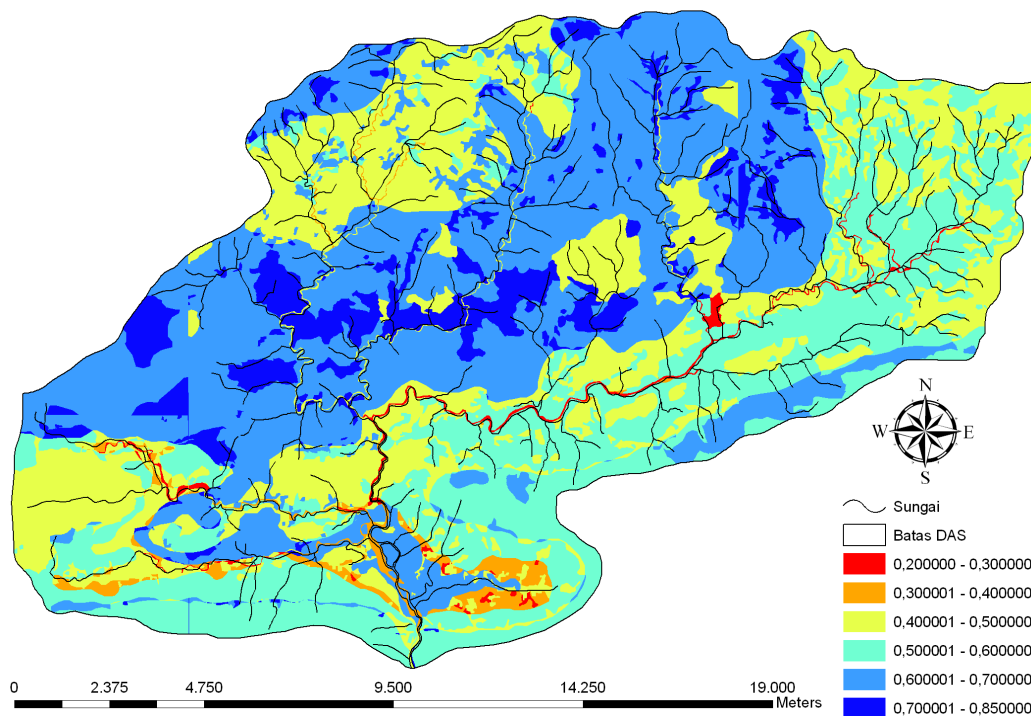
tubuh air. Semakin terjal kemiringan lereng pada DAS maka aliran permukaan semakin cepat sehingga semakin besar pula air hujan yang menjadi *runoff* dan nilai koefisien aliran permukaan semakin tinggi pula.

Penutup lahan hasil klasifikasi citra dilakukan ceking lapangan guna mendapatkan jenis penggunaan lahan yang kemudian dikonversikan ke dalam kelas dari *Bransby* dan *Williams* (gambar 6.E). Penggunaan lahan yang ada di kawasan ini termasuk dalam lingkungan pedesaan dimana dominan lahan pertanian masih sangat besar. Lahan pertanian berupa kebun yang bercampur dengan pemukiman, tegalan dengan situs pada bukit-bukit dengan lereng terjal, hutan yang merupakan hutan produksi, serta sawah baik berupa sawah irigasi maupun sawah tadah hujan. Pemukiman bersistem *cluster* dengan penyebaran yang beragam yang secara spasial *cluster* tersebut berdasarkan kemudahan terhadap sumber air, ada yang terpola sejajar dengan sungai dengan mengandalkan aliran antara di sekitar sungai serta ada pola terkelompok pada suatu *basin* yang merupakan tempat berkumpulnya aliran antara. Gambar 7 merupakan peta nilai koefisien aliran permukaan estimasi secara tertimbang DAS Lukulo Hulu.

Hasil dari penggabungan nilai-nilai dari peta kerapatan aliran, peta infiltrasi, peta penutup lahan, peta kemiringan lereng, dan tingkat intensitas hujan pada setiap satuan lahan pemetaan maka didapatkan nilai koefisien aliran permukaan (*runoff*) estimasi yang tertimbang. Nilai *runoff* terkecil sekitar 20% dan tertinggi sekitar 0,85%. Apabila

dihubungkan dengan pengolahan hidro-DEM maka pada *flow accumulation* banyak yang tersebar pada nilai dengan koefisien aliran yang bernilai tinggi. Nilai-nilai koefisien aliran tinggi tersebut berada pada daerah dengan kemiringan yang terjal dengan lahan yang masih berupa singkapan batuan.

Secara keseluruhan nilai koefisien aliran permukaan estimasi pada DAS Lukulo Hulu dengan menggunakan metode *Bransby* dan *Williams* sekitar 0,580, hal berarti bahwa sekitar 58% hujan menjadi aliran permukaan (*runoff*), nilai ini tidak memperhitungkan intersepsi, evapotranspirasi dan mengabaikan adanya hutan karena hutan pada penelitian berupa hutan produksi dengan luasan yang kecil. Dengan menggunakan rumus rasional maka nilai debit banjir terestimasi sebesar 562,098 m³/detik, sebagai kalibrasi pembandingan maka digunakan data debit banjir aktual dari stasiun pencatat AWLR yang berada pada outlet bendung kaligending yaitu sebesar 563,76 m³/detik yang terjadi pada tanggal 6 April 2007 pukul 17.00. Dari hasil tersebut maka dapat diketahui bahwa nilai debit banjir pada DAS Lukulo Hulu ini relatif besar dan dapat mengakibatkan penggenangan/luapan sungai pada kawasan di sekitarnya.



Sumber: Pengolahan SIG, 2010

Gambar 7. Peta Nilai Koefisien Aliran Permukaan (*Runoff*) Estimasi Tertimbang DAS Lukulo Hulu.

4. KESIMPULAN

Pengolahan data DEM dapat digunakan sebagai analisis dalam mengetahui arah aliran serta akumulasi aliran permukaan yang berlangsung, sehingga dapat diketahui sub-sub pengaliran yang ada pada DAS.

Nilai koefisien aliran permukaan ter-estimasi dengan menggunakan metode pada DAS *Bransby* dan *Williams* sebesar 58 % dengan debit banjir ter-estimasi dengan metode rasional sebesar 562, 098 m³/detik yang memiliki selisih dengan debit banjir aktual sebesar 1, 662 m³/detik. Keragaman geologi pada daerah ini sangat mempengaruhi morfometri DAS Lukulo, sehingga aliran

permukaan setiap sub-DAS sangatlah berbeda tingkatannya tergantung dari kondisi singkapan batuan yang ada. Sebagai kontrol terhadap nilai koefisien aliran permukaan agar lebih rendah, debit banjir dapat lebih maka diperlukannya penataan penggunaan lahan terutama vegetasi penutup sebagai penghambat laju aliran permukaan

5. DAFTAR PUSTAKA

- Asdak. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Asikin S., Handoyo A., Busana H., Gafoer S. 1992. *Geologic Map of Kebumen Quadrangle, Java*. skala 1 : 100.000. PPPG. Bandung.

- Chow, V, T. 1964. *Handbook of Applied Hydrology*, A Compendium of Water Resources Technology. McGraw – Hill Book Company, New York.
- Dibyosaputo, Suparpto. 1998. Geomorfologi Dasar. Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Tidak dipublikasikan.
- Gunawan, T. 1991. *Penerapan Teknik Penginderaan Jauh Untuk Menduga Debit Puncak Menggunakan Karakteristik Fisik DAS (Studi Kasus di DAS Bengawan Solo Hulu Jawa Tengah)*. Disertasi. Fakultas Pasca Sarjan, IPB, Bogor.
- ILWIS 3.0 Academic. 2001, *User's Guide*, Unit Geo Software Development Sector Remote Sensing & GIS IT Department International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), Enschede, The Netherlands.
- Lillesand, T.M and R.W Kiefer. 1979. *Remote Sensing And Image Interpretation*. University Of Minesota – University Of Wisconsin : Madison.
- Maathuis., B.H.P. 2006. *Digital Elevation Model Based Hydro-processing*. Geocarto International Vol06. Published by Geocarto International Centre, G.P.O. Hong Kong. . 21, No. 1, March 20, Page 21 – 26.
- Meijerink, A.M. 1970. *Photo-Interpretation in Hydrology a Geomorphology Approach*. ITC. Enschede.
- Puguh D Raharjo. 2009. *Perubahan Penggunaan Lahan DAS Kreo Terhadap Debit Puncak Dengan Aplikasi Penginderaan Jauh*, Jurnal Riset dan Pertambangan, Puslit Geoteknologi LIPI, Bandung, *Jilid 19 No. 2 tahun 2009, Halaman 69 – 84*.
- , 2010. *Penggunaan Data Penginderaan Jauh dan SIG Untuk Pemantauan Kekritisian di DAS Luk ulo Hulu Jawa Tengah*. Jurnal Manusia dan Lingkungan Pusat Studi Lingkungan Hidup UGM, ISSN 0854-5510, Vol. 17 No. 1, Maret 2010. Halaman 26-36.
- Puguh D Raharjo., Saifudin. 2009. Pemetaan Erosi DAS Lukulo Hulu Dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografi. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan. Fakultas Pertanian UGM. ISSN 0853-6368, Vol. 8, No. 2, Desember 2008. Halaman 103 – 113.
- Sosrodarsono., Takeda. 1977. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Association For Internasional Technical Promotion, Tokyo, japan.
- Sutanto. 1986, *Penginderaan Jauh Dasar*, Jilid I, *Fakultas Geografi*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suwarno. 2000. *Hidrologi Operasional*. Citra Aditya Bakti. Bandung
- Seyhan., Ersin. 1977. *Fundamentals of Hydrology*. Instituut voor Aardwetenschappen Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Seyhan., Ersin. 1976. *Calculation of Runoff from Bassin Physiography (CRBP)*. *Geografisch Instituut der Rijksuniversiteit Utrecht*, Utrecht.
- Data Citra Landsat TM. path/row 120/065. Akses <ftp://glcf.umiacs.umd.edu/>.
- Data Citra Radar SRTM. Tile e100n40 Resolusi 90m x 90m. Akses <http://srtm.usgs.gov>.
- Data Curah Hujan. Tahun 2009. PSDA Probolo.
- Data Debit Banjir Aktual dan TMA. Tahun 2007. PSDA Probolo.