

## PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAS KREO TERHADAP DEBIT PUNCAK DENGAN APLIKASI PENGINDERAAN JAUH

Puguh Dwi Raharjo

**ABSTRACT** *The misuse of land which is not in line with conservation technique tends to enhance the runoff coefficient rate which will affect the peak discharge. Kreo watershed, located in Semarang, is watershed which has undergone some changes in the landuse. This research aimed at examining the capability accurateness of the remote sensing technique when it is applied to date tapping on physical characteristic and watershed morphometry. This date tapping itself is aimed at estimating the peak discharge and evaluating the effect of some changes in land use to river stream using the rational method. The significant changes of land use which affect the volume of the runoff appears in the rice field which is about 24,89 km<sup>2</sup> in 1992 and become 15,47 km<sup>2</sup> in 1999. Using hydrograph comparison, the highest level of flood can be seen. Comparing the maximum and minimum stream, which in 1992 is 240,74 and in 1999 is 393,25 it can be seen that it significantly increases. This increase itself is parallel with the increase on land use which later affect the peak discharge.*

**Keywords :** Landuse, Runoff, Peak Discharge, Watershed, Remote Sensing

---

Naskah masuk : 29 Juli 2009

Naskah diterima : 7 Desember 2009

---

Puguh Dwi Raharjo  
UPT. Balai Informasi Dan Konservasi Kebumihan,  
Karangsambung – LIPI  
Jl. Karangsambung KM.19 Kebumen, Jawa Tengah  
Email : puguh.drharjo@yahoo.co.id

**ABSTRAK** Alih fungsi penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kaidah konservasi akan cenderung meningkatkan nilai koefisien aliran permukaan yang akan berpengaruh terhadap debit puncak. DAS Kreo merupakan DAS yang berada di daerah Semarang yang telah mengalami perubahan penggunaan lahan. Tujuan dalam penelitian ini adalah menguji kemampuan dan ketelitian teknik penginderaan jauh untuk penyadapan data mengenai karakteristik fisik dan morfometri DAS guna estimasi debit puncak serta mengevaluasi pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap debit puncak dengan menggunakan metode rasional. Perubahan luasan Penggunaan lahan yang signifikan yang dapat mempengaruhi volume air larian adalah lahan sawah yang pada tahun 1992 seluas 24,89 km<sup>2</sup> menjadi 15,47 km<sup>2</sup> pada tahun 1999. Pemukiman desa seluas 13,29 km<sup>2</sup> pada tahun 1992 menjadi 20,42 km<sup>2</sup> pada tahun 1999. Dalam perbandingan hidrograf terjadi peningkatan nilai puncak banjir. Berdasarkan perbandingan antara debit sungai maksimum dengan debit sungai minimum pada tahun 1992 sebesar 240,74 dan pada tahun 1999 sebesar 393,25 sehingga terjadi peningkatan yang juga disertai dengan peningkatan penggunaan lahan yang berpengaruh terhadap debit puncak.

**Kata Kunci :** penggunaan lahan, aliran permukaan, debit puncak, daerah aliran sungai, penginderaan jauh

### PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang semakin luas seiring dengan perkembangan dan kemajuan kota memberikan dampak pada perubahan tataguna lahan. Perubahan tataguna lahan tersebut sering tidak terjadi kesesuaian antara fungsi dan kondisi wilayah. Sehingga mengakibatkan kerusakan sumber daya alam dalam DAS yang akan berdampak lebih luas pengaruhnya terhadap kelestarian sumber daya air. Akibat dari kerusakan sumber daya air tersebut, air hujan

yang jatuh sebagian besar tidak dapat tertahan dalam vegetasi-vegetasi dan tidak dapat meresap ke dalam tanah sehingga air hujan tersebut sebagian besar akan menjadi aliran permukaan. Aliran permukaan dalam DAS akan mengalir, mengumpul pada alur-alur sungai sehingga debit aliran yang mengalir pada sistem drainase akan meningkat.

Perubahan penggunaan lahan yang paling besar pengaruhnya terhadap peningkatan nilai koefisien aliran permukaan yang berdampak pada peningkatan debit puncak adalah perubahan dari kawasan hutan ke penggunaan lainnya seperti, pertanian, perumahan ataupun industri. DAS Kreo merupakan salah satu Sub DAS yang telah mengalami perkembangan yang berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan dari penggunaan lahan agraris menjadi lahan non agraris. Sehingga nilai koefisien aliran permukaan dan debit puncak akan cenderung terjadi peningkatan.

DAS Kreo merupakan salah satu Sub DAS yang telah mengalami perkembangan yang berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi antara lain perubahan lahan agraris menjadi lahan non agraris. DAS Kreo merupakan salah satu dari Sub DAS Garang yang ikut membantu dalam memberikan pasokan air yang sering menimbulkan banjir di kota Semarang. Mengingat begitu pentingnya kapasitas air maksimal yang dapat tertampung dalam sistem drainase pada DAS Kreo, maka dirasa perlu dan mendesak untuk dilakukan penelitian yang mampu memberikan informasi mengenai debit puncak dan pengkajian perubahan penggunaan lahan yang berpengaruh terhadap debit puncak. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menguji manfaat foto udara untuk penyadapan data mengenai karakteristik fisik dan morfometri DAS guna estimasi debit puncak, serta mengkaji perubahan luasan penggunaan lahan yang berpengaruh terhadap nilai debit puncak. Sehingga melalui interpretasi data penginderaan jauh diharapkan dapat untuk memperkirakan besarnya nilai debit puncak berdasarkan parameter fisik lahan tanpa harus melakukan pengukuran langsung di lapangan.

Sumber daya air merupakan salah satu sumber daya yang sangat penting bagi kelangsungan

hidup. Upaya pemanfaatan sumber daya air merupakan aspek penting dalam menunjang kesejahteraan hidup manusia. Di sisi lain pemanfaatan yang kurang terkontrol serta tidak diimbangi dengan usaha pelestarian akan membawa dampak negatif seperti menimbulkan bahaya banjir maupun bahaya kekeringan. Perkembangan dan kemajuan kota diakibatkan oleh pertumbuhan penduduk dan sebagai konsekuensinya perubahan tata guna lahan berdampak negatif pada kota itu sendiri terutama menurunnya tingkat kenyamanan akibat terbatasnya areal tanah yang ada. Secara lebih khusus perubahan tersebut berdampak kepada banjir dan genangan yang cenderung meningkat dari waktu ke waktu (Kodoatie, 2001).

Melalui interpretasi foto udara karakteristik wilayah daerah aliran sungai dapat dengan mudah diidentifikasi. Kenampakan-kenampakan yang berkaitan dengan evaluasi medan seperti morfometri, topografi, pola aliran, erosi, vegetasi dan penggunaan lahan berhubungan erat dengan proses hidrologi dapat disadap melalui foto udara, sehingga dengan menggunakan data penginderaan jauh, foto udara dapat memberikan informasi secara keseluruhan dan mencakup aspek-aspek yang terkait.

Menurut 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.

Salah satu metode yang digunakan dalam menentukan nilai debit puncak yang berdasarkan pada faktor-faktor karakteristik fisik lahan dikenal dengan metode rasional.

Dalam metode rasional tersebut faktor-faktor mengenai karakteristik fisik lahan digunakan

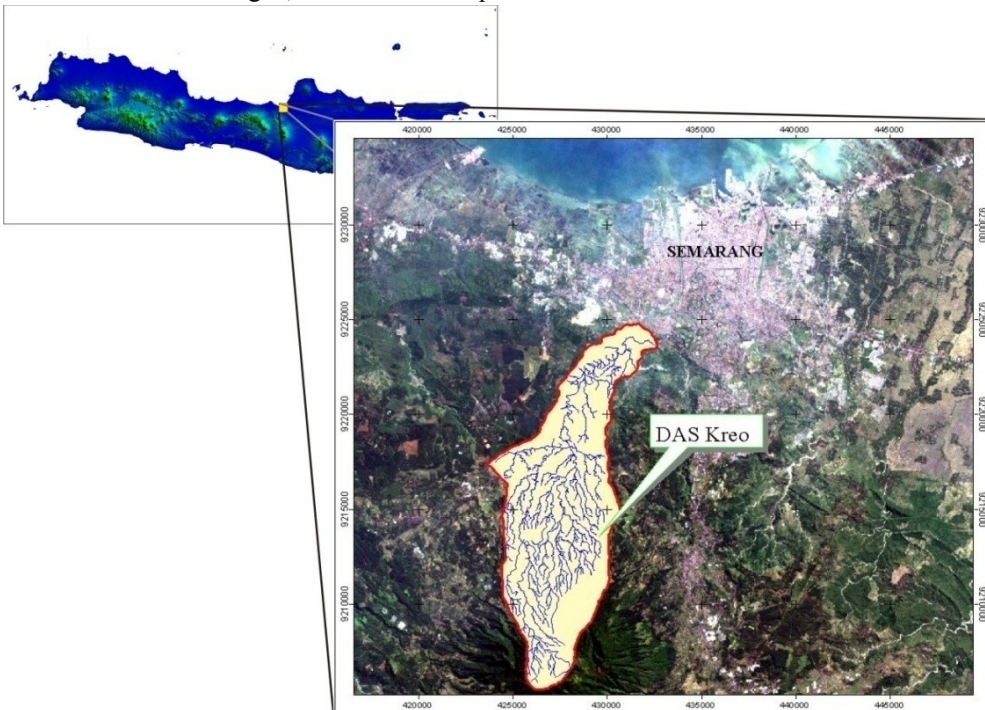
untuk mendapatkan nilai koefisien aliran permukaan. Salah satu metode yang digunakan dalam menentukan nilai koefisien aliran permukaan adalah dengan mendasarkan pada metode Bransby dan William. Faktor-faktor karakteristik fisik lahan yang dipertimbangkan pada metode Bransby dan William dalam estimasi koefisien aliran permukaan yaitu intensitas hujan, relief, timbunan air permukaan, penutup lahan dan infiltrasi tanah. Faktor-faktor tersebut merupakan obyek-obyek yang dapat disadap dari citra penginderaan jauh kecuali intensitas hujan.

### Lokasi Penelitian

Daerah penelitian adalah daerah aliran sungai Kreo yang merupakan salah satu dari Sub DAS Garang yang ada di Semarang Jawa Tengah. Secara administratif DAS Kreo terbagi meliputi beberapa kabupaten dan kecamatan yang ada di sekitar wilayah Semarang, yaitu kota Semarang meliputi Kecamatan Semarang Barat, Kecamatan Mijen, dan Kecamatan Gunungpati, Kabupaten Kendal yang meliputi Kecamatan Boja dan Kecamatan Limbangan, serta Kabupaten

Semarang yang meliputi Kecamatan Ungaran dan Kecamatan Klepu. DAS Kreo terletak di lereng utara Gunung Ungaran yang memanjang dari utara ke selatan dengan luas 80.66 Km<sup>2</sup> (Puguh, 2005). Gambar 1 merupakan lokasi wilayah penelitian.

Secara astronomis DAS Kreo terletak antara 110° 18'30'' – 110° 22'45'' bujur timur dan 7° 01'15'' – 7° 11'15'' lintang selatan. Kondisi iklim pada daerah penelitian mempunyai tipe A (sangat basah) dan B (basah) berdasarkan jumlah curah hujan bulanan rata-rata. Berdasarkan peta geologi dapat dilihat bahwa endapan vulkanik di daerah penelitian sebagian besar adalah lahar gunung ungaran tengah dan batuan vulkanik yang menyebar dari lereng atas hingga lereng bawah. Bagian utara berbatasan dengan formasi breksi vulkanik yang dibatasi oleh patahan yang memanjang dari barat ke timur. Pada formasi ini yaitu di lereng tengah terdapat batuan vulkanik ungaran lama yaitu di Gunung Munding dan Gunung Ampel. Sebelah barat dari formasi ini adalah aliran lava dari Gunung Ungaran.



Gambar 1. Lokasi Wilayah Penelitian

**METODOLOGI PENELITIAN**

Pada penelitian ini digunakan pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder. Pengumpulan data sekunder berupa data foto udara pankromatik skala 1 : 25.000 tahun 1992, (Anonymous, 1992) foto udara pankromatik skala 1 : 10.000 tahun 1999 (Anonymous, 1999), data tinggi muka air sungai dari stasiun AWLR, data debit sungai maksimum dan debit sungai minimum, tabel debit sungai tahun 1992 – 1999, data intensitas hujan sesaat tahun 1992 dan 1999, data curah hujan daerah penelitian, data temperatur udara rata-rata bulanan, peta RBI skala 1: 25.000 daerah penelitian (Bakosurtanal, 2000), peta tanah tinjau skala 1: 250.000 Provinsi Jawa Tengah (Deptan,1966), peta geologi skala 1: 100.000 lembar Magelang – Semarang (Thaden, dkk; 1996). Pengumpulan data primer berupa pengukuran lapangan untuk menguji kebenaran intepretasi foto udara. Pengukuran lapangan dilakukan berupa pengukuran infiltrasi tanah, pengukuran kemiringan lereng, dan cek lapangan mengenai kebenaran penggunaan lahan yang ada. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain berupa stereoskop cermin, template grid ukuran 1cm x 1 cm, abney level, kompas, double ring infiltration, tabung 500 ml, stopwatch, plastik transparan, OHP marker, serta seperangkat alat komputer lengkap dengan *Software* pemetaan. Salah satu metode yang digunakan dalam menentukan nilai debit puncak yang berdasarkan pada faktor-faktor karakteristik fisik lahan dikenal dengan metode rasional. Dalam metode rasional variabel-variabelnya adalah koefisien aliran, intensitas hujan dan luas DAS. Rumus umum yang digunakan untuk menghitung besarnya debit puncak dengan rumus rasional adalah sebagai berikut :

(Sumber : Chow, V, T. 1964)

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

dimana :

- $Q_p$  = Debit puncak rancangan ( $m^3/det$ )
- $I$  = Intensitas ( $mm/jam$ )
- $C$  = Koefisien aliran (*tanpa dimensi*)
- $A$  = Luas DAS ( $km^2$ )

Menurut Bransby dan Williams ada lima faktor karakteristik fisik DAS yang dipertimbangkan untuk menentukan besarnya nilai koefisien aliran permukaan, yaitu vegetasi penutup, timbunan aliran atau kerapatan aliran, infiltrasi tanah, relief dan intensitas hujan (Meijerink, 1970). Faktor-faktor karakteristik fisik DAS tersebut dinilai secara kuantitatif dengan memberikan skor dan pembobotan peta dan dilakukan overlay peta dari parameter-parameter tersebut sehingga diperoleh nilai koefisien aliran permukaan. Tabel 1 merupakan estimasi koefisien aliran permukaan dengan menggunakan metode Bransby dan William. Pada penelitian ini digunakan foto udara yang bertampalan agar dalam intepretasi didapatkan kenampakan 3 dimensional sehingga akan lebih mudah dalam mengenali fenomena di permukaan. Gambar 2 merupakan Diagram Alir Penelitian yang dilakukan.

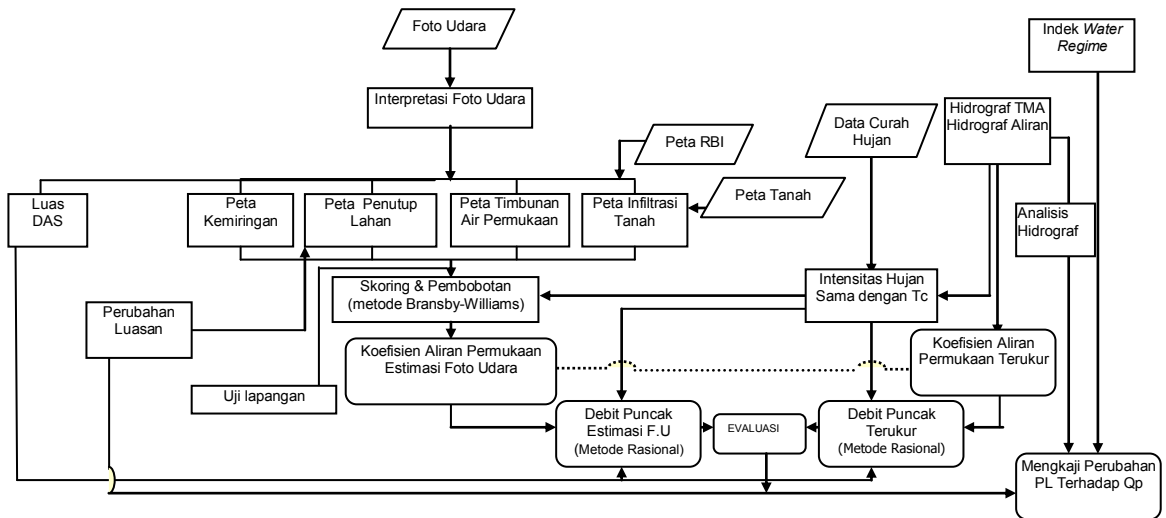
Berdasarkan diagram alir tersebut dari intepretasi foto udara dilakukan intepretasi mengenai batas DAS, kemiringan lereng, kerapatan aliran, penggunaan lahan serta tingkat infiltrasi tanah, sedangkan intensitas hujan di dapat dari stasiun hujan otomatis milik BMG Semarang. Dengan menggunakan sistem informasi geografi (SIG) maka dilakukan skoring parameter berdasarkan metode Bransby dan William untuk mendapatkan nilai koefisien aliran permukaan sehingga dengan menggunakan rumus rasional didapatkan nilai debit puncak ( $Q_p$ ) estimasi.

Tabel 1. Estimasi Koefisien Aliran Permukaan Metode Bransby dan Williams (Meijerink, 1970)

| Faktor                                                                                                                                           | Koefisien Aliran                                                                                                    |                                                                                                  |                                                                                                                              |                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                  | Ekstrem -100                                                                                                        | Tinggi -75                                                                                       | Normal -50                                                                                                                   | Rendah -25                                                                                      |
| Intensitas hujan                                                                                                                                 | 3 – 4 inci/jam<br>(30)                                                                                              | 2 – 3 inci/jam<br>(25)                                                                           | 1 – 2 inci/jam<br>(15)                                                                                                       | 1 inci/jam<br>(15)                                                                              |
| Relief                                                                                                                                           | Terjal, kasar<br>lereng rata-rata<br>diatas 20%<br>(10)                                                             | Berbukit,rata-rata<br>lereng 10 – 20 %<br>(5)                                                    | Bergelombang,<br>rata-rata lereng 5-<br>10 %<br>(0)                                                                          | Relatif datar<br>Rata-rata<br>lereng 0-5%<br>(0)                                                |
| <i>Surface retence</i><br>sungai dan<br>timbunan<br>permukaan                                                                                    | Beberapa<br>depresi<br>permukaan,alur<br>sungai terjal,<br><i>overland flow</i><br>tipis dapat<br>diabaikan<br>(10) | Sistem drainase<br>baik<br>(5)                                                                   | Depresi<br>permukaan<br><i>overland flow</i><br>berarti, terdapat<br>beberapa telaga &<br>rawa, alur - alur<br>sungai<br>(5) | <i>Drainase</i><br>jelek,<br><i>meander</i> , Dd<br>besar dan 90%<br>konservasi<br>tanah<br>(0) |
| Infiltrasi                                                                                                                                       | Tidak ada penutup<br>tanah yang efektif<br>batuan padatan<br>maupun batuan<br>tipis<br>(25)                         | Infiltrasi air lambat,<br>tanah <i>solodic</i> , jika<br>rusak<br>permukaannya<br>(20)           | Tanah geluh atau<br>berstruktur<br>lempung =<br><i>chernozem</i><br>(10)                                                     | Pasir dalam<br>atau tanah<br>teragregasi<br>baik =<br><i>krasbozem</i><br>(5)                   |
| Penutup lahan                                                                                                                                    | Tidak ada penutup<br>tanaman keras<br>yang efektif<br>(25)                                                          | Sheet erosi kurang<br>dari 10% dibawah<br>padang rumput,<br>sedikit tanaman<br>pertanian<br>(20) | 50 % tertutup<br>baik, tanaman<br>pertanian berkayu<br>tidak lebih 50 %<br>(10)                                              | 90 % tertutup<br>rumput atau<br>hutan kering<br>(5)                                             |
| <i>Catatan</i> : - jika hutan lebat, dikurangi 10 % karena intersepsi<br>- jika iklim panas (70 -80 F) dikurangi 5 % karena infiltrasi meningkat |                                                                                                                     |                                                                                                  |                                                                                                                              |                                                                                                 |

Sebagai perbandingan maka digunakan analisa hidrograf untuk mendapatkan nilai koefisien aliran permukaan terukur sehingga dihasilkan nilai debit puncak (Qp) terukur. Untuk mengkaji pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap debit puncak, maka digunakan citra penginderaan jauh secara temporal. Dengan adanya perubahan

penggunaan lahan didapatkan nilai debit puncak yang yang berbeda pula. Untuk mengetahui pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap debit puncak, akan dianalisa dengan cara, yaitu 1) analisa bentuk hidrograf, dan 2) analisa Indeks *Water*.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan interpretasi foto udara terhadap kemiringan lereng maka dihasilkan nilai seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Kemiringan Lereng DAS Kreo Dengan Metode Bransby dan William (Puguh, 2005)

| Kelas | Kemiringan Lereng (%) | Skor | Luas (km <sup>2</sup> ) |
|-------|-----------------------|------|-------------------------|
| I     | 0 – 5                 | 0    | 22,71                   |
| II    | 5 – 10                | 0    | 17,34                   |
| III   | 10 – 20               | 5    | 25,51                   |
| IV    | > 20                  | 10   | 15,10                   |

Sumber : Hasil Interpretasi Foto Udara & cek lapangan

Dari intepretasi foto udara terhadap kemiringan lereng dapat dijelaskan bahwa permukaan yang mempunyai kemiringan lebih terjal maka kondisi permukaan dalam mengalirkan aliran akan lebih cepat dan lebih besar, sehingga dengan adanya kemiringan lereng yang terjal akan mempengaruhi kondisi koefisien aliran permukaan. Kemiringan lereng yang paling luas terdapat pada kemiringan lereng kelas III dengan

luasan sebesar 25.511 km<sup>2</sup>. Kemiringan lereng yang paling kecil terdapat pada kemiringan lereng kelas IV dengan luasan sebesar 15.098 km<sup>2</sup>. Secara keruangan kelas I tersebar di daerah tengah dan sebagian kecil di daerah bawah. Kelas kemiringan lereng II dan III tersebar merata diseluruh daerah, sedangkan kelas kemiringan IV hanya terdapat di daerah atas.

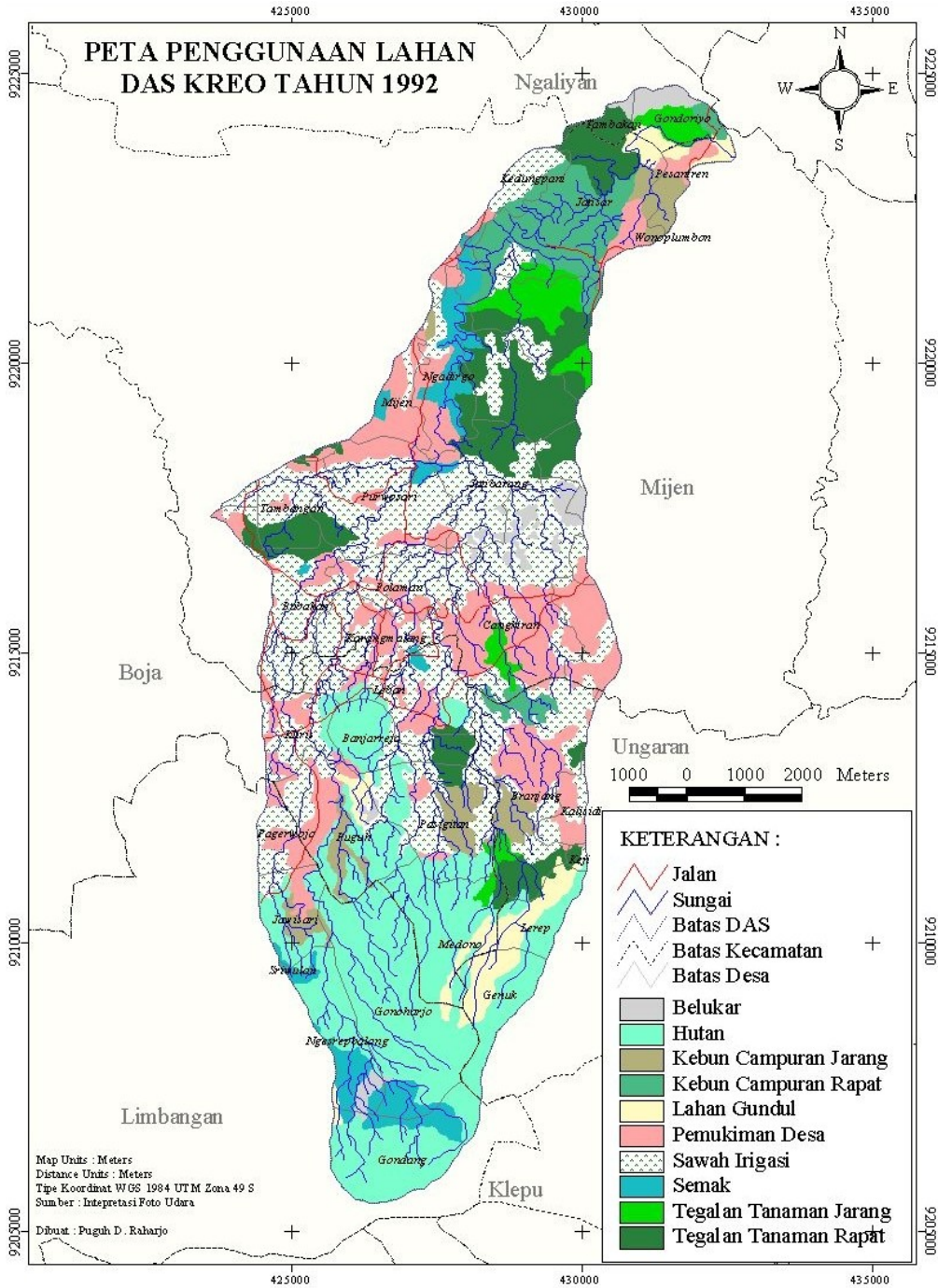
Dalam intepretasi penggunaan lahan didasarkan pada klasifikasi oleh Malingreu (1981) yang kemudian dikonversi ke dalam klasifikasi tutupan lahan metode Bransby dan William. Penggunaan lahan yang ada di daerah penelitian yang dapat disadap dari foto udara antara lain lahan terbuka, sawah, kebun campur, semak, tegalan, permukiman, belukar, dan hutan. Dari hasil intepretasi foto udara dengan adanya penutup vegetasi yang rapat, maka kemampuan lahan ini dalam menghambat air hujan untuk menjadi aliran permukaan cukup besar. Sehingga jenis penggunaan lahan ini memberikan nilai minimum pada koefisien aliran yang terjadi. Hasil intepretasi foto udara terhadap penggunaan lahan ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi Penutup Lahan DAS Kreo Semarang Tahun 1992 dan 1999 (Puguh, 2005)

| Klas penutup lahan Bransby dan Williams                                                                                                            | Klas penggunaan lahan J.P Malingreau | Luas (km <sup>2</sup> ) Tahun 1992 |         | Luas (km <sup>2</sup> ) Tahun 1999 |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---------|------------------------------------|--------|
|                                                                                                                                                    |                                      |                                    |         |                                    |        |
| Tidak ada penutup tanaman keras yang efektif                                                                                                       | tanah gundul                         | 2,663                              | 3,58 %  | 2,056                              | 2,55 % |
| <i>Sheet</i> erosi kurang dari 10% dibawah padang rumput, sedikit tanaman pertanian                                                                | kebun campuran jarang                | 2,790                              | 3,75 %  | 3,466                              | 4,29 % |
|                                                                                                                                                    | Semak                                | 3,375                              | 4,44 %  | 1,604                              | 1,99 % |
|                                                                                                                                                    | tegalan tanaman jarang               | 2,529                              | 3,44 %  | 0,872                              | 1,08 % |
| 50 % tertutup baik, tanaman pertanian berkayu tidak lebih 50 %                                                                                     | permukiman desa                      | 13,289                             | 16,19 % | 20,42                              | 25,3 % |
|                                                                                                                                                    | kebun campuran rapat                 | 4,190                              | 5,41 %  | 12,60                              | 15,6 % |
|                                                                                                                                                    | tegalan tanaman rapat                | 7,998                              | 9,92 %  | 4,889                              | 6,06 % |
|                                                                                                                                                    | belukar                              | 1,432                              | 2,14 %  | 0,966                              | 1,19 % |
| 90 % tertutup rumput atau hutan kering                                                                                                             | sawah                                | 24,89                              | 29,95 % | 15,471                             | 19,2 % |
|                                                                                                                                                    | hutan                                | 17,494                             | 21,18 % | 18,314                             | 22,7 % |
| <p>Sumber : 1. Foto Udara Pankromatik Skala 1: 25.000 Tahun 1992<br/>                     2. Foto Udara Pankromatik Skala 1: 10.000 Tahun 1999</p> |                                      |                                    |         |                                    |        |

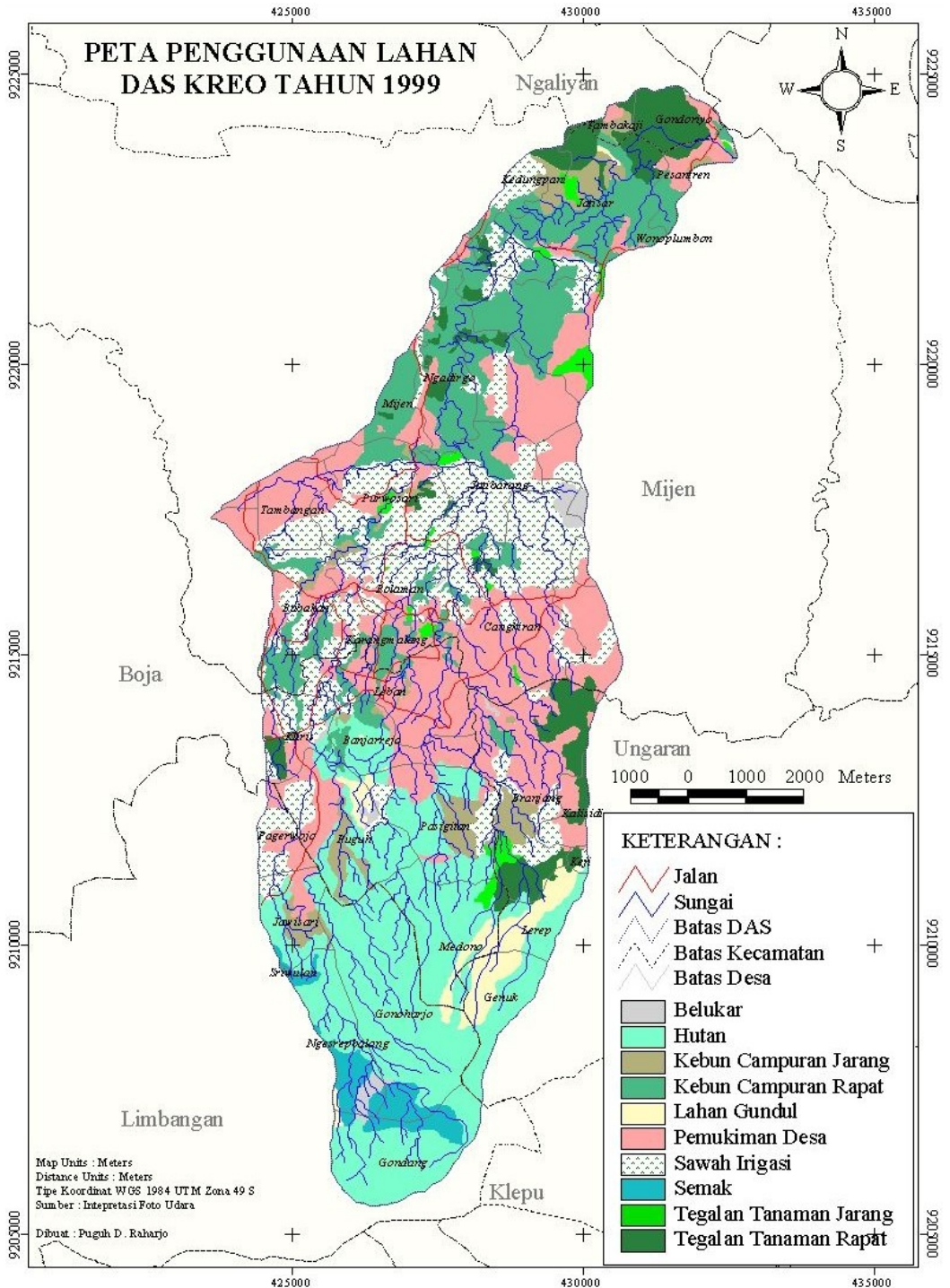
Berdasarkan interpretasi penggunaan lahan dapat diketahui bahwa pemukiman desa pada tahun 1992 seluas 13,29 km<sup>2</sup> dan pada tahun 1999 seluas 20,42 km<sup>2</sup> sehingga mengalami perubahan peningkatan luasan sebesar 9,11 %, hal tersebut menandakan bahwa air hujan akan semakin banyak yang menjadi aliran permukaan yang dikarenakan kemampuan infiltrasi ke dalam tanah semakin kecil dan lambat. Penggunaan lahan sawah terjadi penurunan luasan sekitar 10,75 %. Penggunaan lahan sawah tersebut sangat tinggi dalam menahan laju aliran air permukaan sehingga ketika terjadi penurunan luasan pada sawah berakibat pada peningkatan koefisien aliran permukaan. Gambar 3 merupakan peta penggunaan lahan DAS Kreo tahun 1992. Hutan merupakan suatu penahan air hujan menjadi aliran permukaan yang sangat baik. Pada daerah penelitian hutan mempunyai luasan yaitu sebesar 17,494 km<sup>2</sup> atau 21,18 % pada tahun 1992 dan 18,314 km<sup>2</sup> atau 22,7 % pada tahun 1999. Dengan memiliki jenis penggunaan lahan berupa hutan yang luas, maka sangat mempengaruhi nilai koefisien aliran. Lahan terbuka mempunyai luasan 2,663 km<sup>2</sup> atau

3,58% dan 2,056 km<sup>2</sup> atau 2,55 % pada tahun 1999. Semakin banyak lahan terbuka dalam DAS maka kemampuan lahan dalam menahan air larian semakin sempit, sehingga dengan kondisi DAS yang mempunyai luasan lahan terbuka kecil maka pengaruh koefisien aliran semakin kecil. Untuk penggunaan lahan berupa kebun campur tanaman jarang dan tegalan tanaman jarang mempunyai luasan yang hampir sama, yaitu 2,790 km<sup>2</sup> dan 2,529 km<sup>2</sup> atau 3,75 % dan 3,44 % pada tahun 1992 dan pada tahun 1999 mempunyai luasan 3,466 km<sup>2</sup> dan 0,872 km<sup>2</sup> atau 4,29% dan 1,08 %. Sedangkan penggunaan lahan berupa semak mempunyai luasan sebesar 3,746 km<sup>2</sup> atau 4,44% pada tahun 1992 dan 1,604 km<sup>2</sup> atau 1,99 % pada tahun 1999. Ketiga jenis penggunaan lahan tersebut menurut klasifikasi dari Bransby dan William merupakan daerah dengan *sheet* erosi kurang dari 10 % dan sedikit akan tanaman pertanian. Akibat karena kurang tertutupnya lahan permukaan dengan baik, maka pada penggunaan lahan jenis ini berkecenderungan untuk mengalirkan aliran permukaan yang besar. Gambar 4 merupakan peta penggunaan lahan DAS Kreo tahun 1999.



Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan Hasil Intepretasi Foto Udara DAS Kreo Tahun 1992





Gambar 4. Peta Penggunaan Lahan Hasil Intepretasi Foto Udara DAS Kreo Tahun 1999

Pada tahun 1992, dapat diketahui bahwa luasan terbesar merupakan penggunaan lahan sawah yaitu seluas 24,89 km<sup>2</sup> dengan prosentase 29,946%. Penggunaan lahan berupa sawah pada tahun 1999 menunjukkan penurunan yang signifikan yaitu sekitar 10 % dengan luasan 15,471 km<sup>2</sup> atau 19,2 % dari seluruh luasan. Penggunaan lahan sawah ini merupakan salah satu faktor penghambat aliran permukaan yang baik dalam kelas penggunaan lahan. Semakin besar penggunaan lahan berupa sawah, maka semakin kecil air larian yang dihasilkan dalam lahan tersebut. Sedangkan luasan penggunaan lahan yang paling kecil di daerah aliran sungai ini adalah berupa belukar yang memiliki luasan sebesar 1,803 km<sup>2</sup> atau 2,14 % pada tahun 1992 dan 0,966 km<sup>2</sup> atau 1,199 % pada tahun 1999. Berdasarkan interpretasi foto udara terhadap infiltrasi tanah maka dihasilkan nilai seperti terlihat pada Tabel 4 hasil dari interpretasi foto udara mengenai tingkat infiltrasi tanah hanya dapat dilakukan secara kualitatif yaitu seperti sangat cepat, cepat, sedang, dan lambat.

Tanah mediteran memiliki permeabilitas yang sedang, sedangkan tanah latosol memiliki permeabilitas yang tinggi dan tanah andosol memiliki permeabilitas yang sedang. Pada dasarnya laju infiltrasi tanah dari semua kelas mengalami penurunan akan tetapi laju infiltrasi tanah yang tinggi terjadi penurunan yang sangat signifikan yaitu sebesar 52,2 % yang sangat mempengaruhi debit dalam sungai. Berdasarkan hasil interpretasi foto udara terhadap kerapatan aliran didapatkan nilai seperti pada Tabel 5.

Kerapatan aliran merupakan perbandingan antara jumlah panjang alur-alur sungai dengan luas daerah aliran sungai. Sebagian besar timbunan aliran permukaan yang ada pada daerah penelitian mempunyai kerapatan aliran 2 sampai 5 km/km<sup>2</sup> yang menandakan bahwa sistem saluran cukup baik dan kerapatan aliran yang lebih dari 5 km/km<sup>2</sup> yang menandakan bahwa DAS ini mempunyai ledokan/depresi yang kecil, dasar sungai terjal, aliran permukaan tipis dan mempunyai pengeringan yang cepat.

Tabel 4. Infiltrasi Tanah DAS Kreo Metode Bransby dan William (Puguh, 2005)

| Kelas | Laju Infiltrasi | Luas (km <sup>2</sup> ) |            | Skor |
|-------|-----------------|-------------------------|------------|------|
|       |                 | Tahun 1992              | Tahun 1999 |      |
| 1     | Tinggi          | 38,2                    | 18,26      | 5    |
| 2     | Sedang          | 35,23                   | 43,96      | 10   |
| 3     | Lambat          | 3,93                    | 13,42      | 20   |
| 4     | Sangat Lambat   | 3,27                    | 5,03       | 25   |

*Sumber : Hasil Intepretasi Foto Udara & cek lapangan*

Tabel 5. Kerapatan Aliran Permukaan DAS Kreo Metode Bransby dan William (Puguh, 2005)

| Kelas | Kerapatan Aliran (km/km <sup>2</sup> ) | Luas (km <sup>2</sup> ) | Skor |
|-------|----------------------------------------|-------------------------|------|
| 1     | < 1                                    | 16,14                   | 0    |
| 2     | 1 – 2                                  | 7,58                    | 0    |
| 3     | 2 – 5                                  | 28,20                   | 5    |
| 4     | > 5                                    | 28,75                   | 10   |

*Sumber : Hasil Intepretasi Foto Udara & cek lapangan*

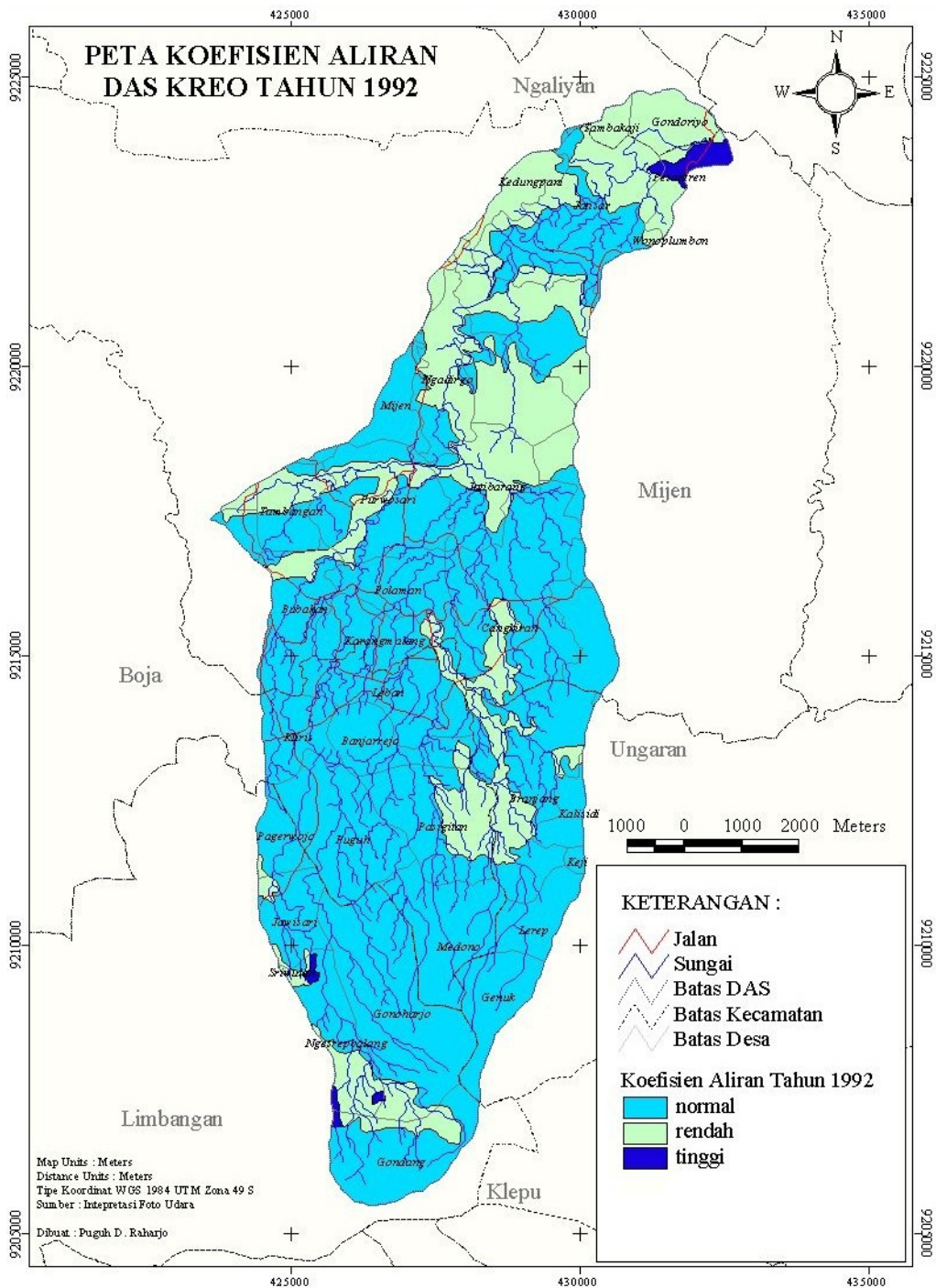
Intensitas hujan didapatkan dari perhitungan data sekunder. Dalam penelitian ini intensitas hujan yang digunakan merupakan intensitas hujan sesaat, dimana kejadian hujan tunggal yang maksimal yang dihitung selama satu jam. Data intensitas hujan pada daerah penelitian baik pada tahun 1992 maupun 1999 dalam kelas intensitas hujan menurut Bransby dan William termasuk dalam kelas normal dan rendah atau kurang dari 2 inci/jam yang mempunyai nilai skor 15. Koefisien aliran permukaan merupakan nilai angka pengaliran dari suatu permukaan yang terjadi akibat adanya hujan yang berubah menjadi aliran air permukaan. Dari hasil penggabungan (*overlay*) peta-peta parameter yaitu dari peta lereng, peta penggunaan lahan, peta infiltrasi tanah, peta kerapatan aliran serta nilai intensitas hujan didapatkan nilai koefisien aliran permukaan estimasi. Tabel 6 menunjukkan nilai koefisien aliran estimasi.

Hasil total nilai koefisien aliran permukaan merupakan jumlah total dari semua nilai koefisien aliran tiap satuan pemetaan. Hasil total nilai koefisien aliran permukaan berdasarkan interpretasi foto udara yaitu sebesar 47,21 % pada tahun 1992 dan 54,15 % pada tahun 1999, karena pada daerah penelitian terdapat penggunaan lahan hutan maka nilai koefisien aliran permukaan menggunakan Metode Bransby dan William ini dikurangi 10 % dari total koefisien

aliran permukaan karena dipengaruhi oleh intersepsi. Sehingga pada tahun 1992 koefisien aliran DAS Kreo sebesar 42,92 % dan 49,23 % pada tahun 1999. Hal tersebut mempunyai arti bahwa pada tahun 1992 hujan yang jatuh akan menjadi aliran permukaan sebesar 42,92% dan pada tahun 1999 hujan yang jatuh dan menjadi aliran permukaan sebesar 49,23 %. Gambar 5 merupakan Peta Koefisien Aliran Permukaan DAS Kreo tahun 1992 hasil interpretasi foto udara. Hasil total nilai koefisien aliran permukaan merupakan jumlah total dari semua nilai koefisien aliran tiap satuan pemetaan. Hasil total nilai koefisien aliran permukaan berdasarkan interpretasi foto udara yaitu sebesar 47,21 % pada tahun 1992 dan 54,15 % pada tahun 1999, karena pada daerah penelitian terdapat penggunaan lahan hutan maka nilai koefisien aliran permukaan menggunakan Metode Bransby dan William ini dikurangi 10 % dari total koefisien aliran permukaan karena dipengaruhi oleh intersepsi. Sehingga pada tahun 1992 koefisien aliran DAS Kreo sebesar 42,92 % dan 49,23 % pada tahun 1999. Hal tersebut mempunyai arti bahwa pada tahun 1992 hujan yang jatuh akan menjadi aliran permukaan sebesar 42,92% dan pada tahun 1999 hujan yang jatuh dan menjadi aliran permukaan sebesar 49,23 %. Gambar 5 merupakan Peta Koefisien Aliran Permukaan DAS Kreo tahun 1992 hasil interpretasi foto udara.

Tabel 6. koefisien aliran estimasi DAS Kreo Semarang Metode Bransby dan William

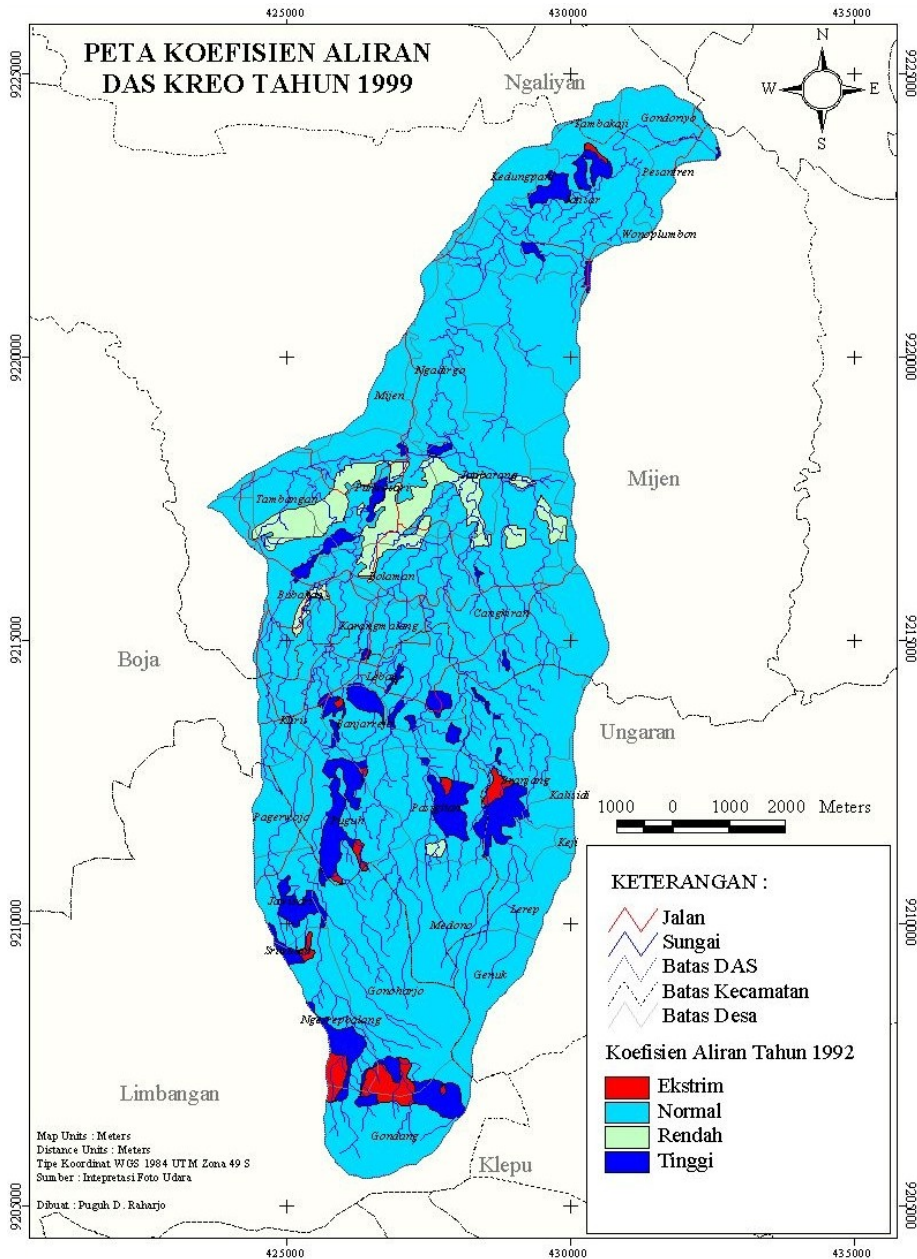
| Klasifikasi Nilai C                                              | Luas ( km <sup>2</sup> ) |       | Skor  |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|-------|
|                                                                  | 1992                     | 1999  |       |
| Kelas I (Rendah)                                                 | 22,14                    | 8,84  | 0-25  |
| Kelas II (Normal)                                                | 56,69                    | 64,47 | 25-50 |
| Kelas III (Tinggi)                                               | 1,83                     | 5,26  | 50-75 |
| Kelas IV (Ekstrim)                                               | -                        | 2,09  | > 75  |
| <i>Sumber : Hasil Interpretasi Foto Udara &amp; cek lapangan</i> |                          |       |       |



Gambar 5. Peta Koefisien Aliran Permukaan DAS Kreo Semarang Tahun 1992

Selama tujuh tahun terjadi peningkatan koefisien aliran permukaan 6,31 %. Faktor terbesar yang mempengaruhi peningkatan nilai koefisien aliran tersebut adalah faktor perubahan penggunaan lahan. Untuk mengetahui tingkat kebenaran nilai koefisien aliran permukaan melalui foto udara

maka digunakan analisa hidrograf aliran untuk mendapatkan nilai koefisien aktual. Gambar 6 merupakan Peta Koefisien Aliran Permukaan DAS Kreo tahun 1999 hasil intepretasi foto udara.

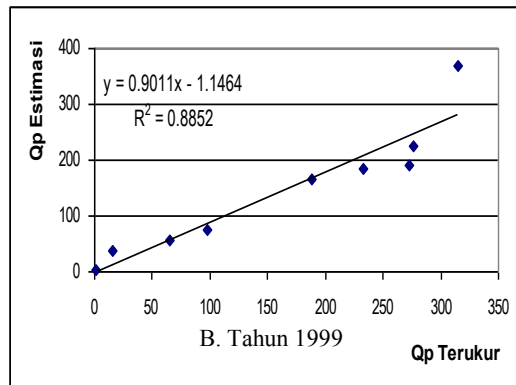
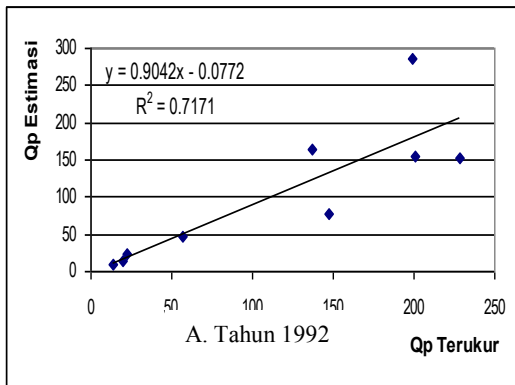


Gambar 6. Peta Koefisien Aliran Permukaan DAS Kreo Semarang Tahun 1999

Sebagai pembanding nilai koefisien aliran permukaan melalui foto udara maka digunakan data hidrograf aliran untuk mendapatkan nilai koefisien terukur. Hidrograf aliran yang digunakan merupakan hidrograf aliran yang mempunyai curah hujan merata dalam DAS. Pada analisa hidrograf tanggal 12 April 1992 didapatkan nilai koefisien aliran permukaan terukur sebesar 34,34 % dan pada tanggal 5 Januari 1999 didapatkan nilai koefisien aliran permukaan terukur sebesar 54,2 %. DAS Kreo mempunyai luasan 80,66 km<sup>2</sup>, dari hasil perhitungan debit puncak melalui foto udara dengan menggunakan metode rasional pada tahun 1992 maka didapat nilai sebesar 284,88 m<sup>3</sup>/detik dengan intensitas hujan sebesar

m<sup>3</sup>/detik. Gambar 7 merupakan grafik hubungan variabel debit puncak terukur dengan debit puncak estimasi.

Berdasarkan gambar 7 mengenai hubungan variabel debit puncak estimasi dari foto udara (Qp Estimasi) dan debit puncak terukur dari hidrograf aliran (Qp Terukur) digunakan sebagai kalibrasi dari intepretasi foto udara mengenai debit puncak menunjukkan bahwa pada tahun 1992 nilai R<sup>2</sup> = 0,7171 sedangkan pada tahun 1999 nilai R<sup>2</sup> = 0,885, hal ini menunjukkan bahwa ketelitian hasil intepretasi debit puncak melalui foto udara terhadap debit puncak terukur dilapangan sebesar 71,7 % pada tahun 1992 dan 88,5 % pada tahun 1999. Nilai debit terukur baik pada tahun 1992 maupun tahun 1999 lebih besar



Gambar 7. Grafik hubungan variabel debit puncak terukur dengan debit puncak estimasi

29,6 mm/jam yang terjadi pada tanggal 12 April 1992 sedangkan nilai debit puncak melalui foto udara tahun 1999 sebesar 368,71 m<sup>3</sup>/detik yang diakibatkan oleh intensitas hujan sebesar 33,40 mm/jam yang terjadi pada tanggal 9 Januari 1999. Pada analisis hidrograf yang dilakukan menggunakan data TMA pada saat terjadi puncak banjir dan intensitas hujan dengan curah hujan merata di seluruh DAS pada saat waktu konsentrasi. Data perhitungan nilai debit puncak terukur tahun 1992 dengan menggunakan metode rasional yaitu sebesar 228,7 m<sup>3</sup>/detik. Sedangkan pada tahun 1999 debit puncak terukur menggunakan metode rasional sebesar 314,6 m<sup>3</sup>/detik. Nilai debit puncak terjadi peningkatan dari tahun 1992 sampai tahun 1999 sebesar 85,9

dari pada debit estimasi dari foto udara, nilai koefisien aliran permukaan yang merupakan salah satu parameter untuk menghitung debit puncak pada koefisien aliran estimasi dari foto udara merupakan nilai yang tetap dalam tahun tersebut akan tetapi nilai koefisien aliran permukaan terukur merupakan nilai yang selalu berubah setiap waktu tergantung pada kejadian hujan serta hidrografnya. Hasil perhitungan debit puncak baik menggunakan data penginderaan jauh maupun data debit puncak terukur menandakan bahwa terjadi perubahan nilai debit puncak pada tahun 1992 dan 1999.

Hasil ketelitian interpretasi dalam penyadapan debit puncak tahun 1999 lebih baik dibandingkan

hasil pada tahun 1992, hal ini disebabkan data foto udara pada tahun 1999 mempunyai skala lebih besar yaitu 1:10.000 sedangkan skala pada foto udara tahun 1992 mempunyai skala 1:25.000. Interpretasi foto udara yang kurang tepat dalam mengasumsikan mengenai faktor karakteristik DAS yang dipertimbangkan untuk estimasi koefisien aliran, baik berupa penafsiran infiltrasi tanah, kerapatan aliran, penggunaan lahan, kemiringan lereng, luas daerah aliran sungai maupun panjang sungai menyebabkan terjadinya penyimpangan nilai antara debit puncak estimasi dan debit puncak terukur. Faktor subyektifitas interpreter merupakan faktor yang berpengaruh terhadap hasil yang didapatkan, selain kesalahan dalam melakukan interpretasi faktor deliniasi atau pengkonversian data foto udara ke dalam bentuk digital juga dapat mempengaruhi, hal ini terjadi karena data foto udara tahun 1992 berskala 1:25.000 sehingga obyek yang terekam mengalami *distorsi*.

Dengan bertambahnya luasan penggunaan lahan yang berupa pemukiman dan kebun campuran rapat dan serta berkurangnya luasan penggunaan lahan yang berupa sawah, maka nilai koefisien alirannya semakin besar Sehingga debit puncak yang dihasilkan dalam DAS tersebut juga semakin besar. Untuk mengetahui terjadinya peningkatan terhadap nilai debit puncak, maka digunakan analisis hidrograf dan perbandingan antara debit maksimum dan debit minimum sebagai acuannya.

Berdasarkan perbandingan antara nilai debit maksimum dan debit minimum, pada tahun 1992 debit minimum terjadi pada tanggal 6 Juli 1992 yaitu sebesar 0,95 m<sup>3</sup>/detik sehingga perbandingan debit maksimum dengan debit minimum yaitu 240,74. Pada tahun 1999 nilai debit minimum terjadi pada tanggal 7 April 1999 sebesar 0,80 m<sup>3</sup>/detik sehingga perbandingan debit maksimum dengan debit minimum yaitu 393,25. Berdasarkan nilai perbandingan debit maksimum dan debit minimum tahun 1992 dan tahun 1999 menunjukkan kenaikan nilai, sehingga kisaran debit aliran sungai semakin besar dan penimbunan air di dalam DAS semakin buruk ketika musim kemarau sungai akan cepat mengering dan ketika musim

penghujan sungai akan cepat terjadi debit puncak, apabila dihubungkan dengan perubahan penggunaan lahan, maka terjadi penurunan kualitas penggunaan lahan dalam menahan air hujan untuk menjadi aliran permukaan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa penyadapan data menggunakan citra penginderaan jauh dapat digunakan untuk estimasi debit puncak. Berdasarkan metode rasional hasil estimasi debit puncak DAS Kreo tahun 1992 sebesar 284,88 m<sup>3</sup>/det. dan pada tahun 1999 sebesar 368,71 m<sup>3</sup>/det. Sedangkan hasil debit puncak aktual pada tahun 1992 sebesar 288,72 m<sup>3</sup>/det. dan pada tahun 1999 sebesar 314,6 m<sup>3</sup>/det. Bahwa pengaruh perubahan luasan penggunaan lahan yang signifikan yang dapat mempengaruhi volume air larian adalah lahan sawah yang pada tahun 1992 seluas 24,89 km<sup>2</sup> menjadi 15,47 km<sup>2</sup> pada tahun 1999 sedangkan lahan pemukiman seluas 13,29 km<sup>2</sup> pada tahun 1992 menjadi 20,42 km<sup>2</sup> pada tahun 1999. Perubahan penggunaan lahan di DAS Kreo mengalami penurunan kualitas dalam menahan laju aliran permukaan sehingga debit puncak terjadi peningkatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asdak. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Anonymous, \_\_\_\_, Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar Boja, Lembar Jatingaleh, Lembar Sumowono, skala 1: 25.000 Tahun, Bakosurtanal.
- Anonymous, \_\_\_\_, Foto udara pankromatik hitam putih, skala 1 : 25.000 tahun pemotretan Agustus 1992. diperoleh dari PUSPICS, Fakultas Geografi, Yogyakarta.
- Anonymous, \_\_\_\_, Foto udara pankromatik hitam putih, skala 1 : 10.000 tahun pemotretan maret 1999. Dispotrud

- Anonymous, \_\_\_\_, Peta Tanah Tinjau Propinsi Jawa Tengah, skala 1: 250.000. Departemen Pertanian
- Chow, V, T. 1964. Handbook of Applied Hydrology, A Compendium of Water Resources Technology. McGraw – Hill Book Company, New York.
- Gunawan, T. 1992. Penginderaan Jauh untuk Hidrologi. PUSPICS, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.
- Malingreau, J.P. 1981. A Land Cover / Land Use Classification For Indonesia. The Indonesia Journal of Geography, Faculty of Geography, Gadjah Mada University, Yogyakarta. Vol. 11. No. 41. p : 13-49.
- Meijerink, A.M. 1970. Photo-Interpretation in Hydrology and Geomorphology Approach. ITC, Enschede.
- Puguh Dwi Raharjo, 2005, Aplikasi Teknik Penginderaan Jauh Untuk Mengkaji Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Debit Puncak di DAS Kreo Semarang, Skripsi Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta
- RE. Thaden, dkk, 1996. Peta Geologi Lembar 11/XIV (Magelang) – 11/XIII (Semarang), skala 1: 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sutanto, 1986, Penginderaan Jauh Dasar Jilid 1, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.
- Seyhan. 1990. Fundamentals of Hydrology, Instituut voor Aardwetenschappen Vrije Universiteit, Amsterdam.