

ANALISIS LAJU INFILTRASI PADA TUTUPAN LAHAN PERKEBUNAN DAN HUTAN TANAM INDUSTRI (HTI) DI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) SIAK

Muhammad David¹, Manyuk Fauzi², Ari Sandhyavitri²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Email : Muhammad.david11@gmail.com

ABSTRACT

The change in land use may affect the availability of ground due the change of infiltration in to the soil. One of the significant factors that can increase infiltration rate is vegetation coverage. The purpose of this study is: (1) to determine the infiltration rate of 4 type of vegetation land cover and (2) to determine the land cover classification based on the average value of the infiltration capacity. The research was conducted in 4 different land cover : immature palm oil plantation, mature palm oil plantation, rubber plantation and acacia Industrial plantation forest. Infiltration test for each land cover was processed at 8 points on 4 soil types and the obtained data was processed using Horton infiltration method. Based on analysis resulting using Horton infiltration method, immature palm oil plantation with 0,54 cm/hour of infiltration capacity is classified as group B (medium surface flow), oil palm plantation with 0,18 cm/hour of infiltration capacity as group C (between high and medium surface flow), rubber plantation with 0,92 cm/hour of infiltration capacity as group A (low surface flow), and acacia plantation area with 0,91 cm/hour of infiltration capacity as group A (low surface flow). Based on the regression result between the actual infiltration rate and Horton infiltration acquired a very real relation, so that Horton infiltration method can be used to estimate infiltration rate of four types of land cover in Siak Watershed.

Key words: *Change in land use, Double ring infiltrometer, Horton infiltration method, Infiltration rate.*

A. PENDAHULUAN

A.1 Latar Belakang

Perubahan tata guna lahan dapat mempengaruhi ketersediaan air tanah akibat perubahan nilai laju infiltrasi yang masuk kedalam tanah.

Perubahan tata guna lahan dari semak belukar dan hutan menjadi perkebunan sawit di Provinsi Riau naik hampir 500% dari 556 ribu hektar menjadi 2,37 juta hektar dalam periode 17 tahun dari tahun 1996 sampai tahun 2012 (Sandhyavitri dkk, 2014).

Sedangkan komposisi tutupan lahan DAS Siak Provinsi Riau persentase tutupan kelapa sawit 41,22%, pertanian 30,80%, untuk hutan turun menjadi 1,06% pada tahun 2013.

Komposisi tutupan lahan DAS Siak Provinsi Riau pada tahun 2003 dan 2013 sebagai berikut.

Tabel 1 Tutupan Lahan DAS Siak

No	Keterangan	Tahun 2003 (Ha)	Persentase (%)	Tahun 2013 (Ha)	Persentase (%)
1	Hutan	142092,8	12,72	11885,38	1,06
2	HTI	129714,75	11,61	140384,91	12,56
3	Karet	14019,16	1,25	5611,88	0,5
4	Kelapa Sawit	345668,42	30,93	460652,92	41,22
5	Pemukiman	28621,73	2,56	31773,61	2,84
6	Perairan	6248,7	0,56	7201,5	0,64
7	Pertanian	298664,74	26,73	344188,35	30,8
8	Semak / Belukar	86926,31	7,78	52659,67	4,71
9	Tanah Terbuka	33108,88	2,96	63113,48	5,65
JUMLAH		1117471,7	100	1117471,7	100

Sumber : Hasil Penafsiran Citra Landsat Tahun 2003 dan 2013

Perkembangan perkebunan di wilayah DAS Siak seperti kelapa sawit, karet dan HTI akasia yang terus mengalami peningkatan ternyata tidak selalu dianggap sebagai sebuah hasil yang mengembirakan. Salah satu hal yang perlu menjadi perhatian adalah pengaruh terhadap lingkungan terutama yang terkait dengan terganggunya tata air. Perkebunan kelapa sawit, karet, dan HTI akasia yang sifatnya monokultur dinilai banyak sebagai penyebab berkurangnya ketersediaan air tanah dan dapat menurunkan muka air tanah (Sandhyavitri dkk, 2014).

Hasil penelitian Widodo (2011), menemukan bahwa perkembangan luas areal perkebunan kelapa sawit berdampak nyata terhadap lingkungan, diantaranya adalah semakin berkurangnya ketersediaan air. Fluktuasi debit DAS Siak semakin meningkat dari tahun 2000 sampai dengan 2005, akibat langsung dari tingginya fluktuasi selisih debit air sungai Siak maksimum dengan minimum adalah dalam bentuk terjadinya banjir dan kekeringan dengan pola yang lebih sering tiap tahunnya (Balai Wilayah Sungai Sumatera III, Tahun 2011).

Hal ini menunjukkan adanya indikasi mulai terganggunya parameter kinerja DAS Siak, lebih spesifiknya perubahan angka Koefisien Rezim Aliran (KRA) sebagai dampak perubahan tutupan lahan dari 5,8 sampai 7,2 (Sandhyavitri dkk, 2014).

A.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai infiltrasi pada 4 vegetasi tutupan lahan di DAS Siak dan mengetahui klasifikasi tutupan lahan berdasarkan nilai rata-rata kapasitas infiltrasi.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 Konsep Hidrologi

Secara keseluruhan jumlah air di planet bumi ini relatif tetap dari masa ke masa. Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang

berlangsung terus-menerus yang disebut siklus hidrologi. Presipitasi yang jatuh ke bumi menyebar ke berbagai arah dan dengan berapa cara. Sebagian air hujan atau lelehan salju akan mengalir ke saluran atau sungai. Hal ini disebut aliran/limpasan permukaan. Jika permukaan tanah berporos, maka sebagian air meresap ke tanah melalui peristiwa yang disebut infiltrasi. Sebagian lagi akan kembali ke atmosfer melalui penguapan dan transpirasi oleh tanaman yang disebut evapotranspirasi (Suripin, 2004)

B.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggungan pegunungan dimana air hujan yang jatuh didaerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/ stasiun yang ditinjau (Triatmodjo, 2009).

Asdak (1995) menyebutkan bahwa daerah aliran sungai biasanya dibagi menjadi daerah hulu, tengah, dan daerah hilir. Daerah hulu dicirikan sebagai daerah konservasi, mempunyai serapan drainase yang lebih tinggi, merupakan daerah dengan kemiringan lereng lebih besar (lebih besar dari 15%), bukan merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase. Sementara daerah hilir DAS merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil, merupakan daerah dengan kemiringan kecil sampai sangat kecil (kurang dari 8%), pada beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan air).

B.3 Air Tanah

Air tanah adalah air yang terdapat dalam lapisan tanah atau batuan di bawah permukaan tanah. Air tanah merupakan salah satu fase dalam daur hidrologi, yakni suatu peristiwa yang selalu berulang dari urutan tahap yang dilalui air dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer, penguapan dari darat atau laut atau air pedalaman, pengembunan

membentuk awan, penguapan, pelonggokan dalam tanah atau badan air dan penguapan kembali (Kamus Hidrologi, 1987).

Air tanah terdapat pada lapisan jenuh air (*aquifer*), jumlah air tanah yang terkandung dalam *aquifer* sangat tergantung dari formasi geologi, porositas, dan pengisian kembali (*recharge*) dari pekolasi. Jumlah *recharge* dipengaruhi oleh:

- a. Hujan
- b. Sifat tutupan lahan (tumbuhan)

B.3.1 Kadar Air

Sri Harto (1993) mengatakan kelembaban tanah yang selalu berubah setiap saat juga berpengaruh terhadap laju infiltrasi. Makin tinggi kadar air dalam tanah laju infiltrasi dalam tanah tersebut semakin kecil. Dengan demikian, dapat dimengerti bahwa jika dalam satu jenis tanah terjadi infiltrasi, infiltrasinya semakin lama semakin kecil. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase kadar air adalah:

$$KA = \frac{BB - BK}{BK} \times 100 \%$$

Keterangan :

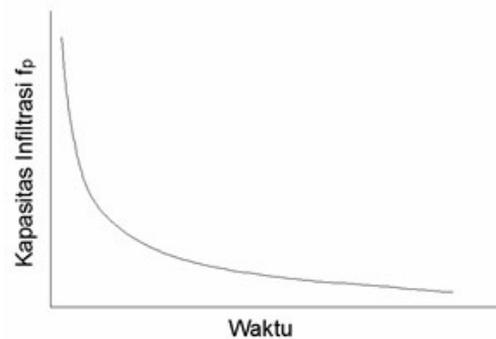
- KA = Kadar air (%)
- BB = Berat tanah basah (gr)
- BK = Berat tanah kering (gr)

B.4 Infiltrasi

Infiltrasi adalah aliran air secara vertikal ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Air hujan yang jatuh ke tanah sebagian akan menjadi limpasan dan sebagian lagi akan terinfiltrasi, air yang terinfiltrasi mengalir secara lateral menjadi aliran antara (*interflow*) dan mengalir secara vertikal akan mencapai lapisan jenuh air (*aquifer*) menjadi aliran air tanah (*baseflow*).

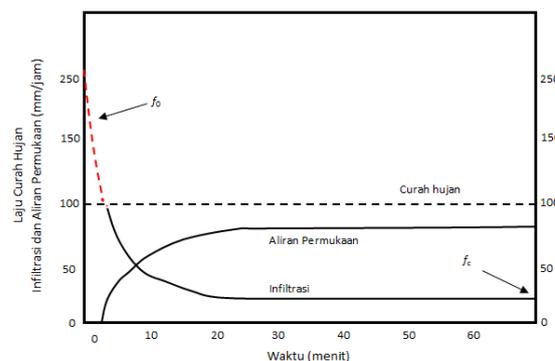
Terdapat dua parameter penting berkaitan dengan infiltrasi yaitu laju infiltrasi dan kapasitas infiltrasi. Laju infiltrasi berkaitan dengan banyaknya air

per satuan waktu yang masuk melalui permukaan tanah. Sedangkan kapasitas infiltrasi adalah laju maksimum air dapat masuk ke dalam tanah pada suatu saat (Arsyad 1989). Kapasitas infiltrasi dan laju infiltrasi dinyatakan dalam mm/jam atau cm/jam.



Gambar 1 Kurva Kapasitas Infiltrasi

Gambar 1 menunjukkan kurva kapasitas infiltrasi (f_p), merupakan fungsi waktu. Pada saat awal terjadi, kapasitas infiltrasi tinggi karena kedua gaya kapiler dan gravitasi menarik air ke dalam tanah. Saat tanah menjadi basah, gaya kapiler berkurang, menyebabkan laju infiltrasi menurun.



Gambar 2 Hubungan Antara Infiltrasi Dengan Aliran Permukaan Dan Curah Hujan

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara laju infiltrasi, aliran permukaan dan curah hujan. Pada saat curah hujan diperkirakan konstan, Infiltrasi yang terbesar terjadi di awal terjadinya hujan (f_0), aliran permukaan baru terjadi setelah beberapa saat hujan berlangsung, yaitu ketika laju hujan menjadi lebih tinggi dari laju

infiltrasi. Laju aliran permukaan pada akhirnya akan mencapai nilai maksimum yang konstan, sementara itu nilai laju infiltrasi juga konstan seiring perubahan waktu.

B.4.1 Pengukuran Infiltrasi

Pengukuran infiltrasi dimaksudkan untuk memperoleh gambaran tentang besaran dan laju infiltrasi serta variasi sebagai fungsi waktu. Cara pengukuran yang dapat dilakukan adalah dengan pengukuran lapangan menggunakan alat infiltrometer.

Infiltrometer merupakan suatu tabung baja silindris pendek, berdiameter besar (atau suatu batas kedap air lainnya) yang mengitari suatu daerah dalam tanah (Seyhan, 1990). *Ring infiltrometer* utamanya digunakan untuk menetapkan infiltrasi kumulatif, laju infiltrasi, dan kapasitas infiltrasi.

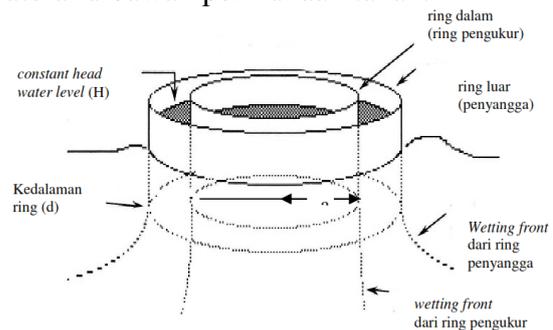
Ada dua bentuk *ring infiltrometer*, yaitu *single ring infiltrometer* dan *double* atau *concentric-ring infiltrometer*. *Single ring infiltrometer* umumnya berukuran diameter 10-50 cm dan panjang atau tinggi 10-30 cm. Ukuran *double ring infiltrometer* adalah ring pengukur/ring dalam umumnya berdiameter 10-20 cm, sedangkan ring bagian luar (ring penyangga/*buffer ring*) berdiameter 50 cm (Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, 2006).

Pada dasarnya tidak ada perbedaan antara *single ring infiltrometer* dan *double*, pengukuran dengan *single ring infiltrometer* dapat menggunakan lingkaran tengah *double ring infiltrometer*. Hanya saja yang membedakan kedua alat tersebut adalah pendekatannya dimana untuk *double ring infiltrometer*, ring bagian luar bertujuan untuk mengurangi pengaruh batas dari tanah agar air tidak dapat menyebar secara lateral dibawah permukaan tanah.

Menurut Sosrodarsono dan Takeda (1993), penggunaan *double ring infiltrometer*, lingkaran luar digunakan untuk mencegah peresapan keluar dari air

dalam lingkaran tengah setelah meresap ke dalam tanah. Ditujukan untuk mengurangi pengaruh rembesan lateral.

Gambar 3 adalah *double ring infiltrometer* terdiri dari dua ring yang memiliki fungsi berbeda, ring dalam berfungsi sebagai ring pengukur, dan ring luar berfungsi sebagai ring penyangga. Selain itu ring bagian luar juga berfungsi untuk mengurangi pengaruh batas dari tanah agar air tidak dapat menyebar secara lateral dibawah permukaan tanah.



Gambar 3 *Double Ring Infiltrometer*

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, laju infiltrasi dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$f = \frac{\Delta H}{t} \times 60 \text{ (cm/jam)}$$

Keterangan :

- f : Laju infiltrasi (cm/jam)
- ΔH : Tinggi penurunan air dalam selang waktu tertentu (cm)
- t : Waktu yang dibutuhkan oleh air pada ΔH untuk masuk ke tanah (menit)

B.4.2 Metode Horton

Model Horton adalah salah satu model infiltrasi yang terkenal dalam hidrologi. Kapasitas infiltrasi berkurang seiring dengan bertambahnya waktu hingga mendekati nilai yang konstan.

Infiltrasi membagi curah hujan menjadi dua yaitu menyerap kedalam tanah dan sisanya menjadi limpasan atau terjadi penguapan. Perubahan di permukaan tanah dapat mempengaruhi infiltrasi. Ketika intensitas curah hujan kurang dari kapasitas infiltrasi, semua air mencapai tanah dapat menyerap. Tetapi jika

intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi, infiltrasi akan terjadi hanya pada tingkat kapasitas infiltrasi, dan air yang melebihi kapasitas infiltrasi akan menjadi limpasan permukaan, atau menguap. Secara umum, kapasitas infiltrasi awal pada tanah yang kering tinggi (Horton, 1940).

Model Horton dapat dinyatakan secara matematis mengikuti persamaan berikut :

$$f = fc + (f_0 - fc)e^{-kt}$$

- f = tingkat infiltrasi (cm/hari),
- fc = tingkat infiltrasi setelah konstan
- f_0 = kapasitas infiltrasi aktual awal
- k = $-1/(m \log 2,718)$
- e = 2,718

B.4.3 Klasifikasi Kapasitas Infiltrasi

Nilai laju infiltrasi yang diperoleh pengujian akan diklasifikasikan kedalam *Hydrologic Soil Group*. Hasil klasifikasi ini bisa dijadikan input dalam program SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*).

Tabel 3 *Hydrologic Soil Group*

Criteria*	Hydrologic Soil Groups			
	A	B	C	D
Final constant infiltration rate (mm/hr)	7.6-11.4	3.8-7.6	1.3-3.8	0-1.3
Mean permeability: surface layer (mm/hr)	> 254.0	84.0-254.0	8.4-84.0	< 8.4
Mean permeability: most restrictive layer below the surface layer to a depth of 1.0 m (mm/hr)	> 254.0	84.0-254.0	8.4-84.0	< 8.4
Shrink-swell potential: most restrictive layer**	Low	Low	Moderate	High Very High
Depth to bedrock or cemented pan (mm)	> 1016	> 508	> 508	< 508
DUAL HYDROLOGIC GROUPS	A/D	B/D	C/D	
Mean depth to water table (m)	< 0.61	< 0.61	< 0.61	

Sumber: *Soil and Water Assessment Tools Input / Output File Documentation*

Berdasarkan SNI-03-2415-1991 tentang Metode Pengukuran Banjir, tingkat infiltrasi di klasifikasikan sebagai berikut.

Tabel 4 Tabel Klasifikasi Tingkat Infiltrasi

Kelompok Jenis Tanah	Uraian	Tingkat Infiltrasi (mm/jam)
A	Potensi aliran permukaan rendah	8 - 12
B	Potensi aliran permukaan sedang	4 - 8
C	Potensi aliran antara tinggi dan sedang	1 - 4
D	Potensi aliran permukaan tinggi	0 - 1

Sumber : SNI-03-2415-1991 tentang Metode Pengukuran Banjir

B.5 Tanaman atau Tumbuhan

Tanaman yang tumbuh dalam suatu kawasan hutan yang tidak terganggu sangat berperan dalam mengurangi dan menghambat laju limpasan permukaan, sehingga dampak negatif yang timbul akibat besarnya jumlah dan kecepatan limpasan permukaan dapat dicegah ataupun diminimalisir.

Hujan yang turun kawasan hutan akan ditahan dan dihambat oleh daun-daunan dan ranting-ranting pohon yang tinggi menuju ke permukaan tanah di kawasan itu sehingga permukaan tanah akan terlindung dari timpaan-timpaan titik-titik hujan yang memiliki energi kinetik berat. Air hujan yang tertahan oleh daun-daun dan ranting-ranting tersebut kebanyakan mengalir ke bawah mengikuti batang-batang pohon kemudian mencapai permukaan tanah sehingga daya tumbuknya dapat dikatakan relatif sangat lemah.

Tanaman yaang rendah seperti rumput atau semak belukar juga berfungsi untuk mencegah limpasan air menghancurkan partikel tanah menjadi partikel yang lebih kecil. Sebagian air yang terinfiltrasi ke dalam tanah setelah diserap oleh akar-akar tanaman, sebagian ada yang ditranspirasikan (diuapkan kembali) dan yang masih tertahan di sekitar permukaan tanah sebagian mengalir secara lambat memasuki sungai yang ada di sekitar kawasan tersebut. Tutupan lahan sangat berpengaruh terhadap jumlah dan kecepatan limpasan permukaan.

Penelitian yang dilakukan hanya menganalisis laju infiltrasi pada 4 vegetasi tutupan lahan yaitu perkebunan kelapa sawit (tanaman menghasilkan dan tanaman belum menghasilkan), pekebunan karet, dan HTI (Hutan Tanam Industri).

B.5.1 Tanaman Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit terbagi dua berdasarkan umur tanaman.

- a. Tanaman Belum Menghasilkan (TBM) adalah tanaman yang belum

memberikan hasil, karena masih muda, belum pernah berbunga atau belum cukup umur untuk berproduksi.

- b. Tanaman Menghasilkan (TM) adalah tanaman yang sedang
- c. menghasilkan dan atau sudah pernah menghasilkan.

B.5.2 Tanaman Karet

Tanaman karet memiliki nama latin *Hevea brasiliensis* yang berasal dari negara Brazil. Tanaman ini merupakan sumber utama bahan karet alam dunia. Tanaman karet merupakan pohon yang tumbuh tinggi dan berbatang cukup besar. Tinggi pohon dewasa mencapai 15-25 meter.

Hasil penelitian Adhy (2004), Laju infiltrasi pada kebun karet dengan jenis tanah lempung adalah 0,37 cm/menit.

B.5.3 Hutan Tanam Industri Akasia

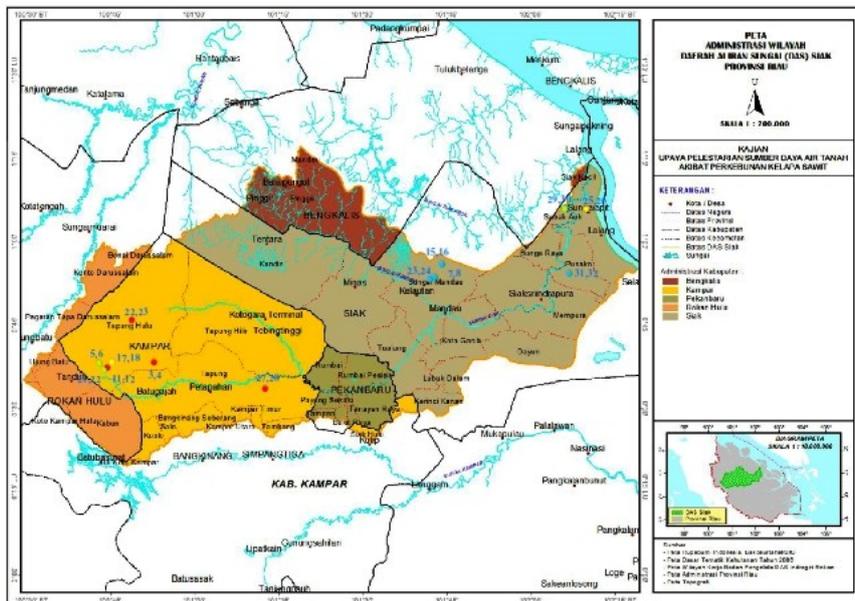
Hutan Tanaman Industri (HTI) adalah perkebunan kayu monokultur skala besar yang ditanam dan dipanen untuk produksi bubur kertas. Salah satunya adalah akasia yang ditanam melebihi batas produktivitas alami, dengan kecepatan tumbuh dan toleransi tinggi terhadap lahan terdegradasi. Kayu yang dihasilkan dari perkebunan ini digunakan secara luas sebagai bahan bakar dan konstruksi serta produksi kertas dan kain.

Hasil penelitian Saifudin,dkk (2007), dalam satu tahun, dari curah hujan setebal 2.742 mm, sebanyak 331 mm hilang oleh karena intersepsi, 1.486 mm terinfiltrasi kedalam tanah dan 775 mm mengalir sebagai aliran permukaan. Hutan Tanam Industri akasia mampu menyimpan air yang ditunjukkan oleh tingginya infiltrasi tanah dan sedikitnya air yang mengalami pelimpasan keluar lantai hutan.

C. METODOLOGI PENELITIAN

C.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Batas wilayah DAS Siak Provinsi Riau diperlihatkan pada Gambar 4 berikut ini.



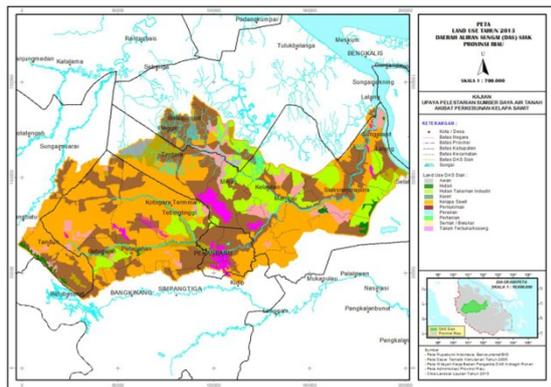
Sumber: Citra Landsat 2013

Gambar 1. Wilayah DAS Siak Provinsi Riau

Secara geografis DAS Siak berada pada posisi antara 100°28' BT – 102°12' BT dan 0°20' LU – 1°16' LU. Penelitian dilakukan pada 4 vegetasi tutupan lahan

yaitu perkebunan kelapa sawit (tanaman menghasilkan dan tanaman belum menghasilkan), pekebunan karet, dan HTI

(Hutan Tanam Industri) akasia terlihat pada (Gambar 5).



Gambar 5. Peta Tutupan Lahan DAS Siak

Pada peta tutupan lahan DAS Siak, vegetasi tanaman yang mendominasi adalah tutupan lahan kelapa sawit, dengan persentase 41,22% dari seluruh luas wilayah DAS Siak Provinsi Riau, sementara itu luasan Hutan Tanam Industri memiliki persentase 12,56%.

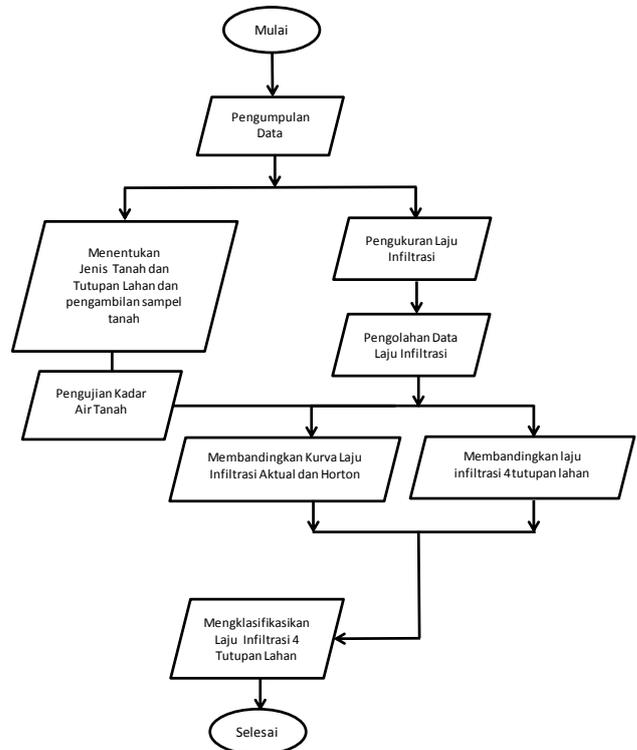
Titik lokasi penelitian dilakukan pada DAS (Daerah Aliran Sungai) Siak, dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

No	Lokasi	Jenis Tutupan Lahan	Jenis Tanah	Koordinat Titik
1	Tualang	Sawit Belum Menghasilkan	Acrisol	N 00° 33' 7,45" E 101° 36' 8,22"
2	Tualang	Sawit Belum Menghasilkan	Acrisol	N 00° 33' 7,45" E 101° 36' 8,22"
3	Suram	Sawit Menghasilkan	Acrisol	N 00° 38' 23,2" E 100° 52' 43,2"
4	Suram	Sawit Menghasilkan	Acrisol	N 00° 38' 23,2" E 100° 52' 43,2"
5	Kasikan	Karet	Acrisol	N 00° 38' 06,5" E 100° 42' 52,1"
6	Kasikan	Karet	Acrisol	N 00° 38' 06,5" E 100° 42' 52,1"
7	Sungai Mandau	HTI Akasia	Acrisol	N 00° 53' 38,3" E 101° 42' 46,8"
8	Sungai Mandau	HTI Akasia	Acrisol	N 00° 53' 38,3" E 101° 42' 46,8"
9	Koto Gasib	Sawit Belum Menghasilkan	Ferrosol	N 00° 39' 39,6" E 101° 48' 44,4"
10	Koto Gasib	Sawit Belum Menghasilkan	Ferrosol	N 00° 39' 39,6" E 101° 48' 44,4"
11	Terantam	Sawit Menghasilkan	Ferrosol	N 00° 37' 23" E 100° 44' 22,8"
12	Terantam	Sawit Menghasilkan	Ferrosol	N 00° 37' 23,1" E 100° 44' 23,7"
13	Dayun	Karet	Ferrosol	N 00° 39' 42,1" E 101° 59' 40,2"
14	Dayun	Karet	Ferrosol	N 00° 39' 42,1" E 101° 59' 40,2"
15	Sungai Mandau	HTI Akasia	Ferrosol	N 00° 56' 01,5" E 101° 43' 59,4"
16	Sungai Mandau	HTI Akasia	Ferrosol	N 00° 56' 02,5" E 101° 43' 59,4"
17	Terantam	Sawit Belum Menghasilkan	Cambisol	N 00° 38' 20,7" E 100° 45' 12,3"
18	Terantam	Sawit Belum Menghasilkan	Cambisol	N 00° 38' 19,6" E 100° 45' 12,4"
19	Sinamanenek	Sawit Menghasilkan	Cambisol	N 00° 45' 53,1" E 100° 48' 46"
20	Sinamanenek	Sawit Menghasilkan	Cambisol	N 00° 45' 53,6" E 100° 48' 46"
21	Kasikan	Karet	Cambisol	N 00° 37' 00,8" E 100° 43' 46,4"
22	Kasikan	Karet	Cambisol	N 00° 37' 01,5" E 100° 43' 47,0"

No	Lokasi	Jenis Tutupan Lahan	Jenis Tanah	Koordinat Titik
23	Sungai Mandau	HTI Akasia	Cambisol	N 00° 53' 14,6" E 101° 41' 53,6"
24	Sungai Mandau	HTI Akasia	Cambisol	N 00° 53' 15,4" E 101° 41' 53,6"
25	Sungai Apit	Sawit Belum Menghasilkan	Histosol	N 01° 05' 58" E 102° 09' 50,5"
26	Sungai Apit	Sawit Belum Menghasilkan	Histosol	N 01° 05' 58" E 102° 09' 50,1"
27	Pantai Cermin	Sawit Menghasilkan	Histosol	N 00° 33' 38,3" E 101° 12' 33,9"
28	Pantai Cermin	Sawit Menghasilkan	Histosol	N 00° 33' 39,2" E 101° 12' 33,9"
29	Sungai Apit	Karet	Histosol	N 01° 08' 57,6" E 102° 05' 56,8"
30	Sungai Apit	Karet	Histosol	N 01° 08' 54,6" E 102° 05' 56,8"
31	Sungai Limau	HTI Akasia	Histosol	N 00° 54' 16" E 102° 06' 42,3"
32	Sungai Limau	HTI Akasia	Histosol	N 00° 54' 16" E 102° 06' 42,3"

C.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data didapatkan dengan cara pengujian di lapangan dan laboratorium dapat dilihat pada diagram berikut.



Gambar 6 Diagram Alir Penelitian

C.2.1 Pengukuran Infiltrasi

Uji infiltrasi dilakukan di 32 titik, setiap tutupan lahan diambil 2 titik pada 4 jenis tanah berdasarkan FAO atau UNESCO.

Adapun pengukuran laju infiltrasi, pertama *ring infiltrometer* dimasukkan kedalam tanah dengan kedalaman sekitar 5cm. Kemudian mistar dipasang pada *ring*

dalam untuk mengukur besar penurunan air yang terjadi. Ring bagian luar kemudian diisi air hingga ketinggian tertentu untuk mengurangi pengaruh aliran lateral yang terjadi selama pengukuran infiltrasi.

Pencatatan penurunan muka air, dilakukan setiap 15 menit, sampai penurunan air pada ring bagian dalam konstan. Laju infiltrasi dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$f = \frac{\Delta H}{t} \times 60 \text{ (cm/jam)}$$

Keterangan :

- f : Laju infiltrasi (cm/jam)
- ΔH : Tinggi penurunan air dalam selang waktu tertentu (cm)
- t : Waktu yang dibutuhkan oleh air pada ΔH untuk masuk ke tanah (menit)

Selanjutnya dilakukan *plotting* antara waktu (h) sebagai sumbu x dengan laju infiltrasi aktual (mm/jam) sebagai sumbu y, sehingga diperoleh grafik hubungan laju infiltrasi aktual terhadap waktu. Setelah laju infiltrasi aktual diketahui, langkah berikutnya menghitung laju infiltrasi Horton.

$$f = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

- f = tingkat infiltrasi (cm/hari),
- f_c = tingkat infiltrasi setelah konstan
- f_0 = kapasitas infiltrasi aktual awal
- k = $-1/(m \log 2,718)$
- e = 2,718

kemudian diperoleh persamaan untuk mendapatkan nilai m.

$$k = -1/(m \log 2,718)$$

Bentuk persamaan linier kurva variasi inviltrasi versus waktu adalah :

$$y = m X + C, \text{ sehingga : } y = t$$

$$m = -1/(k \log e)$$

$$X = \log (f_0 - f_c)$$

$$C = (1/k \log e) \log (f_0 - f_c)$$

Nilai m adalah gradien yang diperoleh dari *plotting* grafik hubungan antara infiltrasi aktual (f_t atau f_0) dengan $\log(f-f_0)$.

Setelah seluruh parameter diketahui, perhitungan infiltrasi Horton dilakukan dengan Ms. Excel 2010, kemudian *plotting*

antara waktu (h) sebagai sumbu y dengan laju infiltrasi Horton (mm/jam) sebagai sumbu x, sehingga diperoleh grafik hubungan laju infiltrasi Horton terhadap waktu.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

D.1 Kadar Air Tanah

Hasil pengujian kadar air tanah pada 4 vegetasi tutupan lahan yaitu tanaman sawit belum menghasilkan, tanaman sawit menghasilkan, tanaman karet, tanaman Hutan Tanam Industri (HTI) akasia dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kadar Air Tanah

No	Jenis Tanah	Persentase Kadar air (%)
1	Acrisol	22,84
2	Ferrosol	30,53
3	Cambisol	29,13
4	Histosol	27,33

Tabel 6 menunjukkan hasil pengujian kadar air pada tiap jenis tanah, rentang kadar air tanah pada pengujian infiltrasi adalah 20% - 30%. Besar kecilnya laju infiltrasi tanah juga dipengaruhi oleh kadar air. Apabila kadar air dalam tanah tinggi maka air yang masuk ke tanah akan sedikit dan menyebabkan laju infiltrasi tanah juga kecil. Harto (1993) mengatakan kelembaban tanah yang selalu berubah setiap saat juga berpengaruh terhadap laju infiltrasi. Makin tinggi kadar air dalam tanah laju infiltrasi dalam tanah tersebut semakin kecil. Dengan demikian, dapat dimengerti bahwa jika dalam satu jenis tanah terjadi infiltrasi, infiltrasinya semakin lama semakin kecil.

D.2 Hasil Analisis Laju dan Kapasitas Infiltrasi

Hasil pengujian infiltrasi pada 4 vegetasi tutupan lahan yaitu tanaman sawit belum menghasilkan, tanaman sawit menghasilkan, tanaman karet, tanaman Hutan Tanam Industri (HTI) akasia pada

tiap jenis tanah menggunakan metode Horton sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil analisis pada Tanah Acrisol

Titik	Lokasi	Jenis Tutupan Lahan	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)	Laju Infiltrasi Konstan (mm/jam)
1	Tualang	Sawit (TBM)	80,42	40
2	Tualang	Sawit (TBM)	47,62	14
3	Suram	Sawit (TM)	4,00	2
4	Suram	Sawit (TM)	3,00	0
5	Kasikan	Karet	61,78	9
6	Kasikan	Karet	73,69	55
7	Sungai Mandau	HTI Akasia	33,09	20
8	Sungai Mandau	HTI Akasia	26,89	10

Tabel 8. Hasil analisis pada Tanah Ferrosol

Titik	Lokasi	Jenis Tutupan Lahan	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)	Laju Infiltrasi Konstan (mm/jam)
9	Koto Gasib	Sawit (TBM)	36,24	25
10	Koto Gasib	Sawit (TBM)	74,75	50
11	Terantam	Sawit (TM)	37,02	20
12	Terantam	Sawit (TM)	63,08	58
13	Dayun	Karet	103,40	55
14	Dayun	Karet	103,94	60
15	Sungai Mandau	HTI Akasia	28,07	14
16	Sungai Mandau	HTI Akasia	25,29	12

Tabel 9. Hasil analisis pada Tanah Cambisol

Titik	Lokasi	Jenis Tutupan Lahan	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)	Laju Infiltrasi Konstan (mm/jam)
17	Terantam	Sawit (TBM)	37,28	25
18	Terantam	Sawit (TBM)	21,08	10
19	Sinamanenek	Sawit (TM)	11,41	6
20	Sinamanenek	Sawit (TM)	41,15	21
21	Kasikan	Karet	19,13	11
22	Kasikan	Karet	53,51	26
23	Sungai Mandau	HTI Akasia	44,77	22
24	Sungai Mandau	HTI Akasia	43,71	30

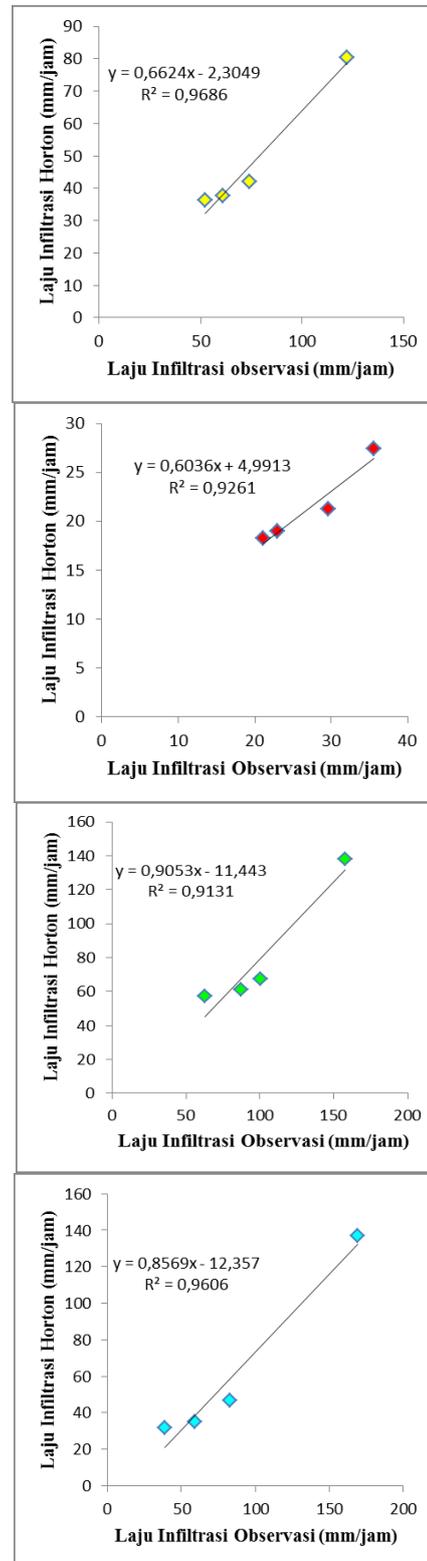
Tabel 10. Hasil analisis pada Tanah Histosol

Titik	Lokasi	Jenis Tutupan Lahan	Laju Infiltrasi Horton (mm/jam)	Laju Infiltrasi Konstan (mm/jam)
25	Sungai Apit	Sawit (TBM)	55,22	15
26	Sungai Apit	Sawit (TBM)	138,83	25
27	Pantai Cermin	Sawit (TM)	36,04	19
28	Pantai Cermin	Sawit (TM)	2,00	1
29	Sungai Apit	Karet	112,99	28
30	Sungai Apit	Karet	199,79	30
31	Sungai Limau	HTI Akasia	103,91	30
32	Sungai Limau	HTI Akasia	187,74	10

D3. Perbandingan Laju Infiltrasi Aktual dengan Laju Infiltrasi Horton

Laju infiltrasi aktual dan laju infiltrasi Horton kemudian di bandingkan berdasarkan jenis tutupan lahannya, yaitu

tanaman sawit TBM, tanaman sawit TM, tanaman karet, tanaman Hutan Tanam Industri (HTI) akasia.



Gambar 7. Perbandingan Laju Infiltrasi Aktual dengan Laju Infiltrasi Horton

Gambar 7. Menunjukkan nilai regresi pada lahan sawit belum menghasilkan (TBM) diperoleh $R^2 = 0,968$, lahan sawit menghasilkan (TM) $R^2 = 0,926$, Lahan karet $R^2 = 0,913$, dan lahan hutan tanam industri (HTI) $R^2 = 0,961$. Seluruhnya menunjukkan adanya hubungan yang sangat nyata antara laju infiltrasi aktual/observasi dengan laju infiltrasi Horton dan memiliki kecenderungan yang positif (Budianto, *et al*).

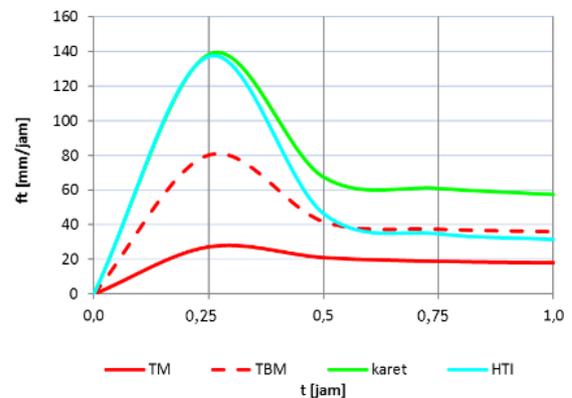
D4. Perbandingan Kapasitas Infiltrasi Metode Horton

Dari hasil analisis kapasitas infiltrasi tiap titik pada 4 vegetasi tutupan lahan, kemudian diambil nilai rata-rata dari kapasitas infiltrasi untuk tiap tutupan lahan. Tutupan lahan kelapa sawit belum menghasilkan (TBM) pada 15 menit pertama memiliki laju infiltrasi sebesar 8 cm/jam dengan kapasitas infiltrasi 0,54 cm/jam. Sedangkan pada tutupan lahan kelapa sawit yang sudah menghasilkan dengan umur ± 10 tahun, laju infiltrasi pada 15 menit pertama jauh lebih lambat yaitu sebesar infiltrasinya lebih lambat 2,7 cm/jam dengan kapasitas infiltrasi adalah 0,18 cm/jam.

Laju infiltrasi untuk tutupan lahan karet dan tanaman HTI akasia menunjukkan laju infiltrasi yang tidak jauh berbeda, laju infiltrasi karet pada interval 15 menit pertama lebih besar, yaitu 13,8 cm/jam, sedangkan laju infiltrasi tanaman HTI akasia yaitu 13,7 cm/jam. Kapasitas infiltrasi lahan karet adalah 0,92 cm/jam, sedangkan kapasitas infiltrasi pada tanaman HTI akasia adalah 0,91 cm/jam.

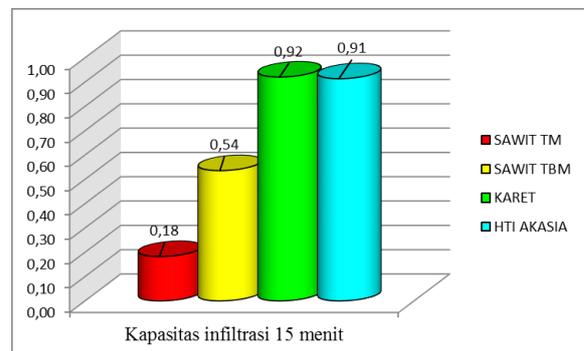
Pada tanah yang bervegetasi rapat, selain aktifitas perakaran yang membantu pembentukan agregat tanah juga melindungi permukaan tanah dari benturan langsung air hujan melalui tajuk yang rapat sehingga menghambat aliran permukaan dan waktu untuk proses infiltrasi akan semakin banyak (Kartasapoetra, 1989). Tanah hutan memiliki lapisan seresah yang tebal, kandungan bahan organik tanah, dan

jumlah makro porositas yang cukup tinggi sehingga laju infiltrasi air lebih tinggi dibandingkan dengan lahan pertanian (Yusniwati, 2010).



Gambar 8. Kurva Laju Infiltrasi Rata-Rata

Gambar 8 menunjukkan laju infiltrasi rata-rata 4 tutupan lahan di DAS Siak Provinsi Riau, infiltrasi pada interval 15 menit pertama menunjukkan nilai yang berbeda-beda. Tutupan lahan kelapa sawit belum menghasilkan (TBM) laju infiltrasi sebesar 8 cm/jam, tutupan lahan kelapa sawit yang sudah menghasilkan, infiltrasinya lebih lambat 2,7 cm/jam, laju infiltrasi untuk tutupan lahan karet dan tanaman HTI akasia menunjukkan laju infiltrasi yang tidak jauh berbeda, laju infiltrasi karet lebih besar, yaitu 13,8 cm/jam, sedangkan laju infiltrasi tanaman HTI akasia yaitu 13,7 cm/jam



Gambar 9. Kapasitas Infiltrasi Tutupan Lahan di DAS Siak

Kapasitas infiltrasi di lahan tanaman kelapa sawit TBM dan TM, karet dan HTI akasia diperoleh hasil pengukuran nilai rata-rata kapasitas

infiltrasi yang berbeda, dimana pada lahan kelapa sawit menghasilkan (TM) lebih kecil dari pada 3 tutupan lahan lainnya yaitu 0,18 cm/jam, lahan kelapa sawit belum menghasilkan yaitu 0,54 cm/jam, lahan karet yaitu 0,92 cm/jam dan HTI akasia yaitu 0,91 cm/jam.

D.5 Klasifikasi Laju dan Kapasitas Infiltrasi

Nilai laju infiltrasi yang diperoleh pada pengujian akan diklasifikasikan dalam 2 pengklasifikasian.

D.5.1 Klasifikasi Berdasarkan Hydrologic Soil Group

Pengklasifikasian empat tutupan lahan adalah berdasarkan kriteria *final constant infiltration* yang dikelompokkan menjadi tipe A, B, C, dan D dengan range nilai yang telah ditentukan.

Berdasarkan pengelompokan tersebut maka diperoleh :

- a. Tutupan lahan kelapa sawit belum menghasilkan (TBM) dikelompokkan ke dalam kelompok B dengan nilai konstan 5,4 mm/jam.
- b. Tutupan lahan kelapa sawit menghasilkan dikelompokkan ke dalam kelompok C dengan nilai konstan 1,8 mm/jam.
- c. Tutupan lahan perkebunan karet dikelompokkan ke dalam kelompok A dengan nilai konstan 9,2 mm/jam.
- d. Tutupan lahan Hutan Tanam Industri (HTI) akasia dikelompokkan ke dalam kelompok A dengan nilai konstan 9,1 mm/jam.

D.5.2 Klasifikasi Berdasarkan SNI-03-2415-1991

Berdasarkan SNI - 03 - 2415 - 1991 tentang Metode Pengukuran Banjir, tingkat infiltrasi pada 4 tutupan lahan tersebut di klasifikasikan sebagai berikut.

- a. Tutupan lahan kelapa sawit

belum menghasilkan (TBM) dikelompokkan ke dalam kelompok B, yaitu memiliki potensi aliran permukaan sedang.

- b. Tutupan lahan kelapa sawit menghasilkan dikelompokkan ke dalam kelompok C, yaitu memiliki potensi aliran permukaan antara tinggi dan sedang.
- c. Tutupan lahan perkebunan Karet dikelompokkan ke dalam kelompok A yaitu memiliki potensi aliran permukaan rendah.
- d. Tutupan lahan Hutan Tanam Industri (HTI) akasia dikelompokkan ke dalam kelompok A yaitu memiliki potensi aliran permukaan rendah.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

E.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan hasil penelitian yang berjudul analisis laju infiltrasi pada tutupan lahan perkebunan dan Hutan Tanam Industri (HTI) di Daerah Aliran Sungai (DAS) siak, dapat disimpulkan sebagai berikut.

Klasifikasi kapasitas infiltrasi berdasarkan *Hydrologic Soil Group* dan SNI-03-2415-1991 tentang Metode Pengukuran Banjir.

- a. Kapasitas infiltrasi dari lahan tanaman kelapa sawit belum menghasilkan (TBM) diperoleh nilai rata-rata kapasitas infiltrasi 0,54 cm/jam, (kelompok B) yaitu memiliki potensi aliran permukaan sedang.
- b. Kapasitas infiltrasi dari lahan tanaman kelapa sawit menghasilkan (TM) diperoleh nilai rata-rata kapasitas infiltrasi 0,18 cm/jam, (kelompok C), yaitu memiliki potensi aliran permukaan antara tinggi dan sedang.
- c. Kapasitas infiltrasi dari lahan tanaman karet diperoleh nilai rata-rata kapasitas infiltrasi 0,92

cm/jam, (kelompok A) yaitu memiliki potensi aliran permukaan rendah.

- d. Kapasitas infiltrasi dari lahan tanaman Hutan Tanam Industri (HTI) Akasia diperoleh nilai rata-rata kapasitas infiltrasi 0,91 cm/jam, (kelompok A) yaitu memiliki potensi aliran permukaan rendah.
- e. Berdasarkan hasil uji regresi antara laju infiltrasi aktual/observasi dan laju infiltrasi Horton diperoleh hubungan yang sangat nyata, sehingga perhitungan infiltrasi dengan metode Horton dapat digunakan untuk memperkirakan laju infiltrasi pada 4 tutupan lahan tersebut.

E.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil analisis pada pengerjaan tugas akhir ini antara lain sebagai berikut :

1. Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar memperhatikan umur tegakan tumbuhan agar hasil penelitian lebih akurat.
2. Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan alat uji infiltrasi selain *double ring infiltrometer* agar hasilnya dapat dibandingkan.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Ansori , Saifudin & Pramono, Himawati . 2007. *Dinamika Air Pada Akhir Daur Hutan Tanaman Acacia Mangium Di Subanjeriji Sumatera Selatan*. Sumatera Selatan.
- Asdak, C. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Harto S. 1993. Analisis Hidrologi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Maro'ah, Siti. 2011. *Kajian Laju Infiltrasi dan Permeabilitas Tanah Pada*

Beberapa Model Tanaman. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Kartasapoetra, A. G., 1989. Kerusakan Tanah Pertanian dan Usaha untuk Merehabilitasinya. Bina Aksara. Jakarta.
- Sandhyavitri, Ari. 2014. *Kajian Upaya Pelestarian Sumber Daya Air Tanah Kemungkinan Akibat Pembangunan Kebun Kelapa Sawit di Provinsi Riau*.
- Setyawati, Nur anita. 2010. *Das Sungai Siak Provinsi Riau*.
- SNI 03-2415-1991. (2004). Tata Cara Pengendalian Debit Banjir: Badan Standarisasi Nasional.
- Triatmojo, B. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yoyakarta : Beta Offset
- Widodo. 2011. *Estimasi Nilai Lingkungan Perkebunan Kelapa Sawit Ditinjau Dari Neraca Air Tanaman Kelapa Sawit*. Karya Ilmiah. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.