

E/THH
2000
0184

**STUDI EFEKTIVITAS PENGGUNAAN *CROSS-DRAIN* DALAM
MENURUNKAN EROSI DAN ALIRAN PERMUKAAN DI JALAN SARAD
(Studi Kasus di HPH PT. Kulim Company, Propinsi Riau)**

**Oleh :
WINDERIATY
E02495034**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

2000

RINGKASAN

Winderiaty (E02495034). “Studi Efektivitas Penggunaan *Cross-drain* dalam Menurunkan Erosi dan Aliran Permukaan di Jalan Sarad (Studi Kasus di HPH PT. Kulim Company, Propinsi Riau)” di bawah bimbingan Ir. Gunawan Santosa, MS dan Ir. Omô Rusdiana, MSc.

Kegiatan penyaradan di luar Pulau Jawa sebagian besar dilakukan dengan menggunakan *buldozer*, yang menimbulkan gangguan yang cukup besar pada tanah bekas jalan sarad yang dilaluinya. Gangguan yang ditimbulkannya antara lain adalah pemadatan tanah yang pada akhirnya akan merusak struktur tanah dan erosi. Erosi yang terjadi di bekas jalan sarad perlu dikurangi agar lapisan top soil tetap terjaga, oleh karena itu perlu dilakukan suatu tindakan yang dapat mengurangi erosi dan aliran permukaan di bekas jalan sarad. Menurut FAO (1999), tindakan yang dapat menurunkan erosi pada bekas jalan sarad adalah dengan membuat *cross-drain*, yang merupakan suatu saluran melintang yang dibuat pada bekas jalan sarad dengan sudut 45°. Jarak antar *cross-drain* ini berkurang jika kemiringan jalan sarad bertambah, erodibilitas tanah meningkat, pemanenan dilakukan pada musim hujan, dan pada tempat yang curah hujannya tinggi.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penggunaan *cross-drain* dalam menurunkan erosi dan aliran permukaan di jalan sarad pada kelas lereng A, B, C, dan D serta mengetahui jarak antar *cross-drain* yang dapat mengurangi erosi pada bekas jalan sarad.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengukuran erosi dan aliran permukaan untuk suatu kejadian hujan atau masa tertentu dengan cara pengamatan sistem petak kecil (Arsyad, 1989). Pengamatan dilakukan di empat kelas lereng yaitu kelas lereng A (0-8%), B (8-15%), C (15-25%), dan D (25-40%). Masing-masing kelas lereng dibuat 3 petak ukur, di mana jarak *cross-drain* yang digunakan untuk setiap kelas lereng berbeda. Jarak *cross-drain* yang digunakan untuk kelas lereng A adalah 25 m dan 50 m, kelas lereng B adalah 20 m dan 30 m, kelas lereng C adalah 15 m dan 20 m dan kelas lereng D adalah 12 m dan 16 m. Pada masing-masing kelas lereng dibuat satu petak ukur tanpa *cross-drain* sebagai pembanding.

Hasil pengukuran erosi tanah dan aliran permukaan pada kelas lereng A menunjukkan bahwa erosi tanah dan aliran permukaan yang dihasilkan oleh petak ukur dengan jarak *cross-drain* 25 m adalah sebesar 0,762 ton/ha/bln atau 47,026 ton/ha/th dan

11,812 mm dengan koefisien *run-off* sebesar 0,513. Erosi dan aliran permukaan yang dihasilkan oleh petak ukur tanpa *cross-drain* adalah sebesar 0,264 ton/ha/bln atau 16,574 ton/ha/th dengan koefisien *run-off* sebesar 3,626 mm. Dibandingkan dengan besarnya erosi yang masih dapat dibiarkan, maka petak ukur tanpa *cross-drain* mempunyai nilai yang lebih rendah dari pada erosi yang masih dapat dibiarkan. Oleh karena itu untuk kelas lereng A tidak perlu digunakan *cross-drain*.

Rata-rata besarnya erosi tanah dan aliran permukaan pada kelas lereng B yang terjadi untuk petak ukur tanpa *cross-drain* adalah sebesar 0,455 ton/ha/bln atau 30,486 ton/ha/th dan 9,212 mm dengan koefisien *run-off* sebesar 0,422. Erosi dan aliran permukaan yang dihasilkan oleh petak ukur dengan jarak *cross-drain* 20 m adalah sebesar 0,319 ton/ha/bln atau 28,341 ton/ha/th dan 9,686 mm dengan koefisien *run-off* sebesar 0,380 dan petak ukur dengan jarak *cross-drain* 30 m adalah sebesar 0,070 ton/ha/bln atau 4,874 ton/ha/th dengan volume aliran permukaan sebesar 3,227 mm dan koefisien *run-off* sebesar 0,151. Jika dibandingkan dengan erosi yang masih dapat dibiarkan, terlihat bahwa semua petak ukur mempunyai nilai yang lebih rendah dari batas erosi yang masih dapat dibiarkan sehingga untuk kelas lereng B tidak perlu digunakan *cross-drain* untuk menurunkan erosi dan aliran permukaan di jalan sarad.

Aliran permukaan dan erosi tanah pada kelas lereng C yang dihasilkan oleh petak ukur tanpa *cross-drain* adalah sebesar 11,825 mm dan 0,726 ton/ha/bln atau 36,819 ton/ha/th dengan koefisien *run-off* sebesar 0,567. Petak ukur dengan jarak *cross-drain* 20 m rata-rata volume aliran permukaan dan berat tanah tererosi yang dihasilkan adalah 7,985 mm dan 0,398 ton/ha/bln atau 45,073 ton/ha/th dengan koefisien *run-off* sebesar 0,336, sedangkan pada petak ukur dengan jarak *cross-drain* 15 m rata-rata volume aliran permukaan dan berat tanah tererosi yang dihasilkan adalah 4,644 mm dan 0,056 ton/ha/bln atau 2,997 ton/ha/th dengan koefisien *run-off* sebesar 0,242. Pada kelas lereng C ini telah terlihat adanya pengaruh penggunaan *cross-drain*, karena erosi yang dihasilkan oleh petak ukur dengan jarak *cross-drain* 15 m lebih rendah dari batas erosi yang masih dapat dibiarkan, sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan *cross-drain* pada kelas lereng C ini efektif. Efektivitas *cross-drain* dalam mengurangi volume aliran permukaan di jalan sarad pada jarak 20 m sebesar 32,47%, dan *cross-drain* dengan jarak 15 m adalah sebesar 60,81%. Pada jalan sarad yang mempunyai *cross-drain* jumlah aliran permukaan yang terjadi menjadi berkurang karena saluran yang terdapat pada *cross-drain* ini berfungsi untuk membuang aliran permukaan yang mengalir di badan jalan dan menahan laju aliran permukaan. Semakin dekat jarak *cross-*

drain maka aliran permukaan yang dihasilkan akan semakin berkurang, karena kemampuan *cross-drain* untuk menahan laju aliran permukaan semakin bertambah. Hasil yang sama dengan kelas lereng C ini ditunjukkan pada kelas lereng D, di mana pada kelas lereng D erosi tanah dan volume aliran permukaan yang terbesar dihasilkan oleh petak ukur tanpa *cross-drain* dengan nilai rata-rata sebesar 7,888 ton/ha/bln atau 1211,752 ton/ha/th dan 19,964 mm dengan koefisien *run-off* sebesar 0,897. Sedangkan rata-rata berat tanah tererosi dan volume aliran permukaan yang dihasilkan oleh petak ukur dengan jarak antar *cross-drain* 16 m adalah 3,019 ton/ha/bln atau 351,449 ton/ha/th dan 17,112 mm dengan koefisien *run-off* sebesar 0,713. Untuk petak ukur dengan jarak *cross-drain* 12 m adalah sebesar 1,208 ton/ha/bln atau 170,445 ton/ha/th dan 7,606 mm dengan koefisien *run-off* sebesar 0,319. Pada *cross-drain* dengan jarak 16 m volume aliran permukaan yang dihasilkan dapat dikurangi sebesar 14,99% dari volume aliran permukaan tanpa *cross-drain*, sedangkan *cross-drain* dengan jarak 12 m adalah sebesar 54,52%. *Cross-drain* dengan jarak 16 m dapat mengurangi berat tanah tererosi sebesar 70,99% dan *cross-drain* pada jarak 12 m sebesar 85,93% dari besarnya erosi tanpa *cross-drain*.

Untuk kelas lereng A dan B sebaiknya dilakukan pengamatan penggunaan *cross-drain* yang dibuat secara manual. Selain itu, perlu dipertimbangkan besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan *cross-drain* dalam menentukan jarak yang paling efektif pada masing-masing kelas lereng dan kelerengan yang digunakan lebih bervariasi agar hasil yang didapatkan lebih akurat.

**STUDI EFEKTIVITAS PENGGUNAAN *CROSS-DRAIN* DALAM
MENURUNKAN EROSI DAN ALIRAN PERMUKAAN DI JALAN SARAD
(Studi Kasus di HPH PT. Kulim Company Propinsi Riau)**

**Oleh :
WINDERIATY ,
E02495034**

*Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Kebutanan
Pada Fakultas Kebutanan
Institut Pertanian Bogor*

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

2000

Judul Penelitian : Studi Efektivitas Penggunaan *Cross-drain* dalam Menurunkan Erosi dan Aliran Permukaan di Jalan Sarad (Studi Kasus di HPH PT Kulim Company, Propinsi Riau)

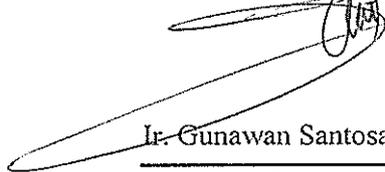
Nama : Winderiaty

Nomor Pokok : E02495034

Fakultas/Jurusan : Kehutanan/Teknologi Hasil Hutan

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



Ir. Gunawan Santosa, MS
tanggal : 14 Agustus 2000

Dosen Pembimbing II



Ir. Omo Rusdiana, MSc
tanggal : 14 Agustus 2000

Disahkan Oleh :

Ketua Jurusan Teknologi Hasil Hutan



Dr. Ir. Wasrin Syafii, M. Agr
tanggal : 14 Agustus 2000

Tanggal lulus : 18 Juli 2000

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Dumai pada tanggal 19 September 1977, yang merupakan anak ketiga dari empat bersaudara, dari pasangan Bapak W Abd Kadir dan Ibu Suharni.

Pendidikan formal dimulai dari SD Negeri 017 Buluh Kasap Dumai tahun 1983-1989. Pendidikan lanjutan pertama di SMP Negeri 1 Dumai pada tahun 1989-1992, dan kemudian melanjutkan ke SMA Negeri 1 Dumai tahun 1992-1995. Pada tahun 1995, penulis diterima di Institut Pertanian Bogor melalui jalur Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI), dan memilih Fakultas Kehutanan dengan Jurusan Teknologi Hasil Hutan.

Praktek Umum Kehutanan (PUK) Fakultas Kehutanan dilakukan di Selabintana TN Gunung Gede Pangrango dan SM Cikepuh Sukabumi pada tahun 1997. Praktek Umum Pengelolaan Hutan (PUPH) dilakukan di KPH Gundih Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah pada Tahun 1998, dan Praktek Kerja Lapang (PL) di HPH PT. Rokan Permai Timber Propinsi Riau pada tahun 1999.

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Kehutanan IPB, pada akhir masa studi penulis menyusun skripsi dari hasil penelitian yang berjudul **Studi Efektivitas Penggunaan *Cross-drain* dalam Menurunkan Erosi dan Aliran Permukaan di Jalan Sarad (Studi Kasus di HPH PT. Kulim company Propinsi Riau)** di bawah bimbingan Ir. Gunawan Santosa, MS dan Ir. Omo Rusdiana, MSc.

Kata Pengantar

Bismillahirrahmanirrohiim

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Kehutanan Jurusan Teknologi Hasil Hutan Institut Pertanian Bogor.

Skripsi ini merupakan hasil penelitian yang dilakukan penulis di HPH PT. Kulim Company Unit II Sei. Pakis Propinsi Riau, pada bulan September-Oktober 1999.

Dalam melaksanakan penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini, penulis banyak menerima masukan, bimbingan dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Gunawan Santosa, MS dan Bapak Ir. Omo Rusdiana, MSc, sebagai dosen pembimbing yang telah banyak memberikan didikan, bimbingan, saran serta nasehatnya kepada penulis.
2. Bapak Ir. Ervival A.M. Zuhud dan Bapak Dr.Ir. Hendrayanto, M Agr, selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan masukan dan saran kepada penulis.
3. Seluruh direksi, manager dan karyawan HPH PT. Kulim Company (Ir. Kukuh, Ir. Cucu Sugema, Ir. Endras Wahyudi) terima kasih atas penerimaan, bantuan selama di perusahaan dan penyambutan yang begitu baik, untuk Ir. Lembah Wahyu P terima kasih atas saran, masukan, bimbingan dan nasehatnya, serta bapak-bapak di lapangan (Sukir, Bowo, Pak Sukarman, dll), yang telah banyak membantu selama penulis melaksanakan penelitian.
4. Kedua orang tua, abang-abang dan adik penulis yang telah mendoakan, memberikan dorongan dan motivasi selama di bangku kuliah hingga selesainya skripsi ini.
5. Sahabatku Wini, Ai, Eno, Yunita HS, Dian ES; teman sebimbingan penulis Ino dan Dodi serta rekan THH '32 semuanya. Terima kasih atas kebersamaannya.
6. Staf dan rekan-rekan di Lab Pengaruh Hutan (Ibu Atikah, Kang Dadan, dan Mas Jaya) terima kasih atas bantuannya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Saran dan kritik serta masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Bogor, Juli 2000

Penulis

DAFTAR ISI

Daftar Isi	i
Daftar Tabel	ii
Daftar Gambar	iii
Daftar Lampiran	iv
Pendahuluan	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
Kondisi Umum Lokasi Penelitian	3
A. Letak	3
B. Topografi	3
C. Geologi dan Tanah	4
D. Iklim	4
E. Hidrologi	4
Bahan dan Metode	5
A. Lokasi Penelitian	5
B. Obyek Pengamatan	5
C. Alat dan Bahan	5
D. Jenis Data yang Dikumpulkan	5
E. Rancangan Pengamatan	5
F. Metode Penelitian	8
G. Pelaksanaan di Lapangan	8
H. Pengolahan Data	10
Hasil dan Pembahasan	11
A. Besarnya Aliran Permukaan dan Erosi Tanah serta efektivitas Penggunaan <i>Cross-drain</i> pada Kelas Lereng A	11
B. Besarnya Aliran Permukaan dan Erosi Tanah serta efektivitas Penggunaan <i>Cross-drain</i> pada Kelas Lereng B	14
C. Besarnya Aliran Permukaan dan Erosi Tanah serta efektivitas Penggunaan <i>Cross-drain</i> pada Kelas Lereng C	16
D. Besarnya Aliran Permukaan dan Erosi Tanah serta efektivitas Penggunaan <i>Cross-drain</i> pada Kelas Lereng D	20
E. Perbandingan Berat Tanah Tererosi dan Koefisien <i>run-off</i> pada setiap Kelas Lereng	23
Kesimpulan dan Saran	26
A. Kesimpulan	26
B. Saran	26
Daftar Pustaka	27
Lampiran	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Luas (ha) Kelas Kelerengan Areal HPH PT Kulim Company	3
Tabel 2.	Jarak Antar <i>Cross-drain</i> pada Kelas Lereng A	7
Tabel 3.	Jarak Antar <i>Cross-drain</i> pada Kelas Lereng B.....	7
Tabel 4.	Jarak Antar <i>Cross-drain</i> pada Kelas Lereng C.....	7
Tabel 5.	Jarak Antar <i>Cross-drain</i> pada Kelas Lereng D	7
Tabel 6.	Besarnya Erosi Tanah dan Aliran Permukaan pada Kelas Lereng A untuk Masing-masing Jarak <i>Cross-drain</i>	11
Tabel 7.	Koefisien Aliran Permukaan pada Kelas Lereng A untuk Masing-masing Jarak <i>Cross-drain</i>	12
Tabel 8.	Besarnya Erosi Tanah dan Aliran Permukaan pada Kelas Lereng B untuk Masing-masing Jarak <i>Cross-drain</i>	14
Tabel 9.	Koefisien Aliran Permukaan pada Kelas Lereng B untuk Masing-masing Jarak <i>Cross-drain</i>	15
Tabel 10.	Besarnya Erosi Tanah dan Aliran Permukaan pada Kelas Lereng C untuk Masing-masing Jarak <i>Cross-drain</i>	17
Tabel 11.	Koefisien Aliran Permukaan pada Kelas Lereng C untuk Masing-masing Jarak <i>Cross-drain</i>	18
Tabel 12.	Besarnya Erosi Tanah dan Aliran Permukaan pada Kelas Lereng D untuk Masing-masing Jarak <i>Cross-drain</i>	20
Tabel 13.	Koefisien Aliran Permukaan pada Kelas Lereng D untuk Masing-masing Jarak <i>Cross-drain</i>	21
Tabel 14.	Rata-rata Berat Tanah Tererosi pada setiap Kelas Lereng untuk Masing-masing Jarak <i>Cross-drain</i>	23
Tabel 15.	Koefisien Aliran Permukaan pada Kelas Lereng A untuk Masing-masing Jarak <i>Cross-drain</i>	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Penampang Melintang <i>Cross-drain</i>	8
Gambar 2. Penempatan <i>Cross-drain</i> di Jalan Sarad	9
Gambar 3. Berat Tanah Tererosi dan Koefisien <i>Run-off</i> pada Kelas Lereng A	13
Gambar 4. Berat Tanah Tererosi dan Koefisien <i>Run-off</i> pada Kelas Lereng B	16
Gambar 5. Berat Tanah Tererosi dan Koefisien <i>Run-off</i> pada Kelas Lereng C.....	19
Gambar 6. Berat Tanah Tererosi dan Koefisien <i>Run-off</i> pada Kelas Lereng D	22
Gambar 7. Grafik Rata-rata Erosi Tanah pada Kelas Lereng A, B, C dan D	24
Gambar 8. Koefisien <i>Run-off</i> pada Kelas Lereng A, B, C dan D	25

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil Pengukuran Volume Aliran Permukaan dan Berat Tanah Tererosi
- Lampiran 2. Pendugaan Berat Tanah Tererosi Per Tahun
- Lampiran 3. Rata-rata Curah hujan, Hari Hujan, dan Intensitas Hujan Bulanan HPH PT. Kulim Company
- Lampiran 4. Peta Situasi Areal HPH PT. Kulim Company

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kegiatan penyaradan di luar Pulau Jawa banyak dilakukan secara mekanis, antara lain dengan menggunakan traktor. Kegiatan penyaradan dengan menggunakan traktor ini menimbulkan gangguan yang cukup besar pada tanah bekas jalan sarad. Gangguan yang ditimbulkannya antara lain adalah pemadatan tanah yang pada akhirnya akan merusak struktur tanah dan meningkatkan laju erosi tanah. Tinambunan (1987) menyatakan bahwa dampak negatif penyaradan kayu dengan menggunakan traktor dibagi menjadi tiga yaitu :

1. Kerusakan tegakan tinggal
2. Pemadatan tanah
3. Aliran permukaan dan erosi

Erosi yang terjadi pada bekas jalan sarad akan menyebabkan terkikisnya top soil yang sangat berguna untuk pertumbuhan tanaman. Pengikisan top soil akan menghambat pertumbuhan alami anakan pada bekas jalan sarad tersebut. Hasil penelitian Solihin (1995) di HPH PT. Indexim Corp menunjukkan besarnya erosi pada bekas jalan sarad 3-4 bulan setelah penyaradan kayu adalah 13,767 ton/ha/th, pada bekas jalan sarad 5 tahun setelah penyaradan kayu sebesar 3,737 ton/ha/th dan pada bekas jalan sarad 6 tahun setelah penyaradan kayu sebesar 4,277 ton/ha/th. Hasil penelitian Idris (1996) di HPH PT. Indexim Corp menunjukkan besarnya erosi tanah pada bekas jalan sarad 1 bulan setelah pemanenan kayu adalah sebesar 12,173 ton/ha/th dan pada bekas jalan sarad 5 tahun setelah pemanenan kayu adalah sebesar 0,4382 ton/ha/th.

Mengingat tingginya tingkat erosi di bekas jalan sarad terutama beberapa bulan setelah kegiatan pemanenan kayu, maka perlu dilakukan suatu tindakan untuk mengurangi dan meminimalkan erosi pada bekas jalan sarad. Menurut Conway (1982) pengaruh penyaradan terhadap tanah dapat dikurangi dengan cara :

1. Menggunakan traktor *low ground pressure*
2. Membangun TPn yang lebih banyak untuk menghindari konsentrasi kegiatan pada satu jalan sarad, tetapi dengan tetap menjaga bahwa penambahan jalan sarad tidak menambah kerusakan tanah yang lebih besar
3. Berhati-hati dalam penempatan jalan sarad utama

Sedangkan menurut Elias (1994) untuk meminimalkan pengaruh pemanenan kayu terhadap lingkungan maka peralatan penyaradan yang dipakai harus sesuai dengan kondisi

hutan dan perbaikan pada bekas jalan sarad dapat dilakukan dengan cara membuat drainase dan penahan sedimen pada areal yang sensitif atau tanah dengan kepekaan erosi yang tinggi agar jalan sarad tetap kering.

Sedangkan menurut FAO (1999) tindakan yang dapat dilakukan untuk memulihkan kondisi jalan sarad dan meminimalkan erosinya adalah dengan membuat *cross-drain*. *Cross-drain* merupakan saluran yang dibuat melintang terhadap jalan sarad dengan sudut 45°, yang berfungsi untuk mengalihkan air dari jalan sarad ke dalam hutan. Dengan pembuatan *cross-drain* ini diharapkan erosi yang terjadi dapat diminimalkan, sehingga top soil pada bekas jalan sarad dapat terjaga dan pertumbuhan anakan alami pada bekas jalan sarad dapat berlangsung dengan baik.

Menurut FAO (1999), jarak antar *cross-drain* berkurang jika kemiringan jalan sarad bertambah, erodibilitas tanah meningkat, pemanenan dilakukan pada musim hujan, dan tempat yang curah hujannya tinggi. Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini pada dasarnya dilakukan untuk melihat kesesuaian penggunaan *cross-drain* dalam pemulihan jalan sarad untuk kondisi hutan alam di Indonesia.

B. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui efektivitas penggunaan *cross-drain* dalam menurunkan erosi dan aliran permukaan di jalan sarad pada kelas lereng A, B, C dan D.
2. Mengetahui jarak antar *cross-drain* yang dapat meminimalkan erosi pada bekas jalan sarad pada kelas lereng A, B, C dan D.

KONDISI UMUM LOKASI PENELITIAN

A. Letak

Areal HPH PT. Kulim Company terletak dalam 5 blok yaitu Muara Mahat, Sei. Gelawan I, Sei Gelawan II, Kota Tengah dan Sei. Pakis. Secara geografis Muara Mahat terletak pada 100°36'-100°48' BT dan 00°11'-00°18' LU, Sei Gelawan I pada 100°43'-101°10' BT dan 00°08'-00°11' LU, Sei Gelawan II pada 100°55'-101°01' BT dan 00°12'-00°16' LU, Kota Tengah pada 100°25'-100°42' BT dan 00°46'-01°04' LU, serta Sei Pakis pada 100°16'-100°29' BT dan 00°31'-00°49' LU.

Berdasarkan administrasi pemerintahan, Blok Muara Mahat terletak pada Kecamatan XIII Koto Kampar, Sei Gelawan I Kecamatan Kampar Kiri, Sei Gelawan II Kecamatan Kampar, Kota Tengah Kecamatan Rambah, dan Sei Pakis Kecamatan Rokan IV Kabupaten Dati II Kampar Propinsi Riau. Berdasarkan administrasi kehutanan, Blok Muara Mahat, Sei Gelawan I dan II terletak pada BKPH Bangkinang CDK Bangkinang, sedangkan Blok Kota Tengah dan Sei Pakis terletak pada BKPH Pasir Pangarayan CDK Bangkinang. Berdasarkan Wilayah Manajemen DAS termasuk ke dalam DAS Kampar, dan untuk Sei Pakis termasuk ke dalam Sub DAS Rokan Kiri dan Rokan Kanan.

B. Topografi

Berdasarkan peta rupa bumi Indonesia skala 1:50.000 lembar 0716-61, 0716-62, 0717-32, 0815-43, 0815-44, 0815-53, 0816-11, 0816-12, 0816-13, 0816-21, 0816-23, 0816-41-44, dan 0817-11 areal HPH PT. Kulim Company terletak pada ketinggian 15-1.040 m dpl dengan ketinggian rata-rata \pm 300 m dpl. Kelerengan areal pada masing-masing blok dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Luas (ha) Kelas Kelerengan Lahan pada Setiap Blok Areal HPH PT. Kulim Company

Kelas	Lereng	Blok				Total	
	Kemiringan (%)	Sei Gelawan I	Sei Gelawan II	Kota Tengah	Sei Pakis	Ha	%
A	< 8	0	0	15870	2800	18670	16.3
B	8-15	4900	0	2530	7610	15040	13.2
C	15-25	15163	1074	4115	8730	29082	25.5
D	25-40	39400	2705	680	7440	50225	44
E	>40	1100	0	0	0	1100	1.0
Total		60563	3779	23195	26580	114.117	

C. Geologi dan Tanah

1. Geologi

Menurut peta geologi skala 1:250.000 lembar PKU (Puslitbang Geologi,1982) termasuk ke dalam 6 formasi geologi yaitu formasi aluvium muda, aluvium tua, minas, petani telisa dan sihapus.

2. Tanah

Berdasarkan peta tanah eksplorasi Propinsi Dati I Riau Skala 1:625.000 jenis tanahnya didominasi oleh jenis Podsolik Merah Kuning, Latosol dan Organosol. Kelas kepekaan tanah terhadap erosi dengan mengacu pada lampiran Keputusan Menteri Pertanian No. 837/Kpts/Um/11/80 jenis tanah latosol, podsolik merah kuning, dan organosol kelas kepekaannya masing-masing adalah 2 (agak peka),4 (peka) dan 5 (sangat peka).

D. Iklim

Menurut Schmidt-Ferguson iklim areal HPH PT. Kulim Company termasuk ke dalam tipe A dengan Q sebesar 6,796%, dan bulan basah hampir terjadi sepanjang tahun. Sedangkan menurut Koppen termasuk ke dalam tipe Afa (iklim hujan tropis).

Berdasarkan data parameter klimatik suhu udara maksimum 31°-33°C dan suhu minimum 21°-23°, dengan suhu rata-rata 25°-26°, serta kelembaban nisbi 81-84%. Curah hujan tertinggi pada Bulan November ± 260,80 mm dengan hari hujan ± 20 hari, curah hujan terendah pada Bulan Juni ± 79,8 mm dengan hari hujan ± 8 hari. Intensitas hujan rata-rata ± 11,51 mm/hh dengan curah hujan rata-rata 1964,27 mm/th dan hari hujan rata-rata ± 170 hari/th.

BAHAN DAN METODE

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di HPH PT. Kulim Company Unit II Sei Pakis Kabupaten Dati II Kampar Propinsi Riau, pada bulan September – Oktober 1999.

B. Obyek Pengamatan

Pengamatan dilakukan di bekas jalan sarad. Untuk keseragaman data yang diperoleh, jalan sarad yang dipilih sebagai obyek pengamatan terletak pada RKT 1999/2000, dengan jenis tanah podsolik merah kuning.

C. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain shunto clinometer untuk mengukur kemiringan areal, plastik sebagai pembatas aliran permukaan pada petak ukur, alat penakar curah hujan, 12 buah drum untuk menampung aliran permukaan dan erosi tanah, *buldozer* CAT D7G untuk membuat *cross-drain*, tally sheet, alat tulis, dan peralatan lainnya

D. Jenis Data yang Dikumpulkan

Data yang dikumpulkan dari penelitian ini antara lain adalah curah hujan, kemiringan jalan sarad, jarak antara *cross-drain*, besarnya aliran permukaan dan erosi tanah yang terjadi pada bekas jalan sarad.

Pengumpulan data dilakukan pada beberapa petak ukur, di mana pada masing-masing petak ukur diukur volume aliran permukaan (air + tanah) yang terjadi tiap kejadian hari hujan.

E. Rancangan Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada 4 kelas lereng, yaitu kelas lereng A (0-8%), B (8-15%), C (15-25%), dan D (25-40%). Masing-masing kelas lereng dibuat 3 petak ukur dan setiap petak ukur dilakukan 6 pengamatan kejadian hujan. Jarak yang digunakan pada masing-masing petak ukur berbeda. Penentuan jarak antar *cross-drain* pada masing-masing kelas lereng dihitung dengan menggunakan pendekatan dari beberapa persamaan yaitu :

1. Ramser (1945)

Untuk daerah beriklim basah dengan tanah agak peka erosi,

Jarak vertikal (VI) = $0,3 (S/3 + 2)$

Di mana S adalah kemiringan lereng dalam persen

2. Hudson (1971)

- Federasi Rhodesia dan Nyasaland, $VI = 0,3 (S + f)/2$, di mana f adalah konstanta yang nilainya bervariasi dari 3 sampai 6 tergantung erodibilitas tanah.
- Afrika, $VI = 0,3 (S/a + b)$, di mana a adalah konstanta yang nilainya berkisar dari 1,5 untuk daerah bercurah hujan rendah sampai 4 untuk daerah bercurah hujan tinggi, dan b adalah konstanta yang nilainya berkisar dari 1 untuk tanah yang kepekaan erosinya tinggi sampai 3 untuk tanah yang kepekaan erosinya rendah
- Israel, $VI = S/10 + 2$

3. Metode US-SCS (Schwab et al., 1981)

$VI = 0,3 (XS + Y)$, di mana X adalah konstanta penyebaran geografi curah hujan dan Y adalah konstanta yang dipengaruhi oleh erodibilitas dan penutup tanah.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan rumus di atas diperoleh jarak horizontal antar *cross-drain* dengan menggunakan persamaan berikut :

$$HI = \frac{VI \times 100}{S}$$

Kisaran jarak *cross-drain* untuk masing-masing kelas lereng adalah :

- Kelas lereng A : 19,5m – 60m
- Kelas lereng B : 14,5m – 26,67m
- Kelas lereng C : 12,86m – 19,52m
- Kelas lereng D : 12,45m – 16,8m

Jarak masing-masing *cross-drain* yang digunakan di dalam penelitian ini untuk masing-masing kelas lereng disajikan pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5 berikut.

Tabel 2. Jarak Antar *Cross-drain* pada Kelas Lereng A

Jarak Antar <i>Cross-drain</i> (m)		Pengamatan					
		1	2	3	4	5	6
A	Kontrol						
	25 m						
	50 m						

Tabel 3. Jarak Antar *Cross-drain* pada Kelas Lereng B

Jarak Antar <i>Cross-drain</i> (m)		Pengamatan					
		1	2	3	4	5	6
B	Kontrol						
	30 m						
	20 m						

Tabel 4. Jarak Antar *Cross-drain* pada Kelas Lereng C

Jarak Antar <i>Cross-drain</i> (m)		Pengamatan					
		1	2	3	4	5	6
C	Kontrol						
	20 m						
	15 m						

Tabel 5. Jarak Antar *Cross-drain* pada Kelas Lereng D

Jarak Antar <i>Cross-drain</i> (m)		Pengamatan					
		1	2	3	4	5	6
D	Kontrol						
	16 m						
	12 m						

F. Metode Penelitian

Untuk mengukur aliran permukaan dan erosi digunakan metode pengukuran erosi dan aliran permukaan untuk suatu kejadian hujan atau masa tertentu dengan cara pengamatan sistem petak kecil (Arsyad, 1989).

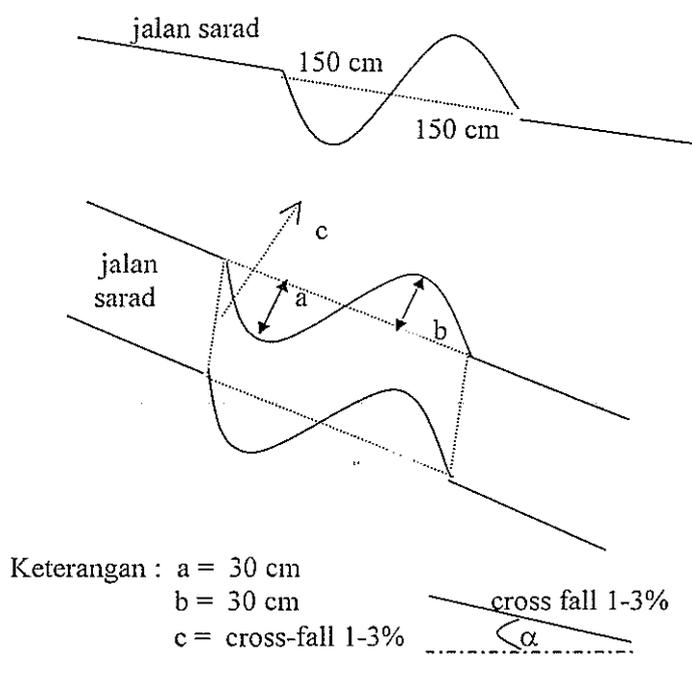
G. Pelaksanaan di Lapangan

G. 1 Pembuatan *Cross-drain*

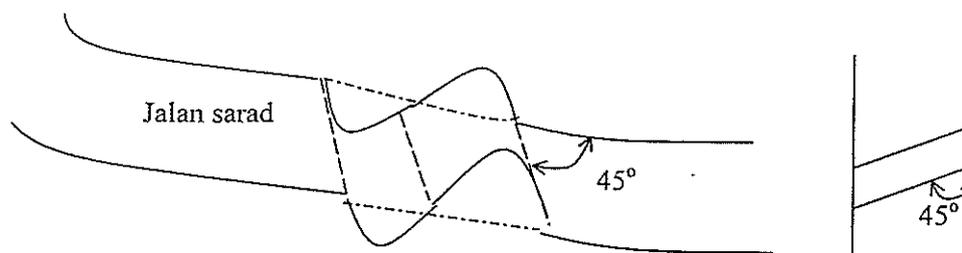
Cross-drain dibuat pada 4 kelas lereng, di mana pada masing-masing kelas lereng dibuat 2 macam jarak *cross-drain*. Langkah-langkah pembuatan *cross-drain* adalah sebagai berikut :

- Bekas jalan sarad digali dengan sudut 45° terhadap jalan sarad
- Ukuran *cross-drain* yang dibuat adalah : lebar 1,5m, dalam 30 cm dari permukaan jalan sarad
- Pada bagian bawah *cross-drain* (bagian bawah lereng) dibuat guludan setinggi 30 cm dari permukaan tanah

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Penampang Melintang *Cross-drain*



Gambar 2. Penempatan *Cross-drain* di Jalan Sarad

G.2 Pengukuran Erosi dan Aliran Permukaan

Petak ukur dibuat pada bekas jalan sarad yang ditempatkan pada masing-masing kelas lereng, dengan adanya *cross-drain* dan tanpa adanya *cross-drain* (kontrol). Untuk jalan sarad yang mempunyai *cross-drain*, maka petak ukur ditempatkan di antara *cross-drain*. Ukuran petak ukur yang dibuat disesuaikan dengan jarak antar *cross-drain*, untuk jalan sarad yang mempunyai jarak antar *cross-drain* < 25 m. Sedangkan untuk jalan sarad yang mempunyai jarak antar *cross-drain* ≥ 25 m, maka ukuran petak ukur yang dibuat adalah 22 m x 2 m. Tahapan pengukuran erosi dan penempatan peralatan yang digunakan di lapangan adalah sebagai berikut :

G.2.1 Pengukuran Curah Hujan

Pengukuran curah hujan dilakukan dengan cara mengukur curah hujan yang tertampung dalam tabung penakar air hujan pada setiap kejadian hujan. Alat penakar curah hujan ditempatkan di lokasi pengamatan.

G.2.2 Pengukuran Erosi

Pengukuran erosi dilakukan dengan mengukur aliran permukaan (air + tanah tererosi) yang terdapat di dalam drum penampung. Pada bagian bawah petak ukur dibuat lubang sebanyak 7 buah dengan jarak dan ukuran yang sama dan pada lubang yang di tengah dihubungkan dengan pipa menuju drum penampung. Drum penampung diletakkan pada ujung dari petak ukur, yaitu di bagian bawah lereng dari areal bekas jalan sarad.

Pada areal yang dijadikan petak ukur diberikan penghalang/pembatas yang terbuat dari plastik yang tebal dengan tinggi ± 20 cm dari permukaan tanah, yang berfungsi untuk menjaga agar tanah yang tererosi tidak keluar dari petak ukur. Untuk mengukur berat tanah

yang tererosi dinyatakan dalam satuan berat kering dengan satuan gr/luas petak ukur/hari hujan. Aliran permukaan (air + tanah) yang terdapat di dalam drum diaduk terlebih dahulu agar air dan tanah tercampur sebelum diukur volumenya. Kemudian contoh air yang terdapat di dalam drum diambil untuk mengetahui berat kering tanah yang tererosi. Berat kering tanah tererosi didapatkan dengan memanaskan contoh tanah di dalam oven.

H. Pengolahan Data

Berat total tanah yang tererosi dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$G_t = 7 G_b$$

Di mana :

G_t = total berat kering tanah tererosi (gr/luas petak ukur/hari hujan)

G_b = berat kering tanah tererosi dalam drum penampung (gr/luas petak ukur/hari hujan), dikalikan dengan 7 (tujuh) disesuaikan dengan jumlah lubang yang terdapat pada petak ukur erosi.

Untuk menghitung berat kering dari tanah yang tererosi dalam drum penampung adalah sebagai berikut :

- Mengukur seluruh volume aliran permukaan (tanah +air) dari drum penampung, misalnya X ml.
- Mengambil contoh aliran permukaan (tanah +air) yang telah diukur, misalnya Y ml.
- Contoh aliran permukaan (tanah +air) dipanaskan di dalam oven sehingga didapatkan berat kering contoh tanah, misalnya Z gr.
- Berat kering tanah dalam drum penampung dihitung dengan rumus :

$$G_b = Z/Y \times X$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran erosi tanah dan aliran permukaan selama penelitian dilaksanakan pada masing-masing petak ukur pengamatan erosi dilakukan berdasarkan banyaknya kejadian hari hujan.

A. Besarnya Aliran Permukaan dan Erosi Tanah serta Efektivitas Penggunaan *Cross-drain* pada Kelas Lereng A

Hasil pengukuran erosi tanah dan aliran permukaan pada kelas lereng A dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Besarnya Erosi Tanah dan Aliran Permukaan pada Kelas Lereng A untuk Masing-masing Jarak *Cross-drain*

No	CH (mm)	Aliran Permukaan (mm)			Erosi tanah (ton/ha/bln)		
		Kontrol	50 m	25 m	Kontrol	50 m	25 m
1	5,48	0,784	0,588	0,784	0,083	0,095	0,133
2	13,04	2,352	3,528	9,212	0,269	0,284	0,948
3	23,43	4,704	8,232	17,248	0,302	0,289	0,698
4	37,93	5,880	10,976	17,248	0,327	0,721	1,021
5	20,34	2,548	4,900	9,918	0,191	0,375	0,725
6	30,53	5,488	9,408	16,464	0,412	0,438	1,044
Rata-rata	-	3,626	6,272	11,812	0,264	0,367	0,762

Pendugaan erosi per tahun dihitung dengan menggunakan persamaan regresi hubungan curah hujan dan erosi. Persamaan regresi yang diperoleh untuk petak ukur tanpa *cross-drain* adalah $y = 0,0924 + 0,0079x$ dengan nilai R^2 sebesar 64,81%. Persamaan regresi yang diperoleh untuk petak ukur dengan jarak *cross-drain* 50 m adalah $y = 0,0118 + 0,1659x$ dengan R^2 sebesar 86,72%, dan persamaan regresi yang digunakan untuk menduga erosi per tahun untuk *cross-drain* dengan jarak 25 m adalah $y = 0,0797 + 0,0508x$ dengan nilai R^2 sebesar 58,18%.

Erosi tanah yang terbesar dihasilkan pada petak ukur dengan jarak antara *cross-drain* 25 m dengan nilai rata-rata 0,762 ton/ha/bln atau 47,026 ton/ha/th dengan volume aliran permukaan sebesar 11,812 mm, sedangkan nilai erosi yang terkecil dihasilkan oleh petak ukur tanpa *cross-drain* dengan nilai rata-rata 0,264 ton/ha/bln atau 16,574 ton/ha/th dengan volume aliran permukaan sebesar 3,626 mm.

Nilai-nilai di atas menunjukkan untuk kelas lereng A sebaiknya tidak perlu digunakan *cross-drain* sebagai tindakan untuk mengurangi erosi pada bekas jalan sarad, karena erosi yang dihasilkan oleh petak ukur tanpa *cross-drain* lebih kecil dari pada petak ukur dengan *cross-drain*. Harjowigeno dalam Arsyad (1989) menetapkan besarnya erosi yang masih dibiarkan untuk tanah di Indonesia adalah sebesar 2,5 mm/th atau sebesar 35 ton/ha/th. Berdasarkan nilai erosi yang masih dapat dibiarkan ini, terlihat bahwa petak ukur tanpa *cross-drain* mempunyai nilai yang lebih kecil dari pada besarnya erosi yang masih dapat dibiarkan, sedangkan petak ukur yang mempunyai *cross-drain* mempunyai nilai yang lebih besar dari erosi yang masih dapat dibiarkan. Dengan demikian, maka pada kelas lereng A ini penggunaan *cross-drain* tidak efektif dalam menurunkan erosi pada bekas jalan sarad, karena dengan adanya *cross-drain* besar erosi yang terjadi menjadi meningkat dan lebih besar dari pada erosi yang masih dapat dibiarkan.

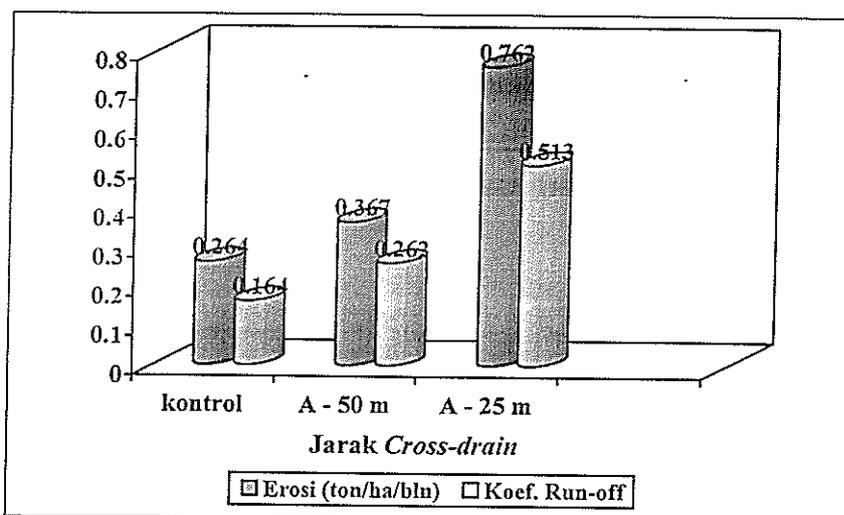
Berdasarkan perhitungan koefisien *run-off* pada kelas lereng A, terlihat bahwa koefisien *run-off* menunjukkan kecenderungan yang sama dengan erosi yang dihasilkan oleh masing-masing petak ukur. Besarnya nilai koefisien *run-off* yang terjadi pada masing-masing jarak *cross-drain* di kelas lereng A dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Koefisien Aliran Permukaan pada Kelas Lereng A untuk Masing-masing Jarak *Cross-drain*

No	Jarak <i>Cross-drain</i>		
	Kontrol	50 m	25 m
1	0,143	0,107	0,143
2	0,180	0,271	0,706
3	0,201	0,351	0,744
4	0,155	0,289	0,455
5	0,125	0,241	0,488
6	0,180	0,311	0,539
Rata-rata	0,164	0,262	0,513

Dari Tabel 8 di atas terlihat bahwa semakin dekat jarak *cross-drain* nilai koefisien *run-off* yang dihasilkan pada masing-masing petak ukur semakin meningkat. Menurut Arsyad (1989), koefisien *run-off* didefinisikan sebagai nisbah antar puncak laju aliran permukaan terhadap intensitas hujan. Jika nilai koefisien *run-off* tinggi maka curah hujan yang mengalir di jalan sarad sebagai aliran permukaan tinggi pula. Berdasarkan nilai koefisien *run-off*nya ini, maka sebaiknya pada kelas lereng A ini tidak digunakan *cross-drain*, karena dengan berkurangnya jarak *cross-drain* maka aliran permukaan yang

terjadi pada jalan sarad semakin meningkat. Besarnya koefisien *run-off* dan erosi tanah yang dihasilkan pada kelas lereng A dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Berat Tanah Tererosi dan Koefisien *Run-off* pada Kelas Lereng A untuk Masing-masing Jarak *Cross-drain*

Dari Gambar 3 di atas dapat terlihat bahwa untuk kelas lereng A tidak efektif digunakan *cross-drain*, karena nilai erosi dan koefisien *run-off* yang dihasilkan oleh petak ukur dengan *cross-drain* lebih besar dari pada petak ukur tanpa *cross-drain*. Hal ini terjadi karena pada jalan sarad tanpa *cross-drain* permukaannya tidak terganggu. Sedangkan pada jalan sarad yang mempunyai *cross-drain*, diduga proses kegiatan pembuatan *cross-drain* yang menggunakan *buldozer* akan menyebabkan terjadinya pemadatan tanah. Pemadatan tanah ini akan mempengaruhi besarnya aliran permukaan dan erosi tanah yang terjadi pada jalan sarad. Sehingga dengan semakin dekat jarak antar *cross-drain*, maka intensitas jalan yang dilalui oleh *buldozer* akan semakin bertambah dan tanah akan semakin padat, yang pada akhirnya akan menyebabkan aliran permukaan dan erosi tanah akan semakin besar. Selain itu, pada kelas lereng A ini diduga dampak pembuatan *cross-drain* lebih besar dari pada pengaruh penggunaan *cross-drain*, sehingga pengaruh *cross-drain* dalam menurunkan aliran permukaan pada bekas jalan sarad tertutup oleh dampak yang terjadi.

B. Besarnya Aliran Permukaan dan Erosi Tanah serta Efektivitas Penggunaan *Cross-drain* pada Kelas Lereng B

Hasil pengukuran erosi dan aliran permukaan pada kelas lereng B dapat dilihat pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Besarnya Erosi Tanah dan Aliran Permukaan pada Kelas Lereng B untuk Masing-masing Jarak *Cross-drain*

No	CH (mm)	Aliran Permukaan (mm)			Erosi tanah (ton/ha/bln)		
		Kontrol	30 m	20 m	Kontrol	30 m	20 m
1	5,48	0,980	0,862	0,958	0,031	0,018	0,025
2	13,04	5,880	2,740	4,791	0,495	0,153	0,443
3	23,43	8,624	3,606	9,247	0,216	0,048	0,272
4	37,93	11,368	5,880	11,978	0,714	0,098	0,740
5	20,34	18,424	1,568	20,123	0,787	0,026	0,158
6	30,53	9,996	4,704	1,109	0,485	0,078	0,276
Rata-rata	-	9,212	3,227	8,034	0,455	0,070	0,319

Dari Tabel 9 di atas dapat dilihat bahwa rata-rata besarnya erosi tanah yang terjadi untuk petak ukur tanpa *cross-drain* adalah sebesar 0,455 ton/ha/bln atau 30,486 ton/ha/th dengan volume aliran permukaan sebesar 9,212 mm. Sedangkan untuk petak ukur dengan jarak *cross-drain* 20 m adalah sebesar 0,319 ton/ha/bln atau 28,341 ton/ha/th dengan volume aliran permukaan sebesar 9,686 mm, dan petak ukur dengan jarak *cross-drain* 30 m adalah 0,070 ton/ha/bln atau 2,508 ton/ha/th dengan volume aliran permukaan sebesar 3,227 mm. Jika erosi tanah yang dihasilkan pada kelas lereng B dibandingkan dengan erosi yang masih dapat dibiarkan yaitu sebesar 35 ton/ha/th, terlihat bahwa erosi yang dihasilkan dari hasil pengamatan untuk semua petak ukur mempunyai nilai yang lebih kecil dari erosi yang masih dapat dibiarkan. Hal ini menunjukkan, sebaiknya pada kelas lereng B tidak perlu digunakan *cross-drain* sebagai tindakan untuk menurunkan erosi pada bekas jalan sarad, karena erosi yang dihasilkan oleh masing-masing petak ukur baik yang mempunyai *cross-drain* maupun tanpa *cross-drain* masih berada di bawah batas erosi yang masih dapat dibiarkan.

Persamaan regresi yang diperoleh pada kelas lereng B untuk petak ukur tanpa *cross-drain* adalah $y = 0,0412 + 0,0157x$ dengan nilai R^2 sebesar 59,25%. Persamaan regresi yang diperoleh untuk petak ukur dengan jarak *cross-drain* 30 m adalah $y = 0,0026x - 0,0077$ dengan R^2 sebesar 86,68%, dan persamaan regresi yang digunakan

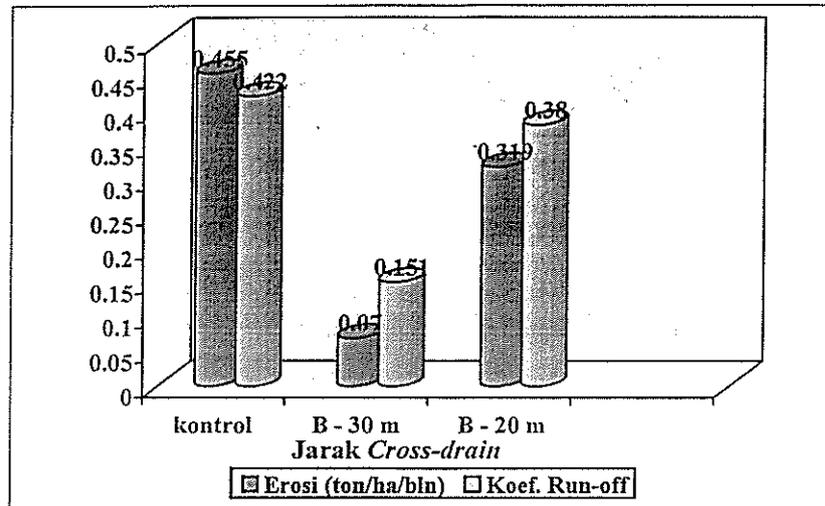
untuk menduga erosi per tahun untuk *cross-drain* dengan jarak 20 m adalah $y = 0,0150x - 0,0086$ dengan nilai R^2 sebesar 50,03%.

Koefisien aliran permukaan yang terjadi pada kelas lereng B juga menunjukkan kecenderungan yang sama dengan erosi yang dihasilkannya. Besarnya koefisien aliran permukaan pada kelas lereng B untuk masing-masing jarak *cross-drain* disajikan pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Koefisien Aliran Permukaan pada Kelas Lereng B untuk Masing-masing Jarak *Cross-drain*

No	Jarak <i>Cross-drain</i>		
	Kontrol	30 m	20 m
1	0,179	0,157	0,175
2	0,451	0,210	0,367
3	0,368	0,154	0,395
4	0,300	0,155	0,316
5	0,906	0,077	0,989
6	0,327	0,154	0,036
Rata-rata	0,422	0,151	0,380

Dari Tabel 10 di atas, terlihat bahwa koefisien *run-off* yang terbesar dihasilkan oleh petak ukur tanpa *cross-drain* dengan nilai rata-rata sebesar 0,368 dan yang terkecil dihasilkan oleh petak ukur dengan jarak *cross-drain* 30 m dengan nilai rata-rata sebesar 0,154. Dari koefisien *run-off* yang dihasilkan pada kelas lereng B ini terlihat bahwa penggunaan *cross-drain* tidak efektif karena pada petak ukur dengan jarak *cross-drain* yang dekat koefisien *run-off*nya lebih besar dari pada petak ukur dengan jarak *cross-drain* yang jauh. Besarnya berat tanah tererosi dan koefisien *run-off* yang terjadi pada kelas lereng B untuk masing-masing jarak *cross-drain* dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Berat Tanah Tererosi dan Koefisien *Run-off* pada Kelas Lereng B untuk Masing-masing Jarak *Cross-drain*

Dari Gambar 4 di atas terlihat bahwa petak ukur tanpa *cross-drain* menghasilkan erosi dan koefisien *run-off* yang lebih besar dari pada petak ukur dengan *cross-drain*, dan petak ukur dengan jarak *cross-drain* yang lebih jauh (30 m) menghasilkan erosi dan koefisien *run-off* yang lebih kecil dari pada petak ukur dengan jarak *cross-drain* 20 m. Pada petak ukur yang mempunyai jarak antar *cross-drain* 30 m dan 20 m telah terlihat adanya pengaruh penggunaan *cross-drain*. Pada petak ukur yang mempunyai *cross-drain* erosi dan aliran permukaan yang terjadi berkurang jika dibandingkan dengan petak ukur tanpa *cross-drain*. Namun, karena erosi yang dihasilkan pada petak ukur tanpa *cross-drain* dan petak ukur dengan jarak antar *cross-drain* 30 m dan 20 m lebih kecil dari pada erosi yang masih dapat dibiarkan, maka pembuatan *cross-drain* tidak diperlukan.

C. Besarnya Aliran Permukaan dan Erosi Tanah serta Efektivitas Penggunaan *Cross-drain* pada Kelas Lereng C

Besarnya erosi tanah dan aliran permukaan yang dihasilkan pada kelas lereng C untuk petak ukur tanpa *cross-drain*, *cross-drain* dengan jarak 15 m dan *cross-drain* dengan jarak 20 m disajikan pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Besarnya Erosi Tanah dan Aliran Permukaan pada Kelas Lereng C untuk Masing-masing Jarak *Cross-drain*

No	CH (mm)	Aliran Permukaan (mm)			Erosi tanah (ton/ha/bln)		
		Kontrol	20 m	15 m	Kontrol	20 m	15 m
1	5,48	0,784	1,198	1,327	0,042	0,041	0,028
2	13,04	14,504	2,396	6,302	0,800	0,164	0,105
3	23,43	11,368	11,019	5,308	0,595	0,551	0,051
4	37,93	13,720	12,936	6,302	0,836	0,761	0,070
5	20,34	18,032	8,145	2,985	1,358	0,247	0,018
6	30,53	12,544	12,217	5,639	0,724	0,626	0,066
Rata-rata	-	11,825	7,985	4,644	0,726	0,398	0,056

Persamaan regresi yang diperoleh pada kelas lereng C untuk menduga besarnya erosi per tahun pada petak ukur tanpa *cross-drain* adalah $y = 0,2029 + 0,018x$ dengan nilai R^2 sebesar 52,07%. Persamaan regresi yang diperoleh untuk petak ukur dengan jarak *cross-drain* 20 m adalah $y = 0,0237x - 0,1173$ dengan R^2 sebesar 92,96%, dan persamaan regresi yang digunakan untuk menduga erosi per tahun untuk *cross-drain* dengan jarak 15 m adalah $y = 0,0109 + 0,0015x$ dengan nilai R^2 sebesar 64,79%.

Aliran permukaan dan erosi tanah terbesar dihasilkan oleh petak ukur tanpa *cross-drain* dengan nilai rata-rata sebesar 11,825 mm dan 0,726 ton/ha/bln atau sebesar 36.819 ton/ha/th. Untuk petak ukur dengan jarak *cross-drain* 20 m rata-rata volume aliran permukaan dan berat tanah tererosi yang dihasilkan adalah 7,985 mm dan 0.398 ton/ha/bln atau sebesar 45,073 ton/ha/th, sedangkan pada petak ukur dengan jarak *cross-drain* 15 m rata-rata volume aliran permukaan dan berat tanah tererosi yang dihasilkan adalah 4,644 mm dan 0,056 ton/ha/bln atau 2,797 ton/ha/th. Jika dibandingkan dengan besar erosi yang masih dapat dibiarkan, pada kelas lereng C ini terlihat bahwa erosi yang dihasilkan oleh petak ukur tanpa *cross-drain* dan petak ukur dengan jarak *cross-drain* 20 m mempunyai nilai yang lebih tinggi dari pada batas erosi yang masih dapat dibiarkan. Sedangkan petak ukur dengan jarak *cross-drain* 15 m erosi yang dihasilkannya lebih rendah dari erosi yang masih dapat dibiarkan. Tujuan pembuatan *cross-drain* adalah untuk menurunkan erosi dan aliran permukaan yang terjadi pada bekas jalan sarad. Pada kelas lereng C ini pembuatan *cross-drain* dengan jarak 15 m dapat menurunkan berat tanah yang tererosi sehingga lebih rendah dari pada batas erosi yang masih dapat dibiarkan, oleh karena itu penggunaan *cross-drain* pada kelas lereng C dapat dikatakan efektif.

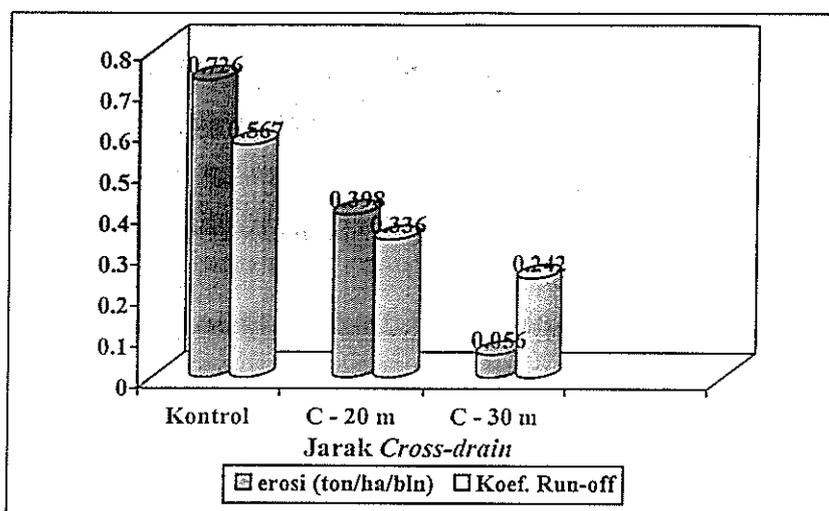
Besarnya koefisien aliran permukaan untuk masing-masing jarak *cross-drain* pada kelas lereng C disajikan pada tabel 12 berikut.

Tabel 12. Koefisien Aliran Permukaan pada Kelas Lereng C untuk Masing-masing Jarak *Cross-drain*

No	Jarak <i>Cross-drain</i>		
	Kontrol	20 m	15 m
1	0,143	0,218	0,242
2	1,112	0,184	0,483
3	0,485	0,470	0,227
4	0,362	0,341	0,166
5	0,887	0,400	0,147
6	0,411	0,400	0,185
Rata-rata	0,567	0,336	0,242

Dari Tabel 12 di atas terlihat bahwa koefisien *run-off* yang dihasilkan pada kelas lereng C ini juga menunjukkan kecenderungan yang sama dengan erosi tanah yang dihasilkan, di mana semakin dekat jarak *cross-drain* maka koefisien *run-off*nya akan semakin kecil. Nilai koefisien *run-off* untuk petak ukur tanpa *cross-drain* pada kelas lereng C ini adalah 0,567. Sedangkan petak ukur dengan jarak *cross-drain* 20 m adalah 0,336 dan petak ukur dengan jarak *cross-drain* 15 m adalah 0,242. Jika nilai koefisien *run-off*nya semakin kecil maka jumlah curah hujan yang mengalir sebagai aliran permukaan pada jalan sarad akan semakin berkurang, dan sebaliknya jika nilai koefisien *run-off* semakin besar maka jumlah curah hujan yang mengalir sebagai aliran permukaan pada jalan sarad akan meningkat pula. Berdasarkan nilai koefisien *run-off*nya maka penggunaan *cross-drain* pada kelas lereng C ini telah terlihat efektif, karena dengan adanya *cross-drain* koefisien *run-off* yang dihasilkannya semakin kecil.

Besarnya berat-tanah yang tererosi dan koefisien aliran permukaan pada kelas lereng C untuk setiap jarak *cross-drain* dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Berat Tanah Tererosi dan Koefisien *Run-off* pada Kelas Lereng C

Dari Gambar 5 di atas terlihat bahwa berat tanah tererosi dan koefisien *run-off* yang dihasilkan oleh petak ukur tanpa *cross-drain* lebih besar dari pada petak ukur yang mempunyai *cross-drain*. Pada kelas lereng C ini pengaruh penggunaan *cross-drain* telah terlihat, sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan *cross-drain* pada kelas lereng C efektif dalam menurunkan aliran permukaan dan erosi tanah. Jarak yang sebaiknya digunakan untuk menurunkan erosi dan aliran permukaan pada kelas lereng C adalah 15 m. Menurut FAO (1999) jarak maksimum antar *cross-drain* yang baik untuk kemiringan lereng 20-24% adalah 20 m. Efektivitas *cross-drain* dalam mengurangi volume aliran permukaan di jalan sarad pada jarak *cross-drain* 15 m adalah sebesar 60,81%.

Pada jalan sarad yang mempunyai *cross-drain* jumlah aliran permukaan yang terjadi menjadi berkurang karena saluran yang terdapat pada *cross-drain* ini berfungsi untuk membuang aliran permukaan yang mengalir di badan jalan dan menahan laju aliran permukaan. Selain itu, pada bagian bawah lereng terdapat guludan yang berfungsi untuk menahan aliran permukaan agar jangan sampai meluap dari saluran yang dibuat. Pada *cross-drain* dengan jarak 15 m, aliran permukaan yang dihasilkan akan semakin berkurang karena kemampuan *cross-drain* untuk dapat menahan laju aliran permukaan semakin bertambah. Hal ini disebabkan pada jarak *cross-drain* yang dekat aliran permukaan akan mendapatkan hambatan yang lebih banyak, sehingga kecepatannya akan semakin berkurang dan kemampuan air untuk mengikis tanah pada permukaan jalan sarad akan semakin berkurang pula, akibatnya jumlah tanah yang terangkut oleh air

semakin berkurang. Dengan berkurangnya kecepatan aliran permukaan, maka volume aliran permukaan yang mengalir pada jalan sarad akan berkurang sehingga menyebabkan nilai koefisien *run-off* yang dihasilkan akan semakin kecil. Selain itu, kecepatan aliran permukaan yang semakin berkurang akan menyebabkan jumlah air yang dapat terinfiltrasi ke dalam tanah semakin besar.

D. Besarnya Aliran Permukaan dan Erosi Tanah serta Efektivitas Penggunaan *Cross-drain* pada Kelas Lereng D

Hasil pengamatan volume aliran permukaan dan berat tanah tererosi pada kelas lereng D adalah sebagai berikut.

Tabel 13. Besarnya Erosi Tanah dan Aliran Permukaan pada Kelas Lereng D untuk Masing-masing Jarak *Cross-drain*

No	CH (mm)	Aliran Permukaan (mm)			Erosi tanah (ton/ha/bln)		
		Kontrol	16 m	12 m	Kontrol	16 m	12 m
1	5,48	1,986	0,856	1,294	0,180	0,173	0,083
2	13,04	16,457	11,673	1,897	2,701	1,856	0,260
3	23,43	15,457	19,758	1,049	2,545	2,823	1,446
4	37,93	29,064	29,555	14,661	21,653	6,660	3,039
5	20,34	28,740	16,199	13,798	5,398	2,360	0,591
6	30,53	28,078	24,6311	12,936	14,849	4,243	1,826
Rata-rata	-	19,964	17,112	7,606	7,888	3,019	1,208

Persamaan regresi yang diperoleh pada kelas lereng D untuk menduga besarnya erosi per tahun pada petak ukur tanpa *cross-drain* adalah $y = 0,656x - 6,410$ dengan nilai R^2 sebesar 82,05%. Persamaan regresi yang diperoleh untuk petak ukur dengan jarak *cross-drain* 16 m adalah $y = 0,1851x - 1,0153$ dengan R^2 sebesar 95,05%, dan persamaan regresi yang digunakan untuk menduga erosi per tahun untuk *cross-drain* dengan jarak 12 m adalah $y = 0,0919x - 0,7950$ dengan nilai R^2 sebesar 91,20%.

Erosi tanah yang tertinggi dihasilkan oleh petak ukur tanpa *cross-drain* dengan nilai rata-rata sebesar 7,888 ton/ha/bln atau sebesar 1211,253 ton/ha/th dengan volume aliran permukaan sebesar 19,964 mm. Hal ini disebabkan pada kelas lereng D aliran permukaan yang terjadi mempunyai kecepatan yang tinggi terutama pada saat curah hujannya tinggi. Kecepatan aliran permukaan yang tinggi ini akan menyebabkan permukaan tanah yang terkikis dan terangkut oleh air akan semakin besar.

Rata-rata berat tanah tererosi dan volume aliran permukaan yang dihasilkan oleh petak ukur dengan jarak antar *cross-drain* 16 m adalah 3,019 ton/ha/bln atau 351,449

ton/ha/th dengan volume aliran permukaan sebesar 17,112 mm. Pada jarak 16 m ini volume aliran permukaan dan berat tanah tererosi yang dihasilkan dapat dikurangi sebesar 14,99% dari volume aliran permukaan tanpa *cross-drain* dan 70,99% dari berat tanah tererosi yang dihasilkan petak ukur tanpa *cross-drain*. Petak ukur dengan jarak *cross-drain* 12 m menghasilkan rata-rata berat tanah tererosi sebesar 1,208 ton/ha/bln atau sebesar 170,495 ton/ha/th dengan volume aliran permukaan sebesar 7,606 mm. *Cross-drain* dengan jarak 12 m ini dapat mengurangi volume aliran permukaan dan berat tanah tererosi sebesar 54,52% dari volume aliran permukaan yang dihasilkan oleh petak ukur tanpa *cross-drain* dan 85,932% dari berat tanah tererosi yang dihasilkan oleh petak ukur tanpa *cross-drain*. Pada kelas lereng D ini terlihat bahwa pembuatan *cross-drain* dapat mengurangi erosi dan aliran permukaan yang terjadi pada jalan sarad. Jika dibandingkan dengan nilai erosi yang masih dapat dibiarkan, erosi yang terjadi untuk semua petak ukur mempunyai nilai yang lebih tinggi dari pada erosi yang masih dapat dibiarkan, sehingga penggunaan *cross-drain* pada kelas lereng D ini masih belum dapat menurunkan erosi hingga di bawah batas erosi yang masih dapat dibiarkan. Namun pembuatan *cross-drain* telah mampu menurunkan erosi yang cukup besar jika dibandingkan dengan petak ukur yang tidak mempunyai *cross-drain*.

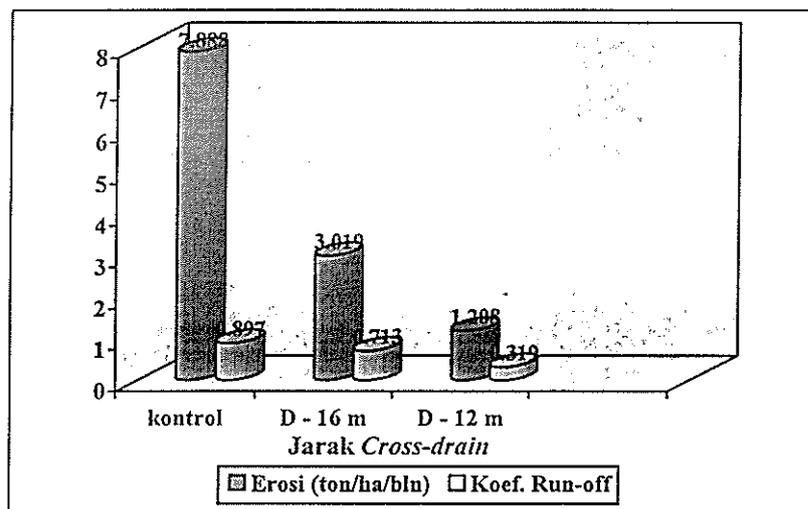
Koefisien aliran permukaan yang dihasilkan oleh masing-masing jarak *cross-drain* juga menunjukkan hasil yang sama dengan erosi tanahnya, di mana semakin dekat jarak *cross-drain* maka koefisien aliran permukaannya semakin kecil pula. Besarnya koefisien aliran permukaan untuk masing-masing jarak *cross-drain* pada kelas lereng D dapat dilihat pada Tabel 14 berikut ini.

Tabel 14. Koefisien Aliran Permukaan pada Kelas Lereng D untuk Masing-masing Jarak *Cross-drain*

No	Jarak <i>Cross-drain</i>		
	Kontrol	16 m	12 m
1	0,362	0,156	0,236
2	1,262	0,895	0,145
3	0,660	0,843	0,045
4	0,766	0,779	0,387
5	1,413	0,796	0,678
6	0,920	0,807	0,424
Rata-rata	0,897	0,713	0,319



Dari Tabel 14 di atas koefisien *run-off* yang dihasilkan oleh petak ukur tanpa *cross-drain* adalah sebesar 0,897. Petak ukur dengan jarak *cross-drain* 20 m nilai koefisien *run-off*nya adalah sebesar 0,713 dan petak ukur dengan jarak *cross-drain* 12 m adalah sebesar 0,319. Berkurangnya koefisien *run-off* pada petak ukur dengan *cross-drain* disebabkan oleh adanya saluran pada jalan sarad yang berfungsi untuk mengalirkan aliran permukaan dari jalan sarad menuju hutan. Adanya guludan pada jalan sarad juga akan menyebabkan berkurangnya kecepatan aliran permukaan pada jalan sarad. Dilihat dari koefisien *run-off*nya maka pada kelas lereng D ini penggunaan *cross-drain* efektif dalam menurunkan erosi dan aliran permukaan pada jalan sarad. Besarnya berat tanah tererosi dan koefisien aliran permukaan pada kelas lereng D untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 6 berikut :



Gambar 6. Berat Tanah Tererosi dan Koefisien *Run-off* pada Kelas Lereng D

Dari Gambar 6 di atas terlihat perbedaan yang sangat besar antara berat tanah tererosi dan koefisien *run-off* pada petak ukur tanpa *cross-drain* dengan petak ukur yang mempunyai *cross-drain* pada jarak 12 m. Seperti yang telah dikemukakan di atas, dengan semakin dekat jarak antar *cross-drain*, jumlah aliran permukaan yang terjadi akan semakin banyak berkurang sehingga kapasitas transportasi aliran permukaan juga akan berkurang dan jumlah tanah yang terkikis atau tererosi akan semakin berkurang pula. Dengan sudut *cross-drain* yang dibuat 45° terhadap jalan akan menyebabkan aliran permukaan tertahan dan dapat mengalir di saluran menuju hutan atau jurang, sehingga volume aliran permukaan yang terjadi pada jalan sarad setelah *cross-drain*

akan berkurang. Sedangkan untuk jalan sarad yang tidak mempunyai *cross-drain* aliran permukaan yang terjadi tidak tertahan, akibatnya aliran permukaan akan semakin cepat pada bagian bawah lereng dan kemampuan air untuk mengikis tanah semakin bertambah. Akhirnya tanah yang terkikis dan tererosi pada bagian bawah lereng akan semakin banyak pula dan koefisien *run-off* yang dihasilkan juga akan semakin meningkat.

E. Perbandingan Berat Tanah Tererosi dan Koefisien Aliran Permukaan pada setiap Kelas Lereng

Rata-rata volume aliran permukaan dan berat tanah yang tererosi pada masing-masing kelas lereng dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

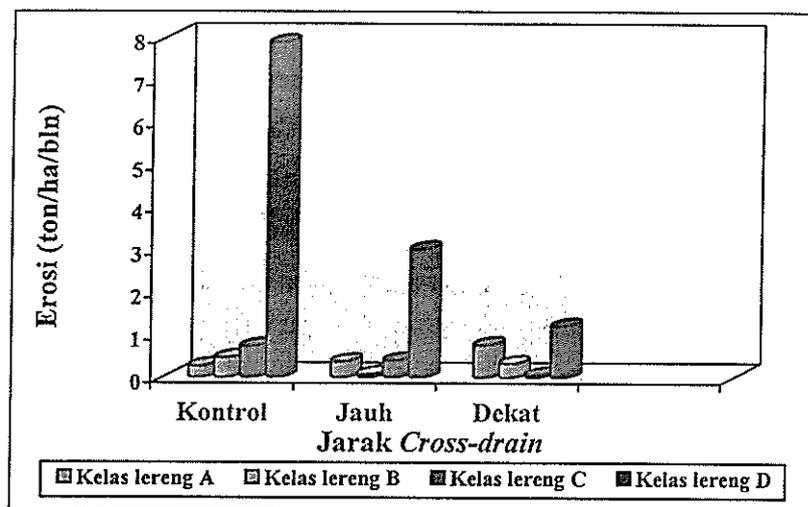
Tabel 15. Rata-rata Berat Tanah Tererosi pada setiap Kelas Lereng untuk Masing-masing Jarak *Cross-drain*

Kelas Lereng	Kontrol		Jarak <i>Cross-drain</i>			
			Jauh		Dekat	
	Aliran Permukaan (mm)	Erosi (ton/ha/bln)	Aliran Permukaan (mm)	Erosi (ton/ha/bln)	Aliran Permukaan (mm)	Erosi (ton/ha/bln)
A	3,626	0,264	6,272	0,367	11,812	0,761
B	9,212	0,455	3,227	0,070	9,686	0,319
C	11,825	0,726	7,985	0,398	4,644	0,056
D	20,130	7,888	17,112	3,019	9,156	1,208

Dari Tabel 15 di atas terlihat bahwa semakin tinggi kelas lereng aliran permukaan dan erosi akan semakin meningkat pada jalan sarad tanpa *cross-drain*. Hal ini disebabkan oleh semakin curam kelerengan jalan, maka kecepatan aliran permukaan akan semakin bertambah dan kemampuannya untuk mengikis tanah permukaan jalan yang dilaluinya akan semakin meningkat pula, sehingga volume aliran permukaan dan erosi yang tertampung menjadi lebih banyak.

Untuk kelas lereng C dan kelas lereng D pada petak ukur yang mempunyai jarak antar *cross-drain* yang lebih dekat terlihat bahwa erosi yang dihasilkannya lebih kecil dari pada petak ukur yang jarak antar *cross-drain*nya lebih jauh. Hal ini terjadi karena dengan semakin dekat jarak antar *cross-drain*, kemampuan *cross-drain* untuk menurunkan erosi akan semakin besar. Namun pada kelas lereng A terlihat bahwa semakin dekat jarak antar *cross-drain* erosi yang dihasilkannya akan semakin besar pula. Hal ini diduga disebabkan pada kelas lereng A dampak pembuatan *cross-drain* lebih

besar dari pada pengaruh adanya *cross-drain*. Pada kelas lereng B erosi dan aliran permukaan yang dihasilkan oleh petak ukur tanpa *cross-drain* dan yang mempunyai *cross-drain* mempunyai nilai yang lebih rendah dari besar erosi yang masih dapat dibiarkan. Sehingga penggunaan *cross-drain* pada kelas lereng B masih belum efektif. Perbandingan erosi tanah pada kelas lereng A, B, C, dan D untuk masing-masing jarak *cross-drain* dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Grafik Rata-rata Erosi Tanah pada Kelas Lereng A, B, C dan D untuk Masing-masing Jarak *Cross-drain*

Besarnya koefisien *run-off* untuk kelas lereng A, B, C dan D pada setiap jarak *cross-drain* disajikan pada Tabel 16 berikut ini.

Tabel 16. Koefisien *Run-off* untuk kelas lereng A, B, C dan D untuk Masing-masing Jarak *Cross-drain*

Kelas lereng	Koefisien <i>Run-off</i>		
	Kontrol	Jauh	Dekat
A	0,164	0,262	0,513
B	0,422	0,151	0,380
C	0,567	0,336	0,242
D	0,897	0,713	0,319

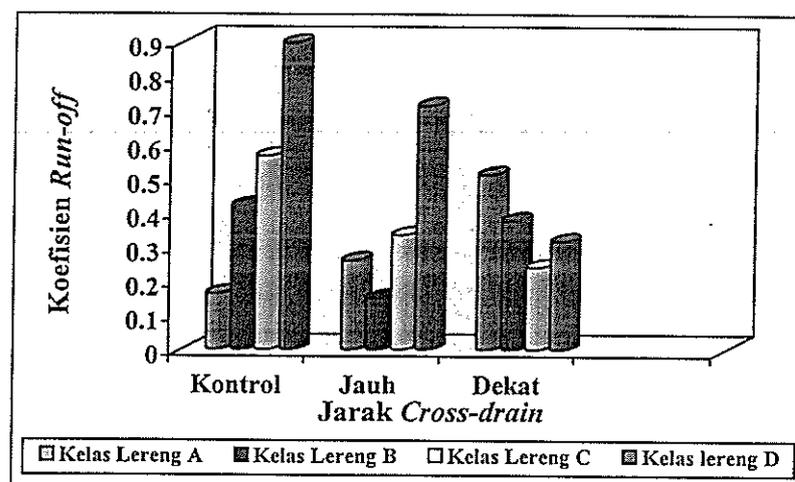
Dari Tabel 16 di atas, terlihat bahwa pada kelas lereng C dan D semakin dekat jarak *cross-drain* maka koefisien *run-off*-nya semakin kecil. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya saluran dan guludan pada jalan sarad yang berfungsi untuk mengalirkan air dari badan jalan sarad dan mengurangi kecepatan aliran permukaan pada jalan sarad.

Pada *cross-drain* dengan jarak yang dekat, aliran permukaan yang terjadi akan semakin banyak yang dialirkan menuju hutan atau jurang, sehingga pada bagian bawah lereng aliran permukaan yang terjadi akan semakin berkurang.

Pada kelas lereng A terlihat bahwa dengan semakin berkurangnya jarak *cross-drain* maka koefisien *run-off*nya akan semakin bertambah. Hal ini diduga disebabkan pada kelas lereng A *cross-drain* yang dibuat tidak dapat menurunkan aliran permukaan yang terjadi, namun meningkatkan aliran permukaan pada jalan sarad. Peningkatan aliran permukaan pada petak ukur yang mempunyai *cross-drain* pada kelas lereng A diduga karena kegiatan pembuatan *cross-drain* yang menggunakan *buldozer* meningkatkan pemadatan tanah, sehingga aliran permukaan yang terjadi menjadi semakin meningkat.

Pada kelas lereng B, nilai koefisien *run-off* petak ukur dengan jarak *cross-drain* yang jauh mempunyai nilai yang lebih kecil dari pada petak ukur tanpa *cross-drain* dan petak ukur dengan jarak *cross-drain* yang dekat. Pada kelas lereng B penggunaan *cross-drain* tidak efektif untuk menurunkan volume aliran permukaan terutama pada *cross-drain* dengan jarak yang lebih dekat. Adanya *cross-drain* pada jalan sarad akan meningkatkan aliran permukaan yang terjadi, meskipun pada jarak yang jauh *cross-drain* dapat menurunkan volume aliran permukaan

Dengan demikian penggunaan *cross-drain* pada kelas lereng A dan B masih belum efektif. Perbandingan koefisien *run-off* pada kelas lereng A, B, C dan D disajikan pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Koefisien *Run-off* pada Kelas Lereng A, B, C dan D untuk Masing-masing Jarak *Cross-drain*

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Penggunaan *cross-drain* pada kelas lereng A tidak efektif, karena diduga pembuatan *cross-drain* dengan menggunakan *buldozer* dapat meningkatkan pemadatan tanah dan erosi.
2. Penggunaan *cross-drain* pada kelas lereng B tidak efektif, karena erosi yang dihasilkan oleh petak ukur dengan dan tanpa *cross-drain* masih berada di bawah batas erosi yang masih dapat dibiarkan.
3. Penggunaan *cross-drain* pada kelas lereng C efektif untuk menurunkan besarnya erosi tanah dan aliran permukaan pada jarak 15 m.
4. Penggunaan *cross-drain* pada kelas lereng D belum mampu menurunkan erosi hingga kurang dari batas erosi yang masih dapat dibiarkan, namun dapat mengurangi besarnya erosi hingga 85,93% dari besarnya erosi tanpa *cross-drain*.
5. Pada kelas lereng C dan D semakin dekat jarak *cross-drain*, maka erosi yang dihasilkan semakin kecil pula.

B. Saran

Untuk kelas lereng A dan B sebaiknya dilakukan pengamatan penggunaan *cross-drain* yang dibuat secara manual. Selain itu, perlu dipertimbangkan besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan *cross-drain* dalam menentukan jarak yang paling efektif pada masing-masing kelas lereng. Kemiringan jalan yang digunakan sebaiknya lebih bervariasi lagi agar hasil yang didapatkan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. 1989. Konservasi Tanah dan Air. Penerbit IPB. Bogor.
- Buringh, P. 1976. Introduction to the Study of Soils in Tropical and Subtropical Regions. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen, Netherlands.
- Conway, S. 1982. Logging Practises. Principle of Timber Harvesting. Revised edition. Miller Freeman Publication, Inc. New York.
- Elias. 1994. Ecologging (Suatu Konsep Pemanenan Kayu Berwawasan Lingkungan untuk Menyongsong Tahun 2000). Makalah. Penataran Manajer Logging Fakultas Kehutanan IPB Bekerja sama dengan Departemen Kehutanan RI. bogor 18-22 Januari 1994.
- FAO. 1999. Code of Practise for Forest Harvesting in Asia Pasific. Thammada Press Co. Ltd., Bangkok. Thailand
- Idris, M.m. 1996. Dampak Penebangan dan Penyaradan di Hutan Produksi Terbatas terhadap Erosi Tanah, Keadaan Iklim Mikro serta Permudaan Alami. Disertasi. Program Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Kartasapoetra, G., A.G. Kartasapoetra dan M.M. Sutedjo. 1991. Teknologi Konservasi Tanah dan Air. PT. Rineka. Jakarta.
- Kohnke, H and A.R. Bertrand. 1959. Soil Conservation. Mc Graw Hill book Company. New York, Toronto. London.
- Poerwowidodo. 1992. Metode Selidik Tanah. Usaha Nasional. Surabaya.
- Solihin, H.Z. 1995. Pengaruh Penyaradan Kayu dengan traktor Berban Rantai terhadap Pemasatan dan Erosi Tanah di Jalan Sarad. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Tinambunan, D. 1987. Pentingnya Peningkatan Usaha Pengendalian Gangguan Lingkungan. Duta Rimba. 83/84 1987 Mei-Juni.
- Wiersum, K.F. 1979. Introduction to Principles of Forest Hidrology and Erosion. Lenbaga Ekologi UNPAD. Bandung.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Volume Aliran Permukaan dan Berat Tanah Tererosi

A. Pengamatan I

Petak Ukur	Volume Aliran Permukaan (ml)	Volume Contoh (ml)	Berat Kering Tanah (g)	Berat Tanah Tererosi (gr)
Kontrol	4928	42,50	0,45	52,179
A – 25	4928	50,20	0,85	83,442
A – 50	3696	47,20	0,76	59,512
Kontrol	6160	51,00	0,16	19,325
B – 20	4928	53,00	0,14	13,017
B – 30	5420.8	51,50	0,11	11,578
Kontrol	4928	52,00	0,21	26,535
C – 15	4928	48,00	0,10	10,267
C – 20	6160	50,00	0,17	20,944
Kontrol	12481.480	47,50	0,43	112,990
D – 12	3696	47,00	0,30	23,591
D – 16	3423.906	52,80	1,07	69,386

B. Pengamatan II

Petak Ukur	Volume Aliran Permukaan (ml)	Volume Contoh (ml)	Berat Kering Tanah (g)	Berat Tanah Tererosi (gr)
Kontrol	14384	42,00	0,48	168,960
A – 25	57904	41,80	0,43	595,663
A – 50	22176	46,00	0,37	178,372
Kontrol	36960	41,60	0,35	310,962
B – 20	24640	42,20	0,39	227,716
B – 30	17248	43,00	0,24	96,268
Kontrol	91168	43,50	0,24	502,996
C – 15	23408	48,00	0,08	39,013
C – 20	12320	40,80	0,28	84,549
Kontrol	103445.408	39,00	0,64	1697,566
D – 12	5420.8	37,90	0,52	74,375
D – 16	46690.836	41,50	0,66	742,553

**Lampiran I. Hasil Pengukuran Volume Aliran Permukaan dan Berat Tanah Tererosi
(lanjutan)**

C. Pengamatan III

Petak Ukur	Volume Aliran Permukaan (ml)	Volume Contoh (ml)	Berat Kering Tanah (g)	Berat Tanah Tererosi (gr)
Kontrol	29568	42,00	0,27	190,080
A - 25	108416	44,50	0,18	438,537
A - 50	51744	34,20	0,12	181,558
Kontrol	54208	40,00	0,10	132,520
B - 20	47555.2	40,80	0,12	139,888
B - 30	22668.8	44,80	0,06	30,360
Kontrol	71456	38,20	0,20	374,115
C - 15	19712	52,00	0,05	18,943
C - 20	56672	42,00	0,21	283,360
Kontrol	103445.408	49,80	0,77	1599,457
D - 12	29568	41,50	0,58	413,240
D - 16	79032.251	42,00	0,60	1129,032

D. Pengamatan IV

Petak Ukur	Volume Aliran Permukaan (ml)	Volume Contoh (ml)	Berat Kering Tanah (g)	Berat Tanah Tererosi (gr)
Kontrol	36690	41,00	0,23	205,822
A - 25	108416	49,00	0,29	641,646
A - 50	68992	42,60	0,28	453,469
Kontrol	71456	43,00	0,27	448,677
B - 20	61600	42,10	0,26	380,428
B - 30	36960	42,00	0,07	61,600
Kontrol	86240	41,00	0,25	525,854
C - 15	23408	36,00	0,03	26,003
C - 20	66528	40,80	0,24	391,341
Kontrol	182689.839	40,00	2,98	13610,393
D - 12	41888	41,00	0,85	868,410
D - 16	118219.993	42,60	0,96	2664,113

**Lampiran 1. Hasil Pengukuran Volume Aliran Permukaan dan Berat Tanah Tererosi
(lanjutan)**

E. Pengamatan V

Petak Ukur	Volume Aliran Permukaan (ml)	Volume Contoh (ml)	Berat Kering Tanah (g)	Berat Tanah Tererosi (gr)
Kontrol	16016	36,00	0,27	120,120
A - 25	62339.2	42,40	0,31	455,782
A - 50	30800	41,80	0,32	235,789
Kontrol	115808	44,50	0,19	494,461
B - 20	103488	38,20	0,03	81,273
B - 30	9856	41,50	0,07	16,625
Kontrol	113344	42,50	0,32	853,414
C - 15	11088	49,70	0,02	6,686
C - 20	41888	42,80	0,13	127,230
Kontrol	180652.665	41,00	0,77	3392,5
D - 12	39424	42,00	0,18	168,960
D - 16	64796.390	40,50	0,59	943,947

F. Pengamatan VI

Petak Ukur	Volume Aliran Permukaan (ml)	Volume Contoh (ml)	Berat Kering Tanah (g)	Berat Tanah Tererosi (gr)
Kontrol	34496	48,00	0,36	258,720
A - 25	103488	41,00	0,26	656,265
A - 50	59136	4300	0,20	275,051
Kontrol	62832	41,20	0,20	305,010
B - 20	56672	47,80	0,12	142,272
B - 30	29568	48,40	0,08	48,873
Kontrol	78848	41,60	0,24	454,892
C - 15	20944	43,00	0,05	24,353
C - 20	62832	41,00	0,21	321,822
Kontrol	179491.901	40,00	2,08	9333,579
D - 12	36961	42,50	0,60	521,802
D - 16	98524.768	41,80	0,72	1697,077

Lampiran 2. Pendugaan Berat Tanah Tererosi per Tahun pada Setiap Kelas Lereng

Kelas Lereng	Berat Tanah Tererosi (ton/ha/th)		
	Kontrol	Jauh	Dekat
A	16,574	32,667	47,026
B	30,486	4,874	28,341
C	36,819	45,073	2,997
D	1211,753	351,449	170,495

- Pendugaan berat tanah tererosi per tahun didapatkan dari hubungan curah hujan dan erosi yang terjadi per kejadian hujan
- Hubungan curah hujan dan Erosi pada setiap kelas lereng
 - a. **Kelas Lereng A**
 - Kontrol : $y = 0,0924 + 0,0079x$
 - A - 50 : $y = 0,0118 + 0,1659x$
 - A - 25 : $y = 0,0797 + 0,0508x$
 - b. **Kelas Lereng B**
 - Kontrol : $y = 0,0412 + 0,0157x$
 - B - 30 : $y = -0,0077 + 0,0026x$
 - B - 20 : $y = -0,0086 + 0,0150x$
 - c. **Kelas Lereng C**
 - Kontrol : $y = 0,2029 + 0,018x$
 - C - 20 : $y = -0,1173 + 0,0237x$
 - C - 15 : $y = 0,0109 + 0,0015x$
 - d. **Kelas Lereng D**
 - Kontrol : $y = -6,410 + 0,656x$
 - D - 16 : $y = -1,0153 + 0,1851x$
 - D - 12 : $y = -0,7950 + 0,0919x$

Keterangan : x = Curah Hujan (mm)
 y = Erosi

**Lampiran 3. Rata-rata Curah Hujan, Hari Hujan dan Intensitas Hujan Bulanan
HPH PT. Kulim Company**

BULAN	Curah Hujan (mm)	Hari Hujan (hari)	Intensitas Hujan (mm/hari hujan)
Januari	149,17	16,00	9,00
Februari	150,17	13,67	10,49
Maret	234,33	16,00	14,16
April	184,60	17,00	10,64
Mei	157,00	12,60	12,20
Juni	79,80	8,40	9,33
Juli	118,67	9,33	12,89
Agustus	125,33	11,00	12,05
September	125,20	10,60	10,65
Oktober	176,00	13,40	13,62
November	260,80	21,20	12,18
Desember	203,20	20,80	9,60

Sumber : Stasiun Meteorologi Simpang Tiga Pekan baru

Lampiran 4. Peta Situasi Areal HPH PT. Kulim Company

