

# KAJIAN PENGENDALIAN EROSI DAN SEDIMENTASI SUNGAI BATANG ARAU

**Widhiyugo Dityamiko**

Program Studi Teknik Sipil

Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai

Jl. Tuanku Tambusai No. 23 Bangkinang, Kampar-Riau

## Abstrak

Tata guna lahan yang terjadi di DAS akan mempengaruhi erosi yang terjadi. Kawasan hutan yang berada di Daerah Aliran Sungai (DAS) yang semakin berkurang akan menyebabkan erosi yang terjadi di DAS akan semakin besar. Dengan meningkatnya erosi yang terjadi di Daerah Aliran Sungai sehingga sedimen yang dibawa oleh aliran sungai akan semakin besar. Pada kajian ini, perkiraan erosi lahan yang terjadi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Arau menggunakan analisis spasial berbasis GIS metoda USLE. Simulasi laju sedimen di aliran sungai Batang Arau menggunakan bantuan perangkat lunak (software) Mike-11 flow model dengan Hydrodynamic Module (HD) untuk mensimulasikan pola aliran dan Sediment Transport Module (ST) untuk mensimulasikan transpor sedimen.

**Kata kunci:** *Laju Erosi Lahan, Laju Sedimentasi Sungai, USLE, Perangkat Lunak MIKE11.*

## PENDAHULUAN

Tata guna lahan yang terjadi di DAS akan mempengaruhi erosi yang terjadi. Kawasan hutan yang berada di Daerah Aliran Sungai (DAS) yang semakin berkurang akan menyebabkan erosi yang terjadi di DAS akan semakin besar. Dengan meningkatnya erosi yang terjadi di Daerah Aliran Sungai sehingga sedimen yang dibawa oleh aliran sungai akan semakin besar. Pada saat debit puncak banjir terjadi dengan kondisi sedimen partikel akibat erosi yang terjadi maka akan menyebabkan aliran debris. Aliran debris yang terjadi akan menyebabkan elevasi dasar sungai di hilir akan terjadi pendangkalan.

Kajian studi yang akan dilaksanakan adalah penanganan laju sedimentasi di aliran Sungai Batang Arau. Penanganan laju sedimentasi yang terjadi dilakukan adalah pengendalian laju erosi lahan yang terjadi di Daerah Aliran Sungai Batang Arau. Penanganan erosi dengan cara konservasi yakni melihat perubahan tata guna lahan yang terjadi di Daerah Aliran Sungai Batang Arau yang menyebabkan erosi yang terjadi sangat tinggi. Dari hasil tersebut akan disimulasikan usulan tata guna lahan sehingga erosi yang terjadi dapat diminimalisir.

Selain hal tersebut penanganan laju sedimentasi di sungai Batang Arau adalah dengan hal teknis yakni dengan cara pembangunan Bangunan Pengendali Sedimen (BPS) di hulu sungai Batang Arau. Dengan adanya Bangunan Pengendali Sedimen sehingga sedimen yang terjadi di hulu dapat ditahan sehingga tidak menyebabkan pendangkalan di hilir sungai.

Adapun tujuan dari studi ini adalah:

- Untuk mengevaluasi laju erosi lahan dan laju sedimentasi yang terjadi di DAS Batang Arau akibat perubahan tata guna lahan di kawasan DAS Batang Arau.
- Usulan bangunan pengendali sedimen di hulu sungai Batang Arau untuk mengendalikan laju sedimen di aliran sungai Batang Arau.

## KAJIAN PUSTAKA

### 1. Prediksi Laju Erosi

Prediksi erosi adalah metoda untuk memperkirakan laju erosi yang akan terjadi dari tanah yang digunakan untuk penggunaan lahan dan pengelolaan tertentu. Metode prediksi merupakan alat untuk menilai apakah suatu program atau tindakan konservasi tanah telah berhasil mengurangi erosi dari suatu bidang tanah atau suatu daerah aliran sungai (DAS). Di samping itu, prediksi erosi juga sebagai alat bantu untuk mengambil keputusan dalam perencanaan konservasi tanah pada suatu areal (Arsyad, 2010).

Suatu model parametrik untuk memprediksi erosi dari suatu bidang tanah telah dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978), yang disebut The Universal Soil Loss Equation (USLE). USLE memungkinkan perencanaan menduga laju rata-rata erosi suatu tanah tertentu pada suatu kecuraman lereng dengan pola hujan tertentu untuk setiap macam pertanaman dan tindakan pengelolaan (tindakan konservasi tanah) yang memungkinkan dilakukan atau yang sedang digunakan. Persamaan yang

digunakan mengelompokkan berbagai parameter fisik dan pengelolaan yang mempengaruhi laju erosi ke dalam enam peubah utama yang nilainya setiap tempat dapat dinyatakan secara numerik.

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \dots\dots\dots [1]$$

Keterangan:

- A = Banyaknya tanah tererosi dalam ton/ha/Tahun.
- R = Faktor curah hujan dan aliran permukaan, yaitu jumlah satuan indeks erosi hujan, yang merupakan perkalian antara energi hujan total (E) dengan intensitas hujan maksimum 30 menit (I<sub>30</sub>) tahunan.
- K = Faktor erodibilitas tanah, yaitu laju erosi per indeks erosi hujan (R) untuk suatu tanah yang didapat dari petak percobaan standar, yaitu petak percobaan yang panjangnya 72,6 kaki (22 meter) terletak pada lereng 9% tanpa tanaman.
- LS = Faktor karakteristik lereng, yaitu nisbah antara besarnya erosi yang terjadi dari suatu tanah dengan suatu panjang lereng tertentu, terhadap besarnya erosi dari tanah dengan lereng 9% di bawah keadaan yang identik.
- C = Faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman yaitu nisbah antara besarnya erosi dari suatu areal dengan vegetasi penutup dan pengelolaan tanaman tertentu terhadap besarnya erosi dari tanah yang identik tanpa tanaman.
- P = Faktor tindakan-tindakan khusus konservasi tanah, yaitu nisbah antara besarnya erosi dari tanah yang diberi perlakuan tindakan konservasi khusus seperti pengolahan menurut kontur, penanaman dalam strip atau teras terhadap besarnya erosi dari tanah yang diolah searah lereng dalam keadaan yang identik.

**2. Transport Sedimen di Dalam Program Mike 11**

MIKE 11 adalah salah satu *software* yang dibuat oleh DHI yang berfungsi untuk melakukan pemodelan hidraulika dan analisa transport sedimen. Pemodelan transport sedimen di dalam program Mike 11 menggunakan beberapa metode model persamaan yakni:

- a. Metode pemodelan Ackers dan White,
- b. Metode pemodelan Ashida dan Michiue,
- c. Metode pemodelan Ashida, Takahashi dan Mizuyama,
- d. Metode pemodelan Engelund dan Fredsøe,
- e. Metode pemodelan Engelund dan Hansen,
- f. Metode pemodelan Meyer-Peter dan Müller,
- g. Metode pemodelan Van Rijn

Didalam studi ini, metode *transport sediment* yang digunakan adalah metode Engelund dan Fredsøe. Metode Engelund dan Fredsøe terbagi menjadi dua yakni *bed load* dan *suspended load*.

Bed Load

Kecepatan perpindahan partikel sebagai bed load yakni,

$$\Phi_b = 5 \left[ 1 + \left( \frac{\pi\beta}{6\theta' - \theta_c} \right)^4 \right] (\sqrt{\theta'} - 0,7\sqrt{\theta_c}) \text{ dan } \Phi_b = \frac{q_b}{\sqrt{(s-1)gd^3}} \dots\dots\dots [2]$$

Dimana:

- u<sub>b3</sub> = Kecepatan partikel bed load
- uf<sup>\*</sup> = Kecepatan gesekan
- θ = Tegangan geser dasar saluran
- θ<sub>c</sub> = Tegangan geser kritis dasar saluran
- θ' = Skin friction

Suspended Load

Konsentrasi sedimen dihitung berasal dari profil konsentrasi oleh Rouse (1936) yakni;

$$c = c_a \left( \frac{D-y}{y} \frac{a}{D-a} \right)^z \dots\dots\dots [3]$$

Dimana,

- c = Konsentrasi dari suspended sedimen (pada y di atas dasar saluran)
- c<sub>a</sub> = Konsentrasi di dasar saluran
- D = Kedalaman air
- y = Jarak dari level dasar saluran
- z = nilai Rouse, z = w/(0,4uf<sup>\*</sup>).

w = kecepatan endap dari material suspensi yang didapatkan dari persamaan dibawah ini;

$$w = \begin{cases} \frac{1}{18} \frac{(s-1)gd^2}{v} & \text{for } d < 0,1mm \\ \frac{10v}{d} \left\{ \left[ 1 + \frac{0,01(s-1)gd^3}{v^2} \right]^{0,5} - 1 \right\} & \text{for } 0,1mm \leq d \leq 1,0mm \\ 1,1[(s-1)gd]^{0,5} & \text{for } 1,0 mm < d \end{cases} \dots\dots\dots [4]$$

Butiran dengan kecepatan endapan dibawah 0.8 u<sub>f</sub> yang terangkut oleh suspensi dan hanya butiran tersebut yang dapat dihitung kecepatan efektif jatuh sedimen. Konsentrasi C<sub>a</sub> pada y = 2d menurut Engelund dan Fredsøe melalui pertimbangan dinamis, kenaikan nilai θ (tegangan geser dasar saluran), yang melampaui tegangan dasar kritis, θ<sub>c</sub> tidak dapat diangkut hanya dengan bed load. Sebagian dari tegangan dasar saluran dipindahkan menjadi tegangan dispersif melalui percampuran antara partikel suspended load dengan bed load. Tegangan dispersif dijelaskan melalui persamaan yang dikembangkan oleh Bagnold(1954). Total tegangan dasar saluran dikoreksi dengan efek dunes, θ, dibagi menjadi tiga kondisi yakni; tegangan dasar kritis, pergerakan bed load partikel dan tegangan dispersif dari suspended load.

$$\theta' = \theta_c + \frac{\pi}{6} \beta p + 0,027s\theta'\lambda^2 \dots\dots\dots [5]$$

Dimana, p adalah kemungkinan partikel untuk bergerak. Hubungan linear antara konsentrasi λ dengan c<sub>a</sub> yakni:

$$c_a = \frac{0,65}{\left(1 + \frac{1}{\lambda}\right)^3} \dots\dots\dots [6]$$

**METODOLOGI**

Berikut di bawah ini akan dijelaskan tahapan – tahapan yang dilakukan pada studi ini, agar diperoleh informasi hubungan hujan limpasan untuk mendukung Kajian Pengendalian Erosi Dan Sedimentasi Sungai Batang Arau:

i. Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi yang dilakukan sebagai data masukan untuk perhitungan laju erosi lahan di DAS Batang Arau dan angkutan sedimen di sungai Batang Arau.

ii. Analisa Laju Erosi Lahan

Proses penggambaran informasi laju erosi pada bidang datar dapat dilakukan dengan menggunakan GIS (Geographic Information System). Agar dapat menggunakan model USLE untuk memperkirakan besarnya nilai dan distribusi aktual erosi tanah di suatu Wilayah Sungai, pendekatan yang digunakan adalah menggunakan sistem GIS dimana sangat dibutuhkan informasi tentang distribusi spasial dari setiap parameter USLE.

iii. Analisa Angkutan Sedimen

Analisis angkutan sedimen ini dilakukan untuk mengetahui pergerakan transpor sedimen yang terjadi anak sungai Batang Arau yang mempengaruhi sedimentasi di sungai Batang Arau. Anak sungai yang berpengaruh yakni Sungai Ulugadut dan Sungai Arau Hulu. Analisis angkutan sedimen yang dilakukan dengan mengetahui tinggi muka air, debit aliran sungai dan konsentrasi sedimen. Transpor sedimen yang terjadi dimodelkan dengan menggunakan software Mike-11. Data masukan untuk program Mike-11 yakni berupa data penampang sungai, data debit sungai, dan data hasil analisis laju erosi metoda USLE.

iv. Upaya pengendalian Erosi dan Sedimen

Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi laju erosi lahan dan laju sedimentasi sungai yakni:

- a. Perubahan penggunaan lahan  
Melakukan perubahan penggunaan lahan yang sesuai dengan Rencana Tata Ruang
- b. Pembangunan bangunan pengendalian sedimen  
Bangunan pengendali sedimen yang direncanakan untuk menahan laju sedimentasi yang terjadi di sungai Batang Arau.

**HASIL DAN PEMBAHASAN****1. Debit Harian**

Debit harian yang terjadi pada beberapa Sub-DAS Batang Arau yangki sebagai berikut:

Tabel 1. Debit Harian Sub DAS Arau Hulu

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	4,01	5,46	9,08	8,56	16,21	8,30	7,06	2,41	3,26	4,21	9,89	8,56
2	3,63	6,35	6,59	7,30	11,29	8,05	5,03	4,82	7,30	4,01	11,86	8,30
3	3,63	5,03	5,24	6,35	8,82	7,55	4,21	4,41	9,35	3,63	19,26	9,08
4	3,44	5,68	4,41	6,35	7,80	11,00	3,63	35,08	5,68	3,26	17,54	13,05
5	7,80	7,06	4,21	5,24	5,68	14,29	3,26	10,44	4,41	3,08	13,36	13,36
6	8,30	5,46	3,63	4,61	12,45	8,56	2,91	5,68	3,08	2,91	9,89	17,88
7	6,13	4,61	4,21	4,21	7,30	6,35	2,74	4,01	7,80	2,57	10,44	22,88
8	4,82	4,01	4,82	4,82	5,68	5,68	2,57	3,63	10,44	5,46	11,86	20,33
9	8,30	3,63	3,63	11,29	5,03	5,03	2,57	3,08	7,55	5,03	12,75	18,57
10	9,08	3,08	4,41	9,89	4,82	4,82	2,74	2,91	11,86	3,63	11,86	20,68
11	8,56	2,91	3,44	6,35	4,41	4,61	15,88	2,74	11,57	2,91	14,29	19,26
12	5,90	2,74	3,08	5,24	4,01	4,41	36,41	2,41	7,06	2,57	12,16	18,92
13	5,03	2,74	6,59	4,61	3,63	4,01	13,66	5,90	5,90	2,25	12,16	18,22
14	4,61	19,62	7,30	4,21	3,63	4,01	9,62	3,44	7,30	2,25	9,62	18,22
15	2,74	4,82	4,82	10,72	3,26	3,44	8,05	3,82	8,56	1,95	9,89	19,26
16	3,63	3,44	4,01	4,82	6,59	3,26	7,55	2,91	8,05	2,10	9,35	17,88
17	3,26	2,91	5,46	5,46	19,26	2,91	4,61	2,91	6,35	1,95	8,82	17,54
18	3,08	2,57	14,92	5,90	10,44	3,08	6,59	2,41	11,00	2,10	8,56	14,29
19	2,91	2,57	7,06	9,35	6,59	2,74	3,26	10,16	9,89	2,91	8,56	8,56
20	2,74	2,57	7,30	6,59	14,92	3,08	4,61	6,35	13,66	2,74	8,82	8,30
21	7,80	3,08	5,03	6,35	12,16	2,91	4,21	5,03	12,75	17,88	8,82	7,30
22	4,21	4,61	13,36	5,24	11,00	36,85	3,82	5,90	14,92	7,55	9,08	4,01
23	10,72	2,57	9,08	9,35	11,57	10,16	3,63	6,13	9,35	8,56	9,08	4,01
24	12,16	2,25	19,26	17,88	8,56	7,55	1,14	5,68	10,44	8,82	9,62	3,44
25	12,45	2,25	12,45	13,97	8,30	6,59	3,44	8,82	9,62	7,80	9,62	4,21
26	8,56	1,95	9,62	16,54	6,35	5,46	3,26	7,30	7,06	7,55	9,62	2,57
27	6,35	20,33	11,86	13,36	6,13	4,21	3,08	5,24	11,86	13,66	8,56	3,26
28	9,62	17,21	12,75	11,29	7,30	3,63	2,91	3,63	6,35	11,00	8,56	3,26
29	6,59		4,41	18,57	5,68	7,06	2,57	3,26	5,46	9,62	7,55	3,44
30	7,55		5,24	24,78	6,13	10,44	2,57	3,44	5,03	8,30	7,30	2,74
31	7,30		5,46		12,45		2,57	2,74		10,16		2,91

Tabel 2. Debit Harian Sub DAS Ulugadut

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	2,96	4,02	6,69	6,31	11,95	6,12	5,20	1,78	2,40	3,10	7,29	6,31
2	2,67	4,68	4,85	5,38	8,32	5,93	3,70	3,55	5,38	2,96	8,74	6,12
3	2,67	3,70	3,86	4,68	6,50	5,56	3,10	3,25	6,89	2,67	14,20	6,69
4	2,54	4,18	3,25	4,68	5,75	8,11	2,67	25,86	4,18	2,40	12,93	9,62
5	5,75	5,20	3,10	3,86	4,18	10,53	2,40	7,69	3,25	2,27	9,84	9,84
6	6,12	4,02	2,67	3,40	9,18	6,31	2,14	4,18	2,27	2,14	7,29	13,18
7	4,51	3,40	3,10	3,10	5,38	4,68	2,02	2,96	5,75	1,90	7,69	16,86
8	3,55	2,96	3,55	3,55	4,18	4,18	1,90	2,67	7,69	4,02	8,74	14,98
9	6,12	2,67	2,67	8,32	3,70	3,70	1,90	2,27	5,56	3,70	9,40	13,68
10	6,69	2,27	3,25	7,29	3,55	3,55	2,02	2,14	8,74	2,67	8,74	15,24
11	6,31	2,14	2,54	4,68	3,25	3,40	11,70	2,02	8,53	2,14	10,53	14,20
12	4,35	2,02	2,27	3,86	2,96	3,25	26,83	1,78	5,20	1,90	8,96	13,94
13	3,70	2,02	4,85	3,40	2,67	2,96	10,07	4,35	4,35	1,66	8,96	13,43
14	3,40	14,46	5,38	3,10	2,67	2,96	7,09	2,54	5,38	1,66	7,09	13,43

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
15	2,02	3,55	3,55	7,90	2,40	2,54	5,93	2,81	6,31	1,43	7,29	14,20
16	2,67	2,54	2,96	3,55	4,85	2,40	5,56	2,14	5,93	1,54	6,89	13,18
17	2,40	2,14	4,02	4,02	14,20	2,14	3,40	2,14	4,68	1,43	6,50	12,93
18	2,27	1,90	10,99	4,35	7,69	2,27	4,85	1,78	8,11	1,54	6,31	10,53
19	2,14	1,90	5,20	6,89	4,85	2,02	2,40	7,49	7,29	2,14	6,31	6,31
20	2,02	1,90	5,38	4,85	10,99	2,27	3,40	4,68	10,07	2,02	6,50	6,12
21	5,75	2,27	3,70	4,68	8,96	2,14	3,10	3,70	9,40	13,18	6,50	5,38
22	3,10	3,40	9,84	3,86	8,11	27,16	2,81	4,35	10,99	5,56	6,69	2,96
23	7,90	1,90	6,69	6,89	8,53	7,49	2,67	4,51	6,89	6,31	6,69	2,96
24	8,96	1,66	14,20	13,18	6,31	5,56	0,84	4,18	7,69	6,50	7,09	2,54
25	9,18	1,66	9,18	10,30	6,12	4,85	2,54	6,50	7,09	5,75	7,09	3,10
26	6,31	1,43	7,09	12,19	4,68	4,02	2,40	5,38	5,20	5,56	7,09	1,90
27	4,68	14,98	8,74	9,84	4,51	3,10	2,27	3,86	8,74	10,07	6,31	2,40
28	7,09	12,68	9,40	8,32	5,38	2,67	2,14	2,67	4,68	8,11	6,31	2,40
29	4,85		3,25	13,68	4,18	5,20	1,90	2,40	4,02	7,09	5,56	2,54
30	5,56		3,86	18,26	4,51	7,69	1,90	2,54	3,70	6,12	5,38	2,02
31	5,38		4,02		9,18		1,90	2,02		7,49		2,14

Tabel 3. Debit Harian Sub DAS Batang Jirak

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	1,34	1,82	3,03	2,85	5,40	2,77	2,35	0,80	1,09	1,40	3,29	2,85
2	1,21	2,12	2,19	2,43	3,76	2,68	1,67	1,60	2,43	1,34	3,95	2,77
3	1,21	1,67	1,75	2,12	2,94	2,51	1,40	1,47	3,11	1,21	6,42	3,03
4	1,15	1,89	1,47	2,12	2,60	3,66	1,21	11,69	1,89	1,09	5,84	4,35
5	2,60	2,35	1,40	1,75	1,89	4,76	1,09	3,48	1,47	1,03	4,45	4,45
6	2,77	1,82	1,21	1,54	4,15	2,85	0,97	1,89	1,03	0,97	3,29	5,96
7	2,04	1,54	1,40	1,40	2,43	2,12	0,91	1,34	2,60	0,86	3,48	7,62
8	1,60	1,34	1,60	1,60	1,89	1,89	0,86	1,21	3,48	1,82	3,95	6,77
9	2,77	1,21	1,21	3,76	1,67	1,67	0,86	1,03	2,51	1,67	4,25	6,19
10	3,03	1,03	1,47	3,29	1,60	1,60	0,91	0,97	3,95	1,21	3,95	6,89
11	2,85	0,97	1,15	2,12	1,47	1,54	5,29	0,91	3,86	0,97	4,76	6,42
12	1,97	0,91	1,03	1,75	1,34	1,47	12,13	0,80	2,35	0,86	4,05	6,30
13	1,67	0,91	2,19	1,54	1,21	1,34	4,55	1,97	1,97	0,75	4,05	6,07
14	1,54	6,53	2,43	1,40	1,21	1,34	3,20	1,15	2,43	0,75	3,20	6,07
15	0,91	1,60	1,60	3,57	1,09	1,15	2,68	1,27	2,85	0,65	3,29	6,42
16	1,21	1,15	1,34	1,60	2,19	1,09	2,51	0,97	2,68	0,70	3,11	5,96
17	1,09	0,97	1,82	1,82	6,42	0,97	1,54	0,97	2,12	0,65	2,94	5,84
18	1,03	0,86	4,97	1,97	3,48	1,03	2,19	0,80	3,66	0,70	2,85	4,76
19	0,97	0,86	2,35	3,11	2,19	0,91	1,09	3,39	3,29	0,97	2,85	2,85
20	0,91	0,86	2,43	2,19	4,97	1,03	1,54	2,12	4,55	0,91	2,94	2,77
21	2,60	1,03	1,67	2,12	4,05	0,97	1,40	1,67	4,25	5,96	2,94	2,43
22	1,40	1,54	4,45	1,75	3,66	12,28	1,27	1,97	4,97	2,51	3,03	1,34
23	3,57	0,86	3,03	3,11	3,86	3,39	1,21	2,04	3,11	2,85	3,03	1,34
24	4,05	0,75	6,42	5,96	2,85	2,51	0,38	1,89	3,48	2,94	3,20	1,15
25	4,15	0,75	4,15	4,66	2,77	2,19	1,15	2,94	3,20	2,60	3,20	1,40
26	2,85	0,65	3,20	5,51	2,12	1,82	1,09	2,43	2,35	2,51	3,20	0,86
27	2,12	6,77	3,95	4,45	2,04	1,40	1,03	1,75	3,95	4,55	2,85	1,09
28	3,20	5,73	4,25	3,76	2,43	1,21	0,97	1,21	2,12	3,66	2,85	1,09
29	2,19		1,47	6,19	1,89	2,35	0,86	1,09	1,82	3,20	2,51	1,15
30	2,51		1,75	8,26	2,04	3,48	0,86	1,15	1,67	2,77	2,43	0,91
31	2,43		1,82		4,15		0,86	0,91		3,39		0,97

Tabel 4. Debit Harian Sub DAS Banjir Kanal

Tanggal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	2,32	3,16	5,26	4,96	9,40	4,81	4,09	1,40	1,89	2,44	5,73	4,96
2	2,10	3,68	3,82	4,23	6,54	4,67	2,91	2,79	4,23	2,32	6,88	4,81
3	2,10	2,91	3,04	3,68	5,11	4,38	2,44	2,55	5,42	2,10	11,17	5,26
4	2,00	3,29	2,55	3,68	4,52	6,38	2,10	20,34	3,29	1,89	10,17	7,57
5	4,52	4,09	2,44	3,04	3,29	8,28	1,89	6,05	2,55	1,79	7,74	7,74
6	4,81	3,16	2,10	2,67	7,22	4,96	1,69	3,29	1,79	1,69	5,73	10,37
7	3,55	2,67	2,44	2,44	4,23	3,68	1,59	2,32	4,52	1,49	6,05	13,27
8	2,79	2,32	2,79	2,79	3,29	3,29	1,49	2,10	6,05	3,16	6,88	11,78
9	4,81	2,10	2,10	6,54	2,91	2,91	1,49	1,79	4,38	2,91	7,39	10,76
10	5,26	1,79	2,55	5,73	2,79	2,79	1,59	1,69	6,88	2,10	6,88	11,99
11	4,96	1,69	2,00	3,68	2,55	2,67	9,21	1,59	6,71	1,69	8,28	11,17
12	3,42	1,59	1,79	3,04	2,32	2,55	21,11	1,40	4,09	1,49	7,05	10,96
13	2,91	1,59	3,82	2,67	2,10	2,32	7,92	3,42	3,42	1,30	7,05	10,56
14	2,67	11,37	4,23	2,44	2,10	2,32	5,57	2,00	4,23	1,30	5,57	10,56
15	1,59	2,79	2,79	6,21	1,89	2,00	4,67	2,21	4,96	1,13	5,73	11,17
16	2,10	2,00	2,32	2,79	3,82	1,89	4,38	1,69	4,67	1,22	5,42	10,37
17	1,89	1,69	3,16	3,16	11,17	1,69	2,67	1,69	3,68	1,13	5,11	10,17
18	1,79	1,49	8,65	3,42	6,05	1,79	3,82	1,40	6,38	1,22	4,96	8,28
19	1,69	1,49	4,09	5,42	3,82	1,59	1,89	5,89	5,73	1,69	4,96	4,96
20	1,59	1,49	4,23	3,82	8,65	1,79	2,67	3,68	7,92	1,59	5,11	4,81
21	4,52	1,79	2,91	3,68	7,05	1,69	2,44	2,91	7,39	10,37	5,11	4,23
22	2,44	2,67	7,74	3,04	6,38	21,36	2,21	3,42	8,65	4,38	5,26	2,32
23	6,21	1,49	5,26	5,42	6,71	5,89	2,10	3,55	5,42	4,96	5,26	2,32
24	7,05	1,30	11,17	10,37	4,96	4,38	0,66	3,29	6,05	5,11	5,57	2,00
25	7,22	1,30	7,22	8,10	4,81	3,82	2,00	5,11	5,57	4,52	5,57	2,44
26	4,96	1,13	5,57	9,59	3,68	3,16	1,89	4,23	4,09	4,38	5,57	1,49
27	3,68	11,78	6,88	7,74	3,55	2,44	1,79	3,04	6,88	7,92	4,96	1,89
28	5,57	9,97	7,39	6,54	4,23	2,10	1,69	2,10	3,68	6,38	4,96	1,89
29	3,82		2,55	10,76	3,29	4,09	1,49	1,89	3,16	5,57	4,38	2,00
30	4,38		3,04	14,37	3,55	6,05	1,49	2,00	2,91	4,81	4,23	1,59
31	4,23		3,16		7,22		1,49	1,59		5,89		1,69

## 2. Analisa Laju Erosi

### a. Indeks Erosivitas hujan

Erosi tanah dari suatu bidang pertanian sebagai akibat dari hujan tunggal berhubungan langsung dengan produk dari total energi kinetik hujan tunggal tersebut (E) dan intensitas maksimumnya. Nilai R untuk DAS Batang Arau dari analisa Nilai R berdasarkan stasiun hujan dengan pembagian wilayah yang menggunakan peta polygon thiesen. Besar nilai R adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Perhitungan nilai R DAS Batang Arau

Stasiun Hujan	Porsentase (%)	R. Stasiun Hujan	R. DAS Batang Arau
Pos Ladang Padi – Lbk. Kilangan	43,21	5.204,71	2.249,11
Pos Batu Busuk – Kuranji	2,37	3.699,10	87,73
Pos Gunung Nago	1,47	6.100,90	89,56
Pos Simpang Alai	52,95	2.797,32	1.481,11
<b>Total</b>	<b>100,00</b>		<b>3.907,51</b>

Nilai R untuk DAS Batang Arau adalah  $R = 3.907,51$ . Untuk menganalisis laju sedimentasi di sungai Batang Arau digunakan nilai R bulanan sehingga didapatkan laju erosi yang terjadi pada bulan Maret dan bulan Juni:

Tabel 6. Nilai R untuk Bulan Maret

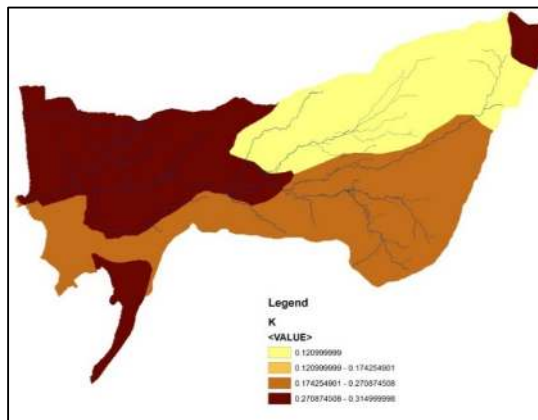
Stasiun Hujan	Luas Bagian	Porsentase (%)	R. Stasiun Hujan	R. DAS Batang Arau
Pos Ladang Padi – Lbk. Kilangan	7.518,49	43,21	447,36	193,32
Pos Batu Busuk – Kuranji	412,66	2,37	259,55	6,16
Pos Gunung Nago	255,40	1,47	379,09	5,56
Pos Simpang Alai	9.212,12	52,95	259,55	137,43
<b>Total</b>	<b>17.398.76</b>	<b>100,00</b>		<b>342,47</b>

Tabel 7. Nilai R untuk Bulan Juni

Stasiun Hujan	Luas Bagian	Porsentase (%)	R. Stasiun Hujan	R. DAS Batang Arau
Pos Ladang Padi – Lbk. Kilangan	7.518,49	43,21	501,70	216,80
Pos Batu Busuk – Kuranji	412,66	2,37	264,37	6,27
Pos Gunung Nago	255,40	1,47	505,21	7,42
Pos Simpang Alai	9.212,12	52,95	231,15	122,39
<b>Total</b>	<b>17.398.76</b>	<b>100,00</b>		<b>352,88</b>

b. Indek Erodibilitas Tanah

Peta sebaran erodibilitas tanah/faktor nilai K untuk DAS batang Arau dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Peta Sebaran Faktor K-DAS Batang Arau

c. Faktor Karakteristik Lereng (LS)

Faktor topografi panjang lereng dan kemiringan lereng hanya ditafsirkan secara terpisah untuk tujuan penelitian. Untuk aplikasi lapangan, faktor LS gabungan lebih sesuai untuk digunakan. Faktor LS merupakan faktor penting dalam USLE yang menjelaskan lebih banyak variasi dalam *gross erosion* daripada faktor-faktor lain selain faktor pengelolaan lahan (CP). Berikut ini adalah formula yang dihasilkan oleh Wood and Dent (1983) yang dapat digunakan untuk menghitung faktor karakteristik lereng LS.

$$LS = 34.7046 \left( \frac{L}{22.1} \right)^m \times (\cos \alpha)^{1.503} \times \left( \frac{(\sin \alpha)^{1.249}}{2} + (\sin \alpha)^{2.249} \right) \dots \dots \dots [7]$$

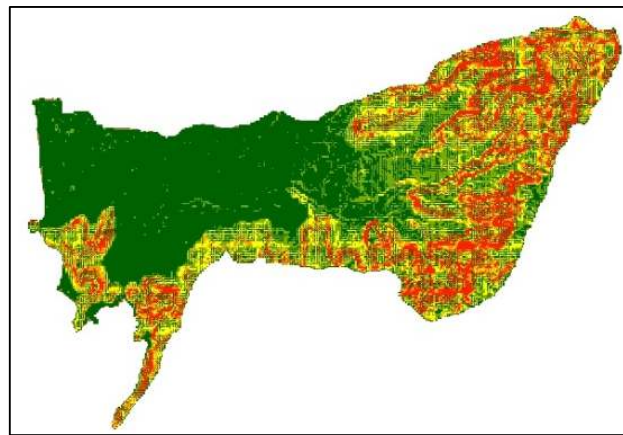
Dimana:

L = Panjang lereng (m)

m = 0,5 untuk kemiringan lereng >5% ; 0,4 untuk kemiringan lereng diantara 3 dan 5% dan 0,3 untuk kemiringan lereng <3%

α = Sudut kemiringan lereng (deg atau rad)

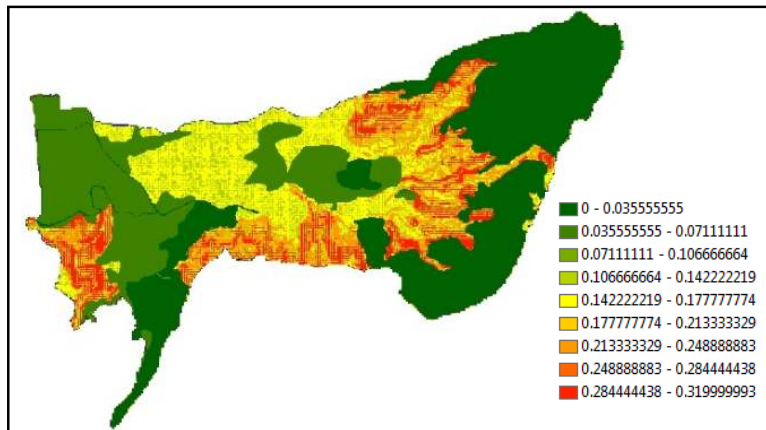
Peta faktor LS untuk DAS Batang Arau dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. Peta Sebaran Faktor LS-DAS Batang Arau

d. Faktor Pengelolaan Lahan (LS)

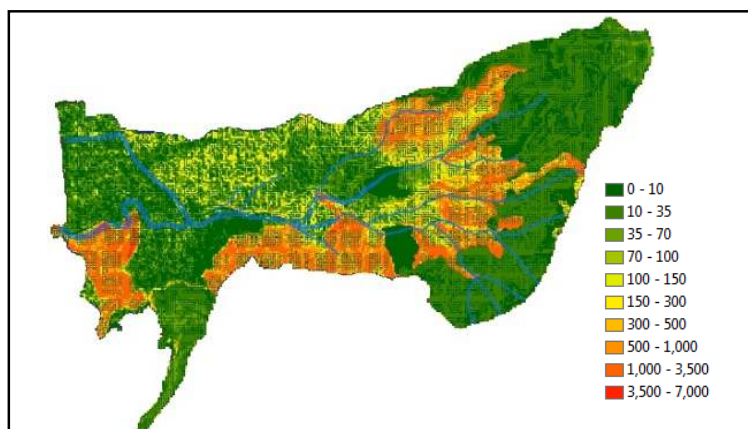
Peta sebaran tata guna lahan DAS Batang Arau sesuai dengan jenis tata guna lahan berdasarkan rujukan peta tata guna lahan tahun 2007 yang bersumber dari Peta Spasial Bappeda Kota Padang. Berdasarkan peta sebaran tata guna lahan dan kemiringan lereng sehingga didapat peta sebaran faktor CP untuk DAS Batang Arau dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. Peta Sebarang Faktor CP-DAS Batang Arau

e. Faktor Laju Erosi Lahan

Besarnya nilai dan distribusi aktual erosi erosi tanah dapat diketahui dengan meng-overlaykan keempat raster layer yang telah diperoleh, yaitu raster R, raster K, raster LS dan raster CP. Perkalian nilai-nilai grid cell dari keempat raster tersebut menghasilkan nilai laju erosi lahan. Berikut ini peta laju erosi (A – ton/ha/tahun) untuk DAS Batang Arau.



Gambar 4. Peta Sebaran Faktor Laju Erosi Lahan-DAS Batang Arau (ton/ha/tahun)



Dari hasil analisis laju erosi lahan di DAS Batang Arau, berikut ini rekapitulasi laju erosi setiap sub das yang ada di DAS Batang Arau yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 8. Laju Erosi Lahan

Nama Sub DAS	Luas DAS (m <sup>2</sup> )	Luas DAS (ha)	Laju Erosi (ton/ha/Thn)			Sum (ton/Thn)	Sum (Juta ton/Thn)
			Max	Range	Mean		
Sub DAS Arau Hulu	63.036.904,00	6.303,69	5.474,71	5.474,71	385,60	2.430.708,71	2,43
Sub DAS Ulu Gadut	41.372.396,00	4.137,24	3.673,81	3.673,81	254,38	1.052.441,80	1,05
Sub DAS Jirak	21.000.708,00	2.100,07	6.052,52	6.052,52	426,59	895.864,41	0,90
Sub DAS Banjir Kanal	36.542.193,00	3.654,22	1.147,34	1.147,34	42,83	156.509,92	0,16

Laju erosi lahan tidak semuanya masuk ke dalam aliran sungai. Laju erosi lahan yang masuk ke dalam sungai dihitung berdasarkan Sediment Delivery Ratio (SDR). Nilai SDR berdasarkan luasan Sub DAS. Rumus yang digunakan dalam perhitungan SDR adalah dengan menggunakan rumus empiris berdasarkan penelitian Aurswlad (1992).

$$SDR = -0,02 + 0,385A^{-0,2} \dots\dots\dots [8]$$

Besaran nilai SDR untuk tiap Sub DAS adalah Sebagai berikut:

Tabel 9. Nilai SDR

Nama Sub DAS	Luas Sub DAS (Km <sup>2</sup> )	Nilai SDR Aurswlad
Sub DAS Arau Hulu	63,04	0,148
Sub DAS Ulu Gadut	41,37	0,163
Sub DAS Jirak	21,00	0,189
Sub DAS Banjir Kanal	36,54	0,167

Berdasarkan nilai SDR tersebut sehingga didapatkan laju erosi lahan yang masuk ke dalam aliran sungai. Besaran laju erosi lahan yang masuk ke dalam aliran sungai adalah sebagai berikut:

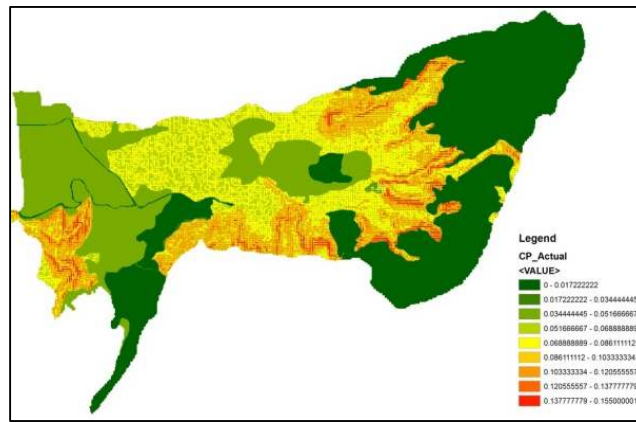
Tabel 10. Laju Erosi Berdasarkan Nilai SDR

Nama Sub DAS	Sum (ton/Thn)	Sum*SDR (Aurswlad)(ton/Thn)	Sum(Juta ton/Thn)
Sub DAS Arau Hulu	2.430708,71	359.963,54	0,36
Sub DAS Ulu Gadut	1.052.441,80	171.400,62	0,17
Sub DAS Jirak	895.864,41	169.692,82	0,17
Sub DAS Banjir Kanal	156.509,92	26.208,69	0,03

**3. Rencana Penanganan Laju Erosi Lahan**

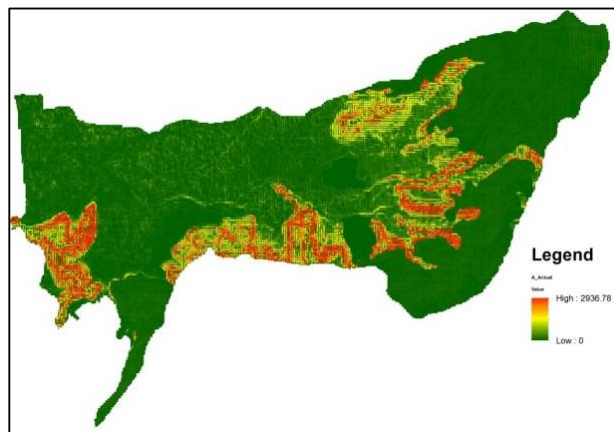
Berdasarkan analisa peta sebaran tata guna lahan kawasan yang mempengaruhi besarnya laju erosi lahan adalah kawasan yang termasuk dalam kategori *Non-Irrigated Agriculture* (Tegalan). Berdasarkan penelitian Hamer (IPB) tentang efek dari tindakan pengelolaan lahan (1981) dan proyek BTA-155 (1985), untuk jenis kawasan ini memberikan faktor CP aktual sebesar 0.11 untuk kemiringan 0-2%, 0.145 untuk kemiringan 2-15%, 0.23 untuk kemiringan 15-40% dan 0.32 untuk kemiringan >40%. Oleh karena itu untuk kawasan tersebut tata guna lahan diganti dengan kawasan *Mixed Gardens* (kebun). Untuk jenis kawasan *Mixed Gardens* (kebun) memberikan faktor CP sebesar 0.055 untuk kemiringan 0-2%, 0.0755 untuk kemiringan 2-15%, 0.115 untuk kemiringan 15-40% dan 0.155 untuk kemiringan >40%.

Peta sebaran faktor CP setelah dilakukan perubahan tata guna lahan dari kawasan *Non Irrigated Agriculture* (Tegalan) menjadi *Mixed Gardens* (Kebun) adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Peta Sebaran Faktor CP Perubahan Tata Guna Lahan

Peta Sebaran faktor laju erosi lahan setelah dilakukan perubahan tata guna lahan dari kawasan *non irrigated agriculture*(tegalan) menjadi *mixed gardens*(kebun) adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Peta Sebaran Laju Erosi Lahan Perubahan Tata Guna Lahan

Dari hasil analisis laju erosi lahan di DAS Batang Arau perubahan dari tata guna lahan dari kawasan *Non Irrigated Agriculture* (Tegalan) menjadi *Mixed Gardens* (Kebun), berikut ini rekapitulasi laju erosi setiap sub das yang ada di DAS Batang Arau yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 11. Laju Erosi Lahan Setelah Perubahan Tata Guna Lahan

Nama Sub DAS	Luas DAS (m <sup>2</sup> )	Luas DAS (ha)	Laju Erosi (ton/ha/Thn)			Sum (ton/Thn)	Sum( Juta ton/Thn)
			Max	Range	Mean		
Sub DAS Arau Hulu	63.036.904,00	6.303,69	2.651,81	2.651,81	157,42	992.318,37	0,99
Sub DAS Ulu Gadut	41.372.396,00	4.137,24	1.631,53	1.631,53	103,01	426.178,62	0,43
Sub DAS Jirak	21.000.708,00	2.100,07	2.931,69	2.931,69	172,20	361.622,45	0,36
Sub DAS Banjir Kanal	36.542.193,00	3.654,22	573,67	573,67	26,89	98.264,46	0,10

Perbedaan antara laju erosi lahan sebelum ada perubahan tata guna lahan dengan sesudah perubahan lahan adalah sebagai berikut:

Tabel 12. Perbedaan Laju Erosi Lahan Sebelum dan Sesudah Perubahan Tata Guna Lahan

Nama Sub DAS	Laju Erosi Sebelum Perubahan Tata Guna Lahan		Laju Erosi Setelah Perubahan Tata Guna Lahan	
	(ton/Thn)	(Juta ton/Thn)	(ton/Thn)	(Juta ton/Thn)
Sub DAS Arau Hulu	2.430.708,71	2,43	992.318,37	0,99
Sub DAS Ulu Gadut	1.052.441,80	1,05	426.178,62	0,43
Sub DAS Jirak	895.864,41	0,90	361.622,45	0,36
Sub DAS Banjir Kanal	156.509,92	0,16	98.264,46	0,10

**4. Analisa Laju Sedimentasi**

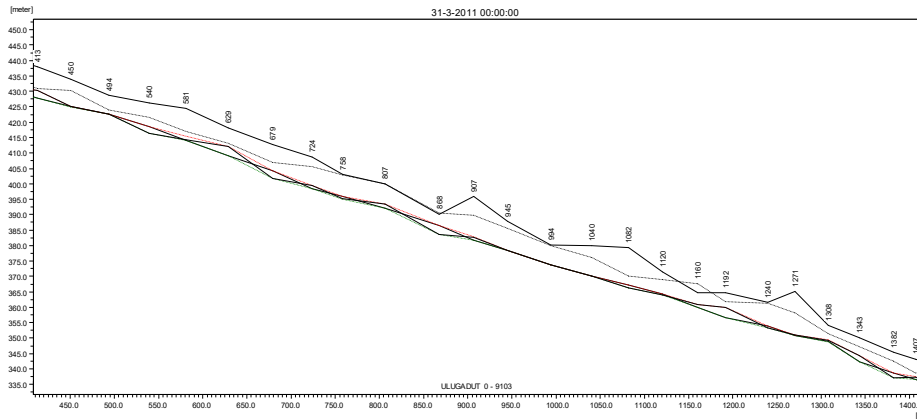
**a. Skenario Permodelan**

Pemodelan dilakukan dengan meninjau 2 kondisi skenario, yaitu kondisi pada musim kering dan kondisi pada musim hujan. Kondisi pada musim kering yakni pada bulan maret dengan menggunakan data aliran AWLR sehingga dapat diketahui pengendapan yang terjadi di sungai Batang Arau.

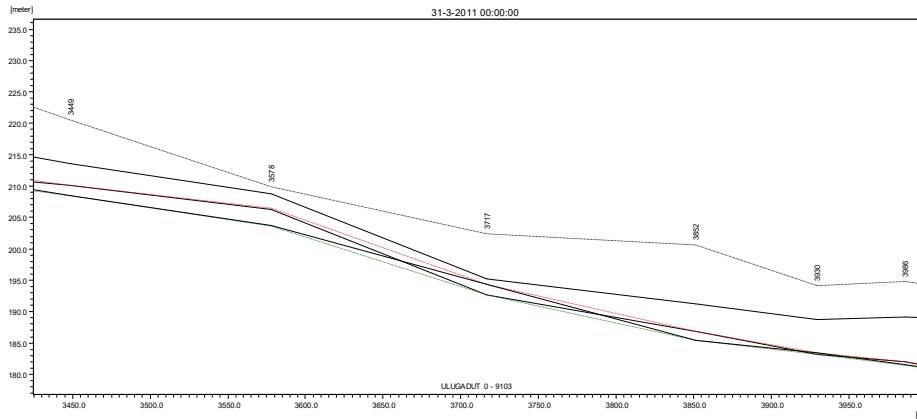
**b. Hasil Permodelan**

**1) Kondisi Musim Kemarau**

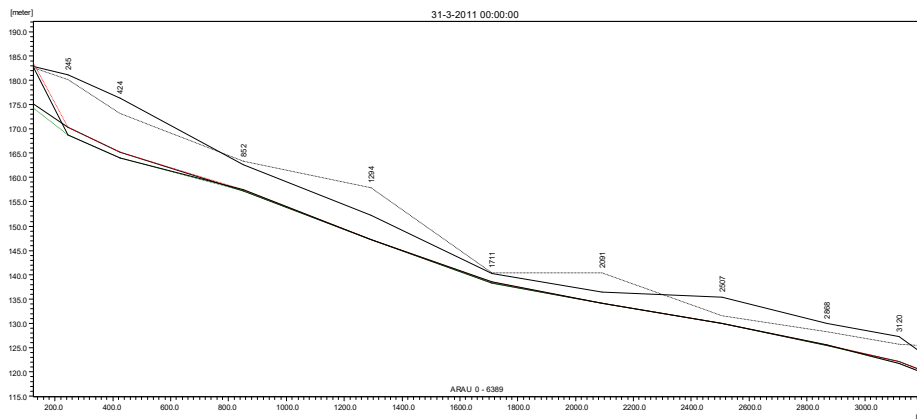
Pada simulasi ini, debit inflow dalam pemodelan hidrodinamik ini menggunakan debit harian pada bulan Maret tahun 2011. Berikut gambar-gambar hasil simulasi HD+ST



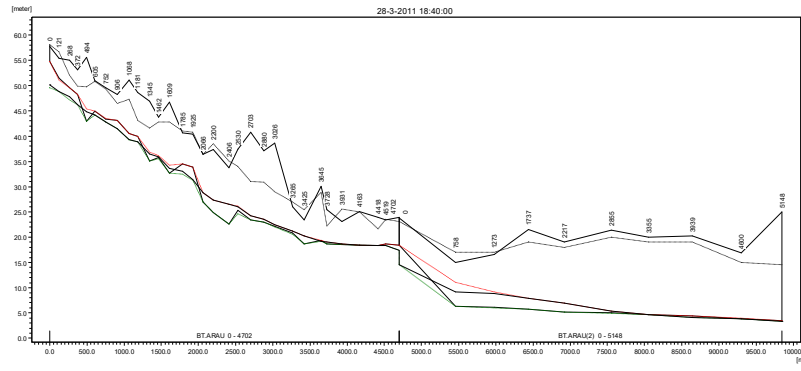
Gambar 7. Akhir Simulasi pada Sungan Ulu gadut Chainage +424 s/d +1407 bulan Maret



Gambar 8. Akhir Simulasi pada Sungai Ulu Gadut Chainage +3449 s/d +3986 bulan Maret



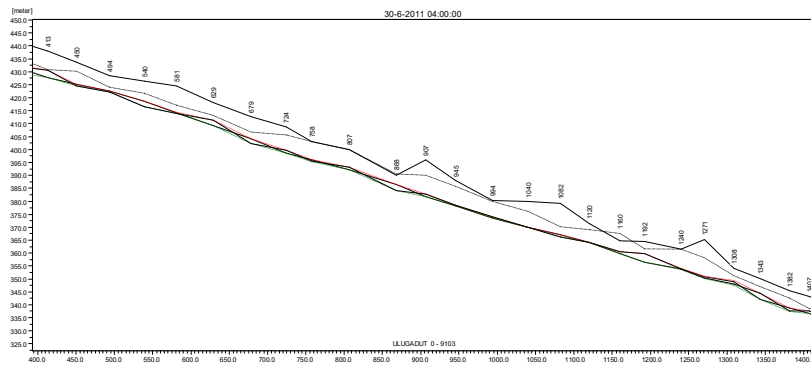
Gambar 9. Akhir Simulasi pada Sungai Arau Hulu +245 s/d +3120 bulan Maret



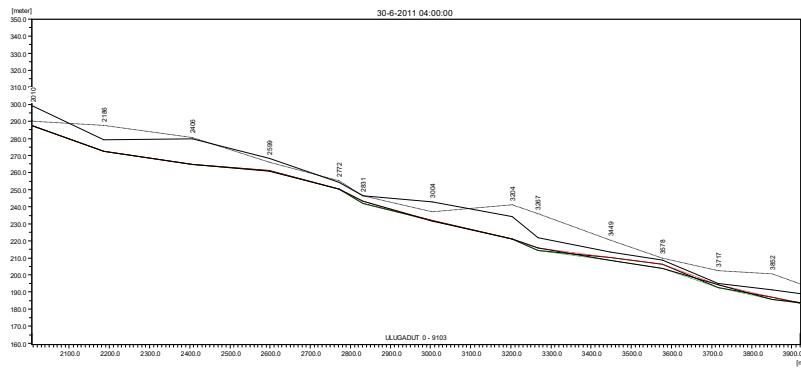
Gambar 10. Akhir simulasi pada Sungai Batang Arau (Hilir) bulan Maret

2) Kondisi Musim Hujan

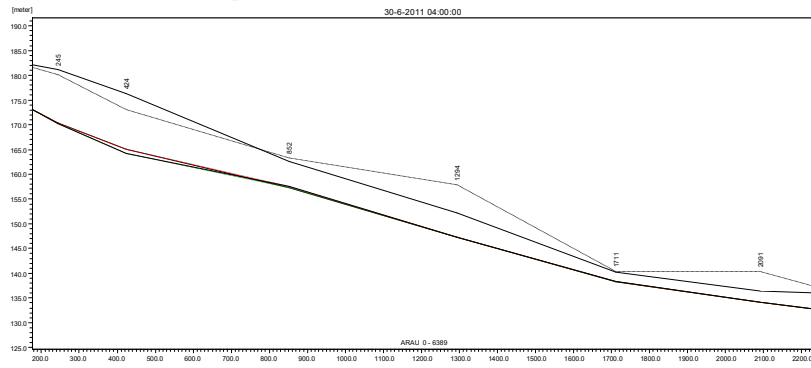
Pada simulasi ini, debit inflow dalam pemodelan hidrodinamik ini menggunakan debit harian pada bulan Juni tahun 2011. Berikut gambar-gambar hasil simulasi HD+ST



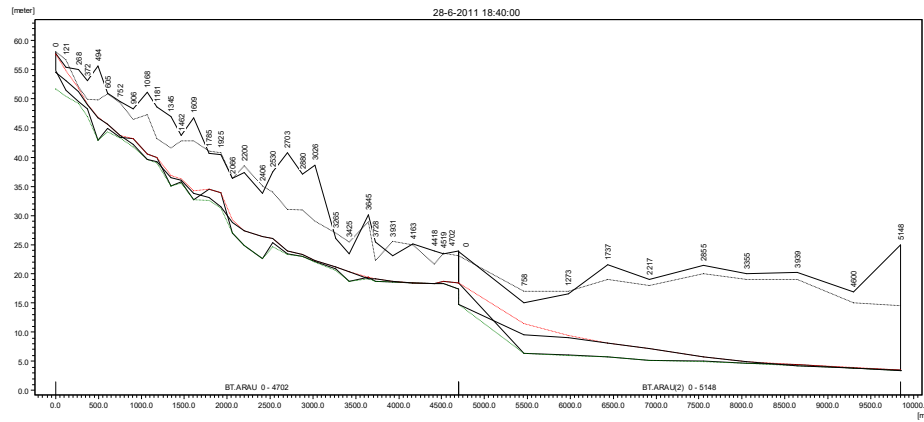
Gambar 11. Akhir simulasi pada sungai Ulu Gadut chainage +413 s/d +1407 bulan Juni



Gambar 12. Akhir simulasi pada sungai Ulu Gadut chainage +2186 s/d +3852 bulan Juni



Gambar 13. Akhir simulasi pada sungai Arau Hulu chainage +245 s/d +2091 bulan Juni



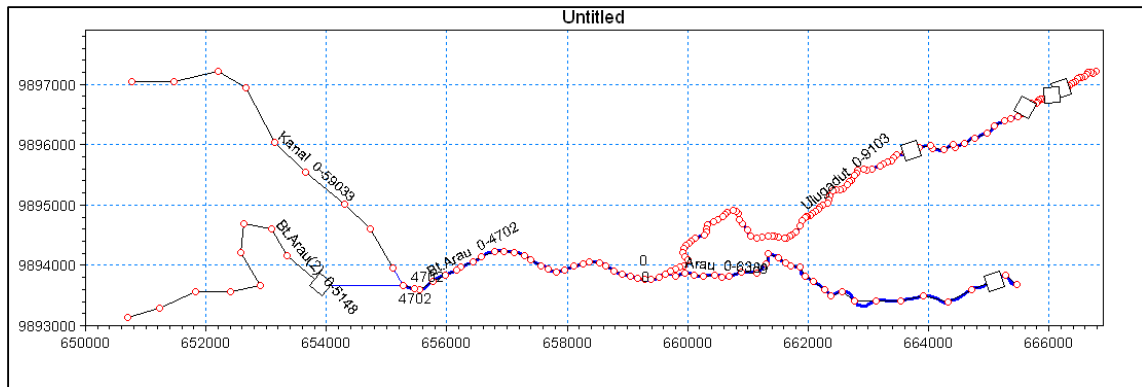
Gambar 14. Akhir simulasi pada sungai Batang Arau (hilir) bulan Juni

c. Rencana Penanganan Laju Sedimentasi

Berdasarkan hasil simulasi yang digambarkan pada gambar sebelumnya disimpulkan untuk beberapa lokasi mengalami erosi dasar saluran dikarenakan transpor sedimen yang besar pada segmen tersebut dan tidak dapat dipenuhi oleh transpor sedimen pada aliran hulu dari segmen tersebut. Beberapa lokasi yang membutuhkan penanganan yakni:

- 1) Sungai Ulu Gadut untuk chainage +679, +868, +1382 dan +3578
- 2) Sungai Arau Hulu untuk chainage +424
- 3) Dan Sungai batang Arau (hilir) +00

Oleh karena itu untuk penanganan laju sedimentasi yang mempengaruhi dasar sungai maka direncanakan beberapa bangunan ground sill. Lokasi ground sill direncanakan adalah sebagai berikut:



Gambar 15. Gambar Lokasi Perencanaan Check DAM

Dari hasil simulasi permodelan angkutan sedimen berupa laju sedimentasi digunakan sebagai pembandingan antara keadaan sebelum ada lokasi ground sill dan setelah ada lokasi ground sill. Besar laju sedimen pada musim kering adalah sebagai berikut:

Tabel 13. Perbedaan Laju Transpor Sedimen Sebelum dan Sesudah ada Bangunan *Ground Sill* pada bulan Maret

Section	Tanpa BPS		BPS	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
ARAU 423.64	-0.001	0.041	0	0.002
ULUGADUT 678.79	0	0.012	0	0.003
ULUGADUT 867.73	0	0.009	0	0
ULUGADUT 1381.90	0	0.007	0	0
ULUGADUT 3577.96	0	0.032	0	0
BT.ARAU(2) 0.00	0	0.633	0	0

Dari hasil simulasi permodelan angkutan sedimen berupa laju sedimentasi digunakan sebagai pembandingan antara keadaan sebelum ada lokasi ground sill dan setelah ada lokasi ground sill. Besar laju sedimen pada musim basah adalah sebagai berikut:

Tabel 14. Perbedaan Laju Transpor Sedimen Sebelum dan Sesudah ada Bangunan *Ground Sill* pada bulan Juni

Section	tanpa BPS		BPS	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
ARAU 423.64	0	0.032	0	0.002
ULUGADUT 678.79	0	0.041	0	0.009
ULUGADUT 867.73	0	0.023	0	0
ULUGADUT 1381.90	0	0.018	0	0
ULUGADUT 3577.96	0	0.09	0	0
BT.ARAU(2) 0.00	0	0.526	0	0

## KESIMPULAN

Sesuai dengan tujuan studi maka dari hasil studi, analisis dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisa laju erosi lahan metoda USLE berbasis GIS didapatkan laju erosi lahan untuk Sub DAS Arau hulu sebesar 2.43 juta ton/tahun. Untuk Sub DAS Ulugadut laju erosi lahan sebesar 1.05 juta ton/tahun. Untuk sub DAS Batang Jirak laju erosi lahan sebesar 0.90 juta ton/tahun. Dan untuk sub DAS banjir Kanal laju erosi lahan sebesar 0.16 juta ton/tahun.
2. Berdasarkan nilai SDR berdasarkan penelitian Aurswald (1992) laju erosi lahan yang masuk ke dalam aliran sungai adalah sebesar 0.36 juta ton/tahun untuk Sub DAS Arau Hulu. 0.17 juta ton/tahun untuk sub DAS Ulu Gadut, 0.17 juta ton/tahun untuk sub Das Jirak. Dan laju erosi lahan untuk banjir kanal adalah sebesar 0.03 juta ton/tahun.
3. Besaran laju erosi lahan yang masuk ke dalam aliran sungai terjadi pada bulan maret sebesar 31,548.12 ton/bulan untuk Sub DAS Arau Hulu, 15,021.99 ton/bulan untuk sub DAS Ulu Gadut, 14,872.31 ton/bulan untuk sub DAS batang Jirak, dan 2,297.00 ton/bulan untuk sub DAS Banjir Kanal. Besaran laju erosi lahan yang masuk ke dalam sungai pada bulan juni adalah sebesar 32,506.85 ton/bulan pada sub DAS Ulu Gadut, 15,478.5 ton/bulan pada sub DAS Jirak 15,324.00 ton/bulan, dan 2,366.8 ton/bulan untuk sub DAS Jirak.
4. Berdasarkan analisa peta sebaran tata guna lahan kawasan yang mempengaruhi besarnya laju erosi lahan adalah kawasan yang termasuk dalam kategori Non-Irrigated Agriculture (Tegalan). Salah satu upaya untuk mengatasi tingginya laju erosi lahan adalah dengan mengganti kawasan Non-Irrigated Agriculture (Tegalan) menjadi kawasan Mixed Gardens (kebun). Dengan perubahan tata guna lahan tersebut didapatkan laju erosi lahan metoda USLE berbasis peta GIS sebesar 0.99 juta ton/tahun untuk sub DAS Arau Hulu, 0.43 juta ton/tahun untuk sub DAS Ulu Gadut, 0.36 juta ton/tahun untuk sub DAS Batang Jirak dan 0.10 juta ton/tahun untuk Sub DAS Banjir Kanal.
5. Berdasarkan permodelan MIKE 11 dilakukan simulasi selama satu bulan pada bulan Maret sebagai perwakilan untuk periode musim kemarau dan bulan Juni sebagai perwakilan musim hujan. Dari hasil simulasi didapatkan bahwa untuk sungai Ulugadut chainage +679m, +868m, +1382m, +3578m, sungai Arau Hulu chainage + 424 dan sungai Batang Arau Hilir chainage +00 diperlukan penanganan untuk mengatasi erosi dasar saluran sungai. Direncanakan 6 lokasi ground sill yang direncanakan dilokasi yang memerlukan penangan erosi dasar sungai. Berdasarkan hasil simulasi setelah ada ground sill erosi dasar sungai berkurang.
6. Laju transpor sedimen untuk sungai Ulu Gadut +679 m sebelum ada ground sill sebesar 0.041 m<sup>3</sup>/s dan setelah ada ground sill 0.002 m<sup>3</sup>/s pada bulan Maret, sedangkan untuk bulan Juni sebesar 0.041 m<sup>3</sup>/s sebelum ada ground sill dan 0.009 m<sup>3</sup>/s setelah ada ground sill.
7. Laju transpor sedimen untuk sungai Ulu Gadut +868 m sebelum ada ground sill sebesar 0.009 m<sup>3</sup>/s dan setelah ada ground sill 0.00 m<sup>3</sup>/s pada bulan Maret, sedangkan untuk bulan Juni sebesar 0.023 m<sup>3</sup>/s sebelum ada ground sill dan 0.00 m<sup>3</sup>/s setelah ada ground sill.
8. Laju transpor sedimen untuk sungai Ulu Gadut +1382 m sebelum ada ground sill sebesar 0.007 m<sup>3</sup>/s dan setelah ada ground sill 0.00 m<sup>3</sup>/s pada bulan Maret, sedangkan untuk bulan Juni sebesar 0.018 m<sup>3</sup>/s sebelum ada ground sill dan 0.00 m<sup>3</sup>/s setelah ada ground sill.

9. Laju transpor sedimen untuk sungai Ulu Gadut +3578 m sebelum ada ground sill sebesar 0.032 m<sup>3</sup>/s dan setelah ada groundsill 0.00 m<sup>3</sup>/s pada bulan Maret, sedangkan untuk bulan Juni sebesar 0.09 m<sup>3</sup>/s sebelum ada groundsill dan 0.00 m<sup>3</sup>/s setelah ada ground sill.
10. Laju transpor sedimen untuk sungai Arau Hulu +424 m sebelum ada ground sill sebesar 0.041 m<sup>3</sup>/s dan setelah ada groundsill 0.002 m<sup>3</sup>/s pada bulan Maret, sedangkan untuk bulan Juni sebesar 0.032 m<sup>3</sup>/s sebelum ada groundsill dan 0.002 m<sup>3</sup>/s setelah ada ground sill.
11. Laju transpor sedimen untuk sungai Batang Arau(hilir) +00 m sebelum ada ground sill sebesar 0.633 m<sup>3</sup>/s dan setelah ada groundsill 0.00 m<sup>3</sup>/s pada bulan Maret, sedangkan untuk bulan Juni sebesar 0.526 m<sup>3</sup>/s sebelum ada groundsill dan 0.00 m<sup>3</sup>/s setelah ada ground sill.

## SARAN

Dari hasil studi dan penelitian, sebagaimana yang telah diuraikan, dapat diberikan saran-saran, baik yang berkenaan dengan objek studi maupun untuk penyempurnaan proses studi yang telah dilakukan. Adapun yang berkenaan dengan objek studi adalah sebagai berikut:

1. Pengaturan tata guna tanah di daerah aliran sungai, ditujukan untuk mengatur penggunaan lahan, sesuai dengan rencana pola tata ruang wilayah yang ada. Hal ini untuk menghindari penggunaan lahan yang tidak terkendali, sehingga mengakibatkan kerusakan daerah aliran sungai yang merupakan daerah tadah hujan.
2. Peningkatan tutupan lahan di hulu DAS dengan Rehabilitasi Lahan di Daerah Hulu dengan Reboisasi. Agroforestry bagi kawasan yang sudah dirambah oleh masyarakat dengan pendekatan pemberdayaan dan penyuluhan.
3. Untuk pemodelan laju erosi lahan dan laju sedimentasi yang dilakukan sebaiknya dilakukan pengambilan data primer sebagai kalibrasi pemodelan yang dilakukan. Data primer yang perlu dilakukan adalah pengukuran dasar saluran pada titik tertentu secara periodik sehingga didapatkan data perubahan dasar saluran yang diakibatkan oleh pergerakan transpor sedimen di dasar sungai.
4. Pemodelan transpor sedimen dan perubahan dasar saluran sebaiknya dilakukan dalam perioda waktu simulasi selama satu tahun. Ini dilakukan karena transpor sedimen bersifat berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA:

- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press: Bogor
- Asdak, C. 2004. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta
- Balai Wilayah Sungai Sumatera V. 2014. *Studi Komprehensif Aliran Sungai Batang Arau*. PT. Mitra Plan Enviratama: Padang
- Chow, V.T, et al. 1988. *Applied Hydrology*. McGraw Hill International, Editions: Singapore
- Dian Respati, Yurista. 2013. *Kajian Rencana Konservasi untuk Pengendalian Sedimentasi di Waduk Cirata*. Tesis ITB: Bandung
- Etika Putriasri, Anggun. 2013. *Kajian Pengendalian Erosi dan Sedimentasi Anak Sungai Cimanuk (Studi Kasus: Sub DAS Cikamiri)*. Tesis ITB: Bandung
- Sunu Perbawa, Gede Lanang. 2013. *Kajian Sedimentasi pada Waduk Gerokgak di Kabupaten Buleleng Provinsi Bali*. Tesis ITB: Bandung
- Manual DHI. 2007. "Mike 11 Reference"
- Pemerintah Republik Indonesia. 2004. *Undang-Undang No.7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air*: Jakarta
- Sukri Banuwa, Irwan. 2013. *Erosi*. Kencana Prenada Media Group: Jakarta
- Wiley, John and Son. 1985. *Soil and Water Conservation Engineering*. New York
- Wischmer, W.H., and D.D. Smith. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses. A guide to conservation Planning*, USDA