



## Pengaruh Intensitas Hujan dan Kemiringan Lereng Terhadap Erosi Pada Lahan yang Ditanami Rumput Jepang

Yoessi Oktarini<sup>1</sup>, Maimun Rizalihadi<sup>2</sup>, dan Bayu Agustian<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh

<sup>3</sup>Balai Wilayah Sungai Sumatera – I, Banda Aceh

\*Corresponding author: yoessi@usk.ac.id

### Article History

Received : 18 Maret 2024

Revised : 23 Maret 2024

Accepted : 1 April 2024

### Abstrak

Erosi tanah adalah proses atau peristiwa hilangnya lapisan permukaan tanah yang disebabkan oleh pergerakan air maupun angin. Proses erosi ini dapat mengakibatkan penurunan produktivitas tanah, daya dukung tanah, dan kualitas lingkungan hidup. Intensitas hujan dan kemiringan lereng merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap besar erosi. Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh intensitas hujan dan kemiringan lereng terhadap erosi pada lahan yang ditanami oleh rumput jepang (*Zoysia japonica*) sehingga diperoleh gambaran dari perlakuan mana yang paling berpengaruh terhadap erosi. Variasi intensitas hujan yang diuji pada percobaan ini sebesar (37,5; 50; 62,5) mm/5 menit dan kemiringan lereng sebesar (0; 10; 20)°. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemiringan lereng paling berperan dalam memperbesar erosi tanah dibandingkan intensitas hujan. Dengan adanya pengaruh kemiringan lereng, besar erosi pengukuran bertambah sebesar 2-3 kali lipat dari setiap tingkatan intensitas. Sedangkan untuk pengaruh intensitas, besar erosi pengukuran bertambah sebesar 1-2 kali lipat dari setiap tingkatan kemiringan. Analisis regresi linear antara erosi, intensitas hujan, dan kemiringan lereng menghasilkan model erosi  $A = -54,89 + 1,16I + 2,11S$ , dengan koefisien determinasi sebesar 0,780, menunjukkan bahwa model erosi tersebut sesuai dengan data dengan baik.

**Kata kunci** : Erosi, Intensitas Hujan, Kemiringan Lereng, Rumput Jepang

### Abstract

Soil erosion is the process caused by the movement of water or wind that results in the loss of the surface layer of soil. This erosion process can lead to a decrease in soil productivity, soil support capability, and environmental quality. The intensity of rainfall and slope steepness are among the factors influencing the magnitude of erosion. This research aims to examine the effects of rainfall intensity and slope steepness on erosion in land planted with *Zoysia japonica* grass. The variations of rainfall intensity tested in this experiment are (37.5; 50; 62.5) mm/5 minutes and slope steepness (0; 10; 20)°. The results show that slope steepness plays a more significant role in increasing soil erosion compared to rainfall intensity. With the influence of slope steepness, the measured erosion increase by 2-3 times for each intensity level. Meanwhile, for rainfall intensity, the measured erosion increase by 1-2 times for each slope level. Linear regression analysis between erosion, rainfall intensity, and slope steepness yielded an erosion model  $A = -54.89 + 1.16I + 2.11S$ , with a coefficient of determination of 0.780, indicating a good fit for the erosion model.

**Keyword**: Soil Erosion, Rainfall Intensity, Slope Steepness, *Zoysia japonica* Grass

### 1. Pendahuluan

Di Indonesia, yang sebagian besar wilayahnya merupakan daerah tropis yang lembab, erosi tanah merupakan masalah serius yang terutama disebabkan oleh penghanyutan-penghanyutan oleh air [1]. Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi terjadinya erosi, di antaranya adalah curah hujan. Energi kinetik hujan menjadi semakin besar seiring dengan peningkatan intensitas hujan. Fenomena ini menjadi penyebab utama terjadinya penghancuran agregat tanah yang pada akhirnya memicu proses erosi. Ketika hujan turun dengan intensitas yang tinggi, tekanan dan kekuatan dari tetesan air yang jatuh dengan kecepatan menyebabkan agregat tanah terpecah menjadi partikel yang lebih kecil. Akibatnya, tanah menjadi lebih rentan terhadap erosi karena kehilangan struktur dan kepadatannya yang semula [2].

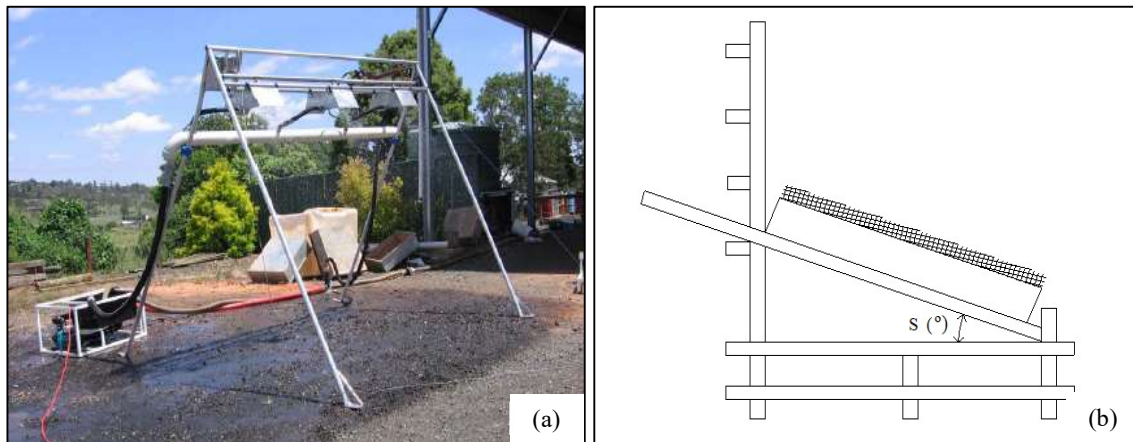
Faktor penting lainnya adalah dua unsur topografi yang memengaruhi tingkat erosi, yaitu kemiringan dan panjang lereng. Semakin curam kemiringan tanah atau lereng, semakin tinggi tingkat erosi. Demikian juga, semakin panjang lereng, jumlah aliran air permukaan dapat berkurang, tetapi volume tanah yang tererosi dapat meningkat, sehingga tingkat erosi juga cenderung meningkat [3]. Kemiringan dan panjang lereng berkaitan dengan tingkat erodibilitas tanah yaitu kemampuan butiran tanah untuk tetap stabil dengan pengaruh faktor pendorong erosi. Semakin curam suatu lereng maka erodibilitas tanah akan semakin tinggi, maka tanah tersebut akan semakin tidak tahan terhadap erosi [4]. Selain itu, vegetasi berperan penting dalam mengendalikan erosi dan limpasan tanah. Vegetasi meningkatkan kemampuan penyerapan air, mengurangi dampak hujan, dan memperkuat struktur tanah. Selain itu, vegetasi juga mendukung penyimpanan air tanah dan mempercepat infiltrasi [5].

Dalam mempertimbangkan beberapa faktor yang berkontribusi terhadap tingkat erosi tanah, digunakan suatu pendekatan holistik yang dikenal dengan Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Faktor-faktor yang dipertimbangkan termasuk erosivitas hujan, yang mengukur kekuatan hujan dalam merusak tanah; erodibilitas tanah, yang menilai kemampuan tanah untuk tererosi; panjang dan kemiringan lereng, yang memengaruhi kecepatan aliran air dan erosi; jenis tanaman yang tumbuh di lahan tersebut, yang dapat mempengaruhi penahanan tanah; serta tindakan konservasi tanah, yang meliputi praktik-praktik seperti pengendalian air dan penanaman penutup tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh intensitas hujan dan kemiringan lereng terhadap erosi pada lahan yang ditanami rumput jepang sehingga diperoleh gambaran dari perlakuan mana yang paling berpengaruh terhadap erosi serta untuk mengetahui nilai kalibrasi antara hasil pengukuran erosi dan estimasi dengan Metode *USLE*.

## 2. Metode

### Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan terdiri dari dua tahap utama: pengadaan bahan dan persiapan peralatan. Bahan adalah materi yang digunakan dalam kegiatan pengujian laboratorium dan habis pakai setelah penggunaan. Contohnya termasuk tanah, vegetasi (seperti rumput jepang), dan air yang digunakan dalam simulasi hujan menggunakan rainfall simulator. Peralatan meliputi alat yang mendukung pelaksanaan pengujian dan pengambilan data, termasuk rainfall simulator dan kotak uji. *Rainfall simulator* digunakan untuk mempelajari erosi tanah dengan mensimulasikan hujan pada berbagai jenis tanah atau permukaan. Alat ini dapat mengatur intensitas hujan sesuai dengan kebutuhan atau parameter yang ditetapkan, sehingga dapat diketahui respons tanah terhadap berbagai kondisi hujan. Kotak uji memiliki dimensi 150 cm x 80 cm x 20 cm, dengan tinggi sisi yang berkurang menjadi 15 cm untuk aliran air ke talang seng. Rak pengatur kemiringan digunakan untuk mengatur kemiringan lereng kotak uji yang berisi tanah dan tanaman. Variasi kemiringan lereng yang diambil adalah 0°, 10°, dan 20°.



Gambar 1. Peralatan: (a) *Rainfall Simulator* (b) Kotak Uji dan Rak Pengatur Kemiringan

### Pekerjaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. Pekerjaan penelitian meliputi pengukuran intensitas hujan (I), pengaturan kemiringan lereng (S) dan pengukuran besarnya tanah tererosi (A). Intensitas hujan pada alat rainfall simulator diukur melalui kalibrasi, dengan merubah debit, kecepatan putaran, dan *nozzle*. Tekanan (bar) diukur juga. Butir-butir

hujan ditampung pada container yang luasnya sudah diketahui (A) untuk menghitung volume (V) dan waktu (t) hujan. Intensitas hujan (I) dapat diperoleh dengan persamaan (1), V merupakan volume air yang tertampung pada container (ml) dan A adalah luas penampang container (m<sup>2</sup>), sedangkan t merupakan waktu (jam) [6]:

$$I = \frac{V}{(Axt)} \times 600 \tag{1}$$

Pengukuran besar erosi dimulai dengan meletakkan kotak uji berisi tanah dan ditutupi tanaman tepat di bawah *rainfall simulator*. Proses running dimulai dengan menghidupkan alat *rainfall simulator* setelah intensitas hujan dan kemiringan lereng terpenuhi. Proses running berlangsung selama 5 menit. Selama proses tersebut, air limpasan permukaan yang mengalir di atas kotak uji dikumpulkan pada curat tangkapan aliran atau talang seng, kemudian ditampung dalam wadah penampungan. Hasil erosi dimasukkan ke dalam wadah tertentu seperti botol dan diberi tanda pada masing-masing botol. Air yang mengandung partikel tanah pada tiap botol disaring, dioven, dan ditimbang untuk mengetahui berat tanah tererosi. Pengujian dilakukan berulang untuk intensitas hujan dan kemiringan lahan yang berbeda.

**Tabel 1.** Rancangan Percobaan Pengukuran Erosi Tanah

|            | S (°) | 0°                            | 10°                           | 20°                           |
|------------|-------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| I (mm/jam) |       |                               |                               |                               |
| 10 mm/jam  |       | I <sub>1</sub> S <sub>1</sub> | I <sub>1</sub> S <sub>2</sub> | I <sub>1</sub> S <sub>3</sub> |
| 20 mm/jam  |       | I <sub>2</sub> S <sub>1</sub> | I <sub>2</sub> S <sub>2</sub> | I <sub>2</sub> S <sub>3</sub> |
| 30 mm/jam  |       | I <sub>3</sub> S <sub>1</sub> | I <sub>3</sub> S <sub>2</sub> | I <sub>3</sub> S <sub>3</sub> |

**Prediksi Erosi dengan Metode USLE**

Hasil percobaan di laboratorium selanjutnya dianalisis untuk mengevaluasi dampak intensitas hujan dan kemiringan lereng terhadap erosi. Analisis ini dapat melibatkan pengukuran dari model fisik di laboratorium dan prediksi erosi menggunakan Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE), serta perbandingan antara hasil pengukuran dan prediksi erosi menggunakan Metode USLE. Persamaan USLE adalah sebagai berikut :

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \tag{2}$$

Dimana A merupakan besarnya erosi (ton/ha/tahun); R adalah indeks erosivitas hujan (kJ/ha); K adalah indeks erodibilitas tanah (ton/kJ); L adalah indeks panjang lereng (m); S adalah indeks kemiringan lereng (°); C merupakan indeks peranan (pengelolaan) tanaman dan P adalah indeks tindakan konservasi tanah. Adapun dalam menghitung erosivitas hujan, erodibilitas tanah dan panjang dan kemiringan lereng lereng:

a. Menentukan energi kinetik hujan (Ek)

$$Ek = 11,87 + 8,73 \log I \tag{3}$$

b. Menentukan erosivitas hujan (R)

$$R = Ek \times h_{total} \tag{4}$$

c. Menentukan erodibilitas tanah (K)

$$100K = 1.292 [2.1M^{1.14} (10^{-4})(12 - a) + 3.25(b - 2) + 2.5(c - 3)] \tag{5}$$

d. Menentukan kemiringan dan panjang lereng (LS)

$$LS = \left(\frac{L}{22}\right)^m (0,006541S^2 + 0,0456S + 0,065) \tag{6}$$

Pada Persamaan (3), (4), (5) dan (6), Ek adalah energi kinetik (J/ha/mm); h total adalah total kedalaman air hujan (mm); M merupakan parameter ukuran butir dengan a adalah kandungan bahan organik, b adalah kode struktur tanah dan c merupakan kode kelas permeabilitas penampang tanah. Sedangkan L merupakan Panjang lereng yang diukur dari tempat mulai terjadinya aliran air di atas permukaan tanah sampai tempat mulai terjadinya pengendapan disebabkan oleh berkurangnya kecuraman lereng atau ke tempat aliran air di permukaan tanah masuk ke badan air /saluran (m) dan S adalah kemiringan lereng (%).

Nilai faktor tanaman penutup lahan (C) disesuaikan dengan jenis tanaman dan pengelolaan tanaman . Pada penelitian ini digunakan rumput jepang (*Zoysia japonica*) sebagai tanaman penutup lahan. Pemilihan rumput jepang sebagai penutup lahan didasari oleh kerapatan penutup tanah dan kerapatan

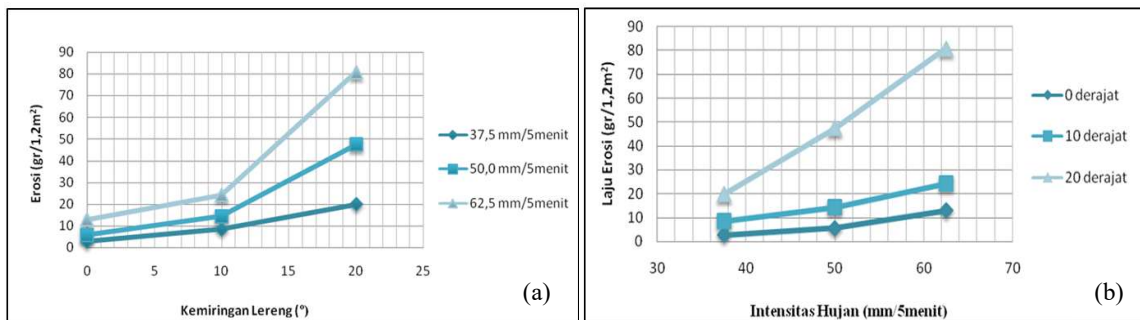
perakaran yang besar sehingga diharapkan dapat meminimalisasikan nilai erosi yang terjadi. Nilai koefisien tanaman pada padang rumput, diambil nilai  $C = 0,30$ . Sedangkan nilai faktor tindakan konservasi tanah ( $P$ ) diperoleh berdasarkan pada Tabel 2 sesuai dengan tindakan konservasi tanah khusus.

**Tabel 2** Nilai Faktor P untuk Berbagai Tindakan Konservasi Tanah Khusus

| No. | Tindakan khusus konservasi tanah                    | Nilai P |
|-----|---|---------|
| 1.  | Terras bangku :                                     |         |
|     | • Konstruksi baik                                   | 0,04    |
|     | • Konstruksi sedang                                 | 0,15    |
|     | • Konstruksi kurang baik                            | 0,35    |
|     | • Teras tradisional baik                            | 0,40    |
| 2.  | Strip tanaman rumput (padang rumput)                | 0,40    |
| 3.  | Pengolahan tanah dan penanaman menurut garis kontur |         |
|     | • Kemiringan 0 – 8%                                 | 0,50    |
|     | • Kemiringan 9 – 20%                                | 0,75    |
|     | • Kemiringan lebih 20%                              | 0,90    |
| 4.  | Tanpa tindakan konservasi                           | 1,00    |

### 3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengukuran erosi pada lahan yang ditanami rumput jepang, diperoleh bahwa peningkatan intensitas hujan dan kemiringan lereng menyebabkan peningkatan erosi. Hal ini seperti terlihat pada Gambar 2a yaitu grafik pengaruh intensitas hujan terhadap erosi, pada kondisi intensitas hujan terendah yaitu 37,5 mm/5 menit dan kemiringan lereng 0° diperoleh laju erosi minimum sebesar 2,76 gr/1,2m<sup>2</sup>. Namun, pada intensitas tertinggi yaitu 62,5 mm/5 menit dan kemiringan lereng 20° besar laju erosi naik secara signifikan sebesar 80,77 gr/1,2 m<sup>2</sup>. Pertambahan besar erosi antara intensitas yang berbeda namun pada kemiringan yang sama dapat naik sekitar 1-2 kali lipat.



**Gambar 2.** (a) Pengaruh intensitas hujan terhadap erosi, (b) Pengaruh kemiringan lereng terhadap erosi. Sedangkan pengaruh kemiringan lereng terhadap nilai erosi (Gambar 2b) memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap erosi. Kenaikan nilai erosi rata-rata mencapai 2-3 kali lipat untuk kemiringan yang berbeda dan intensitas yang sama. Hal ini dikarenakan terbangkitnya aliran dengan kecepatan yang besar membuat butiran tanah menjadi tidak stabil akibat pengaruh kemiringan sehingga memudahkan terjadinya erosi. Dari penelitian dapat dilihat bahwa dengan kemiringan paling besar yaitu 20° dan intensitas terendah 37,5 mm/5menit nilai erosi diperoleh 19,82 gr/1,2m<sup>2</sup>, sebaliknya kemiringan 0° dan intensitas 62,5 mm/5menit nilai erosi diperoleh lebih rendah yaitu 12,90 gr/1,2m<sup>2</sup>.

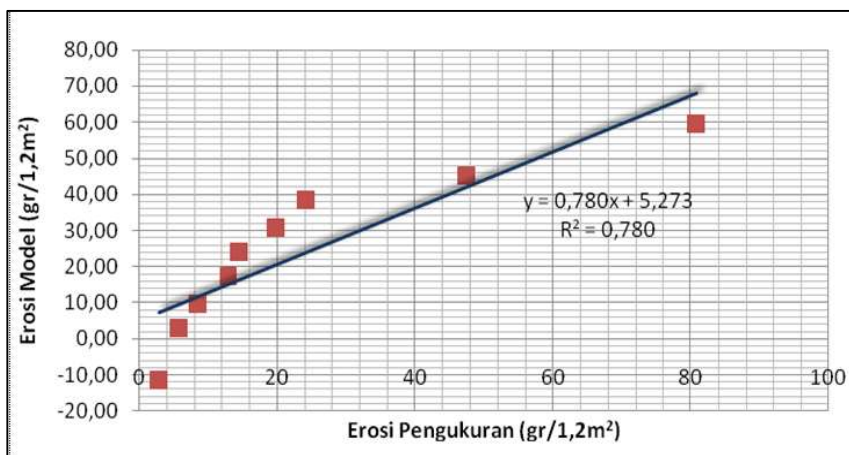
Sementara itu, hasil pengukuran erosi pada lahan kosong (tanpa vegetasi) menunjukkan peningkatan erosi lebih besar dibandingkan pada lahan dengan vegetasi penutup rumput jepang. Hasil pengukuran erosi pada lahan tanpa vegetasi ditampilkan pada Tabel 3 berikut ini.

**Tabel 3.** Hasil Pengukuran Erosi Tanah pada Lahan Kosong (gr/1,2 m<sup>2</sup>)

| I (mm/5menit) | S (°) | 0      | 10       | 20       |
|---------------|-------|--------|----------|----------|
| 37,50         |       | 38,04  | 2.208,80 | 1.742,61 |
| 50,00         |       | 81,03  | 2.283,97 | 2.535,87 |
| 62,50         |       | 124,40 | 2.689,97 | 3.235,79 |

Untuk mendapatkan hubungan antar variabel yang lebih dari dua dibangun suatu hubungan melalui pemodelan antar variabel. Variabel – variabel yang ditinjau pada penelitian ini meliputi erosi (A), intensitas hujan (I) dan kemiringan lereng (S). Hasil analisis yang dilakukan dengan menggunakan analisis regresi. Model erosi yang dibangun seperti pada Persamaan (7). Dengan A merupakan besarnya erosi (gr/m<sup>2</sup>), I adalah intensitas hujan (mm/jam) dan S adalah kemiringan lereng (°). Dari model yang diperoleh dapat dijabarkan bahwa kemiringan lereng lebih besar pengaruhnya terhadap erosi dibandingkan intensitas hujan.

$$A = -54,89 + 1,16 I + 2,11 S \tag{7}$$



**Gambar 3.** Hubungan Erosi Pengukuran dan Model

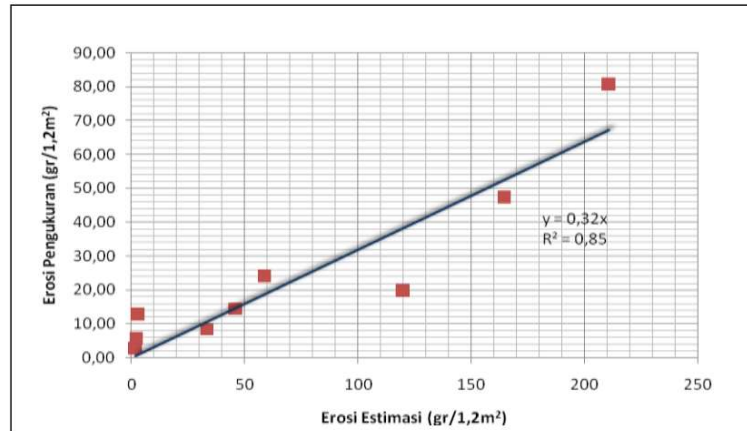
Gambar 3 menunjukkan bahwa data erosi tersebar dekat dengan persamaan regresi, ditunjukkan oleh nilai determinasi yang diperoleh sebesar 0,780, yang mendekati nilai 1. Hal ini menandakan bahwa hasil pengukuran erosi dan model erosi memiliki hubungan yang kuat. Oleh karena itu, persamaan (7) dapat diterima untuk menggambarkan korelasi antara erosi yang diukur dan model. Untuk mengevaluasi kesalahan estimasi antara pengukuran erosi dan model erosi, digunakan perhitungan *Standard Error of Estimate* (SEE), yang hasilnya adalah 11,745. Dua angka tersebut menunjukkan bahwa persamaan regresi yang dikembangkan layak digunakan sebagai model erosi.

Dari hasil estimasi erosi USLE menunjukkan bahwa adanya perbedaan besar erosi dengan hasil pengukuran erosi. Dari estimasi erosi dengan USLE juga menunjukkan bahwa kemiringan lereng lebih berpengaruh terhadap erosi dibandingkan intensitas hujan. Nilai koreksi untuk koefisien pengelolaan tanaman (C) dengan vegetasi penutup rumput jepang dapat diperoleh dari hubungan antara pengukuran erosi dan estimasi erosi dengan metode USLE seperti pada Tabel 4 berikut:

**Tabel 4.** Hasil pengukuran dan estimasi USLE

| Run ke | I (mm/5menit) | S (°) | A pengukuran (gr/1,2m <sup>2</sup> ) | A estimasi (gr/1,2m <sup>2</sup> ) |
|--------|---------------|-------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 1      | 37,50         | 0     | 2,76                                 | 1,68                               |
|        | 37,50         | 10    | 8,49                                 | 33,46                              |

|   |       |    |       |        |
|---|-------|----|-------|--------|
|   | 37,50 | 20 | 19,82 | 119,78 |
|   | 50,00 | 0  | 5,68  | 2,31   |
| 2 | 50,00 | 10 | 14,39 | 46,01  |
|   | 50,00 | 20 | 47,39 | 164,68 |
|   | 62,50 | 0  | 12,90 | 2,95   |
| 3 | 62,50 | 10 | 24,13 | 58,86  |
|   | 62,50 | 20 | 80,77 | 210,67 |



**Gambar 4.** Grafik Hubungan Erosi Pengukuran dan Model

Dari Gambar 4 diperoleh hubungan antara erosi pengukuran dan estimasi  $y = 0,320 x$  dengan koefisien determinasi  $R^2 = 0,85$  yang mengindikasikan bahwa hubungan persamaan diatas baik digunakan. Hasil kalibrasi USLE diperoleh berupa angka koreksi koefisien pengelolaan tanaman untuk rumput jepang sebesar  $C = 0,320$ . Persamaan kalibrasi estimasi USLE dapat ditulis seperti persamaan berikut :  $y_p = 0,320 y_e$ , dengan  $y_p$  merupakan erosi pengukuran dan  $y_e$  adalah erosi estimasi.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Intensitas hujan dan kemiringan lereng berpengaruh pada erosi tanah. Kemiringan lereng memiliki peran lebih besar daripada intensitas hujan. Erosi meningkat 2-3 kali lipat dengan kemiringan lereng, sedangkan hanya 1-2 kali lipat dengan intensitas hujan.
2. Dari regresi linier antara erosi, intensitas hujan, dan kemiringan lereng diperoleh model erosi  $A = -54,89 + 1,16I + 2,11S$ . Koefisien determinasi sebesar 0,780 menunjukkan bahwa model tersebut baik digunakan.
3. Dari kalibrasi USLE, nilai C untuk rumput jepang adalah 0,320 dengan koefisien determinasi 0,850. Nilai  $C = 0,320$  dapat diandalkan untuk digunakan pada penutup lahan rumput jepang yang memiliki karakteristik tanah serupa dengan percobaan ini.

#### 5. Referensi

- [1] Suripin, "Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air". Yogyakarta: Andi offset, 2001.
- [2] I.S. Banuwa, "Erosi". Jakarta: Kencana Prenada Media Group, 2013.
- [3] S. Arsyad, "Konservasi Tanah dan Air". Bogor : IPB Press, 2000.
- [4] H. Yulina, D. S. Saribun, Z. Adin, M.H.R. Maulana, "Hubungan antara Kemiringan dan Posisi Lereng dengan Tekstur Tanah, Permeabilitas dan Erodibilitas Tanah pada Lahan Tegalan di Desa

- Gunungsari, Kecamatan Cikatomas, Kabupaten Tasikmalaya*”, *Jurnal Agrikultura*, vol 26, pp 15-22, 2015
- [5] A. G. Kartasapoetra, “*Teknologi Konservasi Tanah dan Air*”. Jakarta : Rineka Cipta, 2010.
- [6] L. S. Damayanti, “*Kajian Laju Erosi Tanah Andosol, Latosol, dan Grumosol untuk Berbagai Tingkat Kemiringan dan Intensitas Hujan di Kabupaten Semarang*”, Universitas Diponegoro: Thesis Pasca Sarjana, 2005.