

IMPLEMENTASI METODE *SEDIMENT DELIVERY RATIO* (SDR) DALAM SISTEM INFORMASI PENDUGAAN EROSI DAERAH ALIRAN SUNGAI

Kurnia Muludi¹, Dimas Kurniawan², Slamet Budi Yuwono³, Admi Syarif⁴

Ilmu Komputer FMIPA UNILA^{1,2,4}

Kehutanan FP UNILA³

Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro No.1, Bandar Lampung, Lampung, 0721 701609

kmuludi@fmipa.unila.ac.id¹, dimas.kurniawan1584@students.unila.ac.id²,

sbyuwono_unila@yahoo.com³, admi.syarif@fmipa.unila.ac.id⁴

Abstract

Soil erosion by rainwater is the most significant form of land degradation affecting land productivity and water quality in Indonesia's watershed management. One of the efforts to avoid damage to a watershed is to estimate erosion. The current calculation of erosion estimation is still done manually, which has shortcomings such as calculation errors and data loss due to human errors. To overcome this problem, we develop an information system that can calculate the estimated amount of erosion in a watershed. The erosion estimation is based on the sediment delivery ratio (SDR) method. The Extreme Programming (XP) method is implemented in developing the system. Several stages are carried out in this method. They are planning the system requirements; followed by designing the business processes and the interface of the system. The next step is a coding implementation using the SDR method and testing the system's capabilities. The results obtained is a web-based information system for estimating watershed erosion using the SDR method. Based on the results of the tests that have been carried out, the system has successfully passed all test scenarios. In addition, the system has also been assessed by 30 respondents using a questionnaire and obtained satisfactory results.

Keywords: watershed, erosion, extreme programming, sediment delivery ratio, information system

Abstrak

Erosi tanah oleh air hujan menjadi bentuk degradasi lahan paling signifikan yang memengaruhi produktivitas lahan dan kualitas air dalam pengelolaan daerah aliran sungai (DAS) di Indonesia. Salah satu upaya untuk menghindari kerusakan pada suatu DAS adalah dengan melakukan pendugaan erosi. Perhitungan pendugaan erosi saat ini masih dilakukan secara manual, dimana memiliki kekurangan seperti kesalahan perhitungan dan kehilangan data akibat kelalaian manusia. Untuk mengatasi masalah tersebut penulis mengembangkan sistem informasi yang dapat melakukan perhitungan besarnya pendugaan erosi di suatu DAS. Pendugaan erosi menggunakan metode sediment delivery ratio (SDR). Metode Extreme Programming (XP) digunakan dalam pengembangan sistem. Beberapa tahapan dilakukan dalam metode ini. Terdapat perencanaan kebutuhan sistem; diikuti dengan perancangan proses bisnis dan antarmuka sistem. Tahapan selanjutnya adalah implementasi coding menggunakan metode SDR dan pengujian kemampuan sistem. Hasil yang didapatkan adalah sistem informasi pendugaan erosi daerah aliran sungai berbasis web dengan metode SDR.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem telah berhasil melewati semua skenario uji dengan sukses. Selain itu, sistem juga telah dinilai oleh 30 responden menggunakan kuesioner dan mendapatkan hasil yang memuaskan.

Kata kunci: daerah aliran sungai, erosi, extreme programming, sediment delivery ratio, sistem informasi

1. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan daerah tangkapan air yang mempunyai peranan penting dalam menjaga kualitas air, mencegah banjir, mengurangi aliran massa (tanah) dari hulu ke hilir [1]. Dalam pengelolaan DAS di Indonesia, erosi tanah oleh air hujan menjadi isu utama dan menjadi bentuk degradasi lahan paling signifikan yang memengaruhi produktivitas lahan pertanian dan kualitas air [2]. Pengelolaan suatu DAS adalah upaya mengelola hubungan timbal balik antar sumber daya alam dengan sumber daya manusia di DAS [3]. Pengelolaan DAS yang buruk dapat menyebabkan kerusakan serta meningkatkan bahaya erosi pada DAS [4].

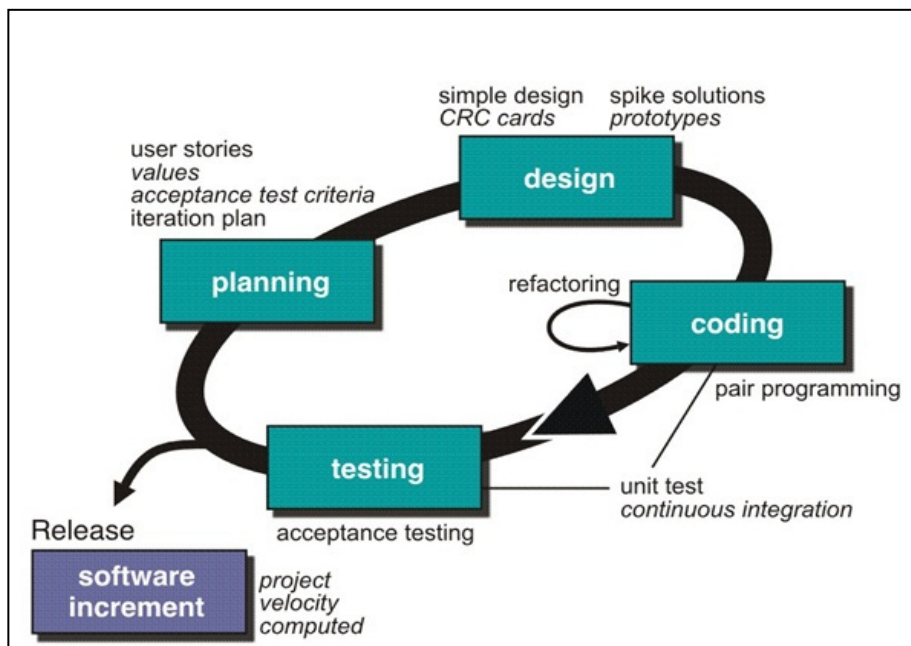
Erosi tanah merupakan proses penghancuran agregat-agregat tanah menjadi fraksi halus yang kemudian dipindahkan oleh air aliran permukaan tempat terjadinya penghancuran tersebut ke tempat lain [5]. Erosi berdampak pada produktivitas lahan DAS dibagian hulu dan memiliki dampak buruk berupa sedimen dibagian hilir. Dampak buruk yang terjadi dibagian hilir berupa pendangkalan saluran aliran sungai karena muatan sedimen yang menumpuk yang dapat berakibat banjir saat musim penghujan dan kekeringan di musim kemarau [6]. Untuk dapat menghindari terjadinya kerusakan pada DAS, salah satu upaya yang dapat dilakukan pendugaan erosi.

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk melakukan pendugaan erosi, salah satu metodenya adalah *sediment delivery ratio* (SDR). SDR dapat didefinisikan sebagai fraksi erosi yang diangkut dalam interval waktu tertentu serta berfungsi sebagai ukuran dari efisiensi transportasi sedimen [7]. Metode SDR dapat digunakan untuk memprediksi besarnya hasil sedimen dari suatu daerah tangkapan air. Dalam menentukan besarnya SDR, sangat penting untuk menentukan prakiraan realistis besarnya sedimen total berdasarkan perhitungan erosi total yang berlangsung di daerah tangkapan air [8].

Saat ini informasi tentang DAS beserta perhitungan besarnya erosi masih dilakukan secara manual. Sistem perhitungan dan dokumentasi secara manual memiliki kekurangan, seperti kesalahan perhitungan maupun hilangnya data karena kelalaian manusia. Sebelumnya sudah ada penelitian untuk mengatasi hal tersebut yakni "Aplikasi Pendugaan Erosi Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Menggunakan Metode Sediment Delivery Ratio (SDR) Berbasis Android" [9]. Namun aplikasi yang dibuat masih terdapat beberapa kekurangan, diantaranya input data DAS yang masih harus dilakukan secara manual dan data yang hanya tersimpan pada penyimpanan lokal android. Berdasarkan uraian tersebut penulis berinisiatif mengembangkan sistem informasi pendugaan erosi daerah aliran sungai dengan mengimplementasikan metode *sediment delivery ratio* (SDR).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pengembangan sistem dalam penelitian ini menggunakan metode *extreme programming* (XP). *Extreme Programming* merupakan salah satu metode pengembangan perangkat lunak yang termasuk kedalam *Agile Software Development*. *Extreme Programming* banyak digunakan untuk pengembangan perangkat lunak dengan waktu yang cepat [10]. Tahapan metode *Extreme Programming* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode *Extreme Programming* (XP)

2.1. Planning

Tahap planning dilakukan dengan mendefinisikan *user stories* yang menjelaskan *output*, fitur dan fungsi dari *software* yang akan dikembangkan. *User stories* tersebut menjadi acuan untuk menerjemahkan apa yang diinginkan dari sistem ke dalam bahasa pemrograman. Hal tersebut kemudian direpresentasikan dengan kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional. Kebutuhan fungsional dan non-fungsional dari sistem ini disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Kebutuhan fungsional sistem

No	Fungsi
1	Sistem dapat menampilkan data Daerah Aliran Sungai.
2	Sistem dapat mengelola data Daerah Aliran Sungai.

- 3 Sistem dapat mengunduh data Daerah Aliran Sungai.
- 4 Sistem dapat melakukan pendugaan erosi Daerah Aliran Sungai.
- 5 Sistem dapat mengelola data pendugaan erosi Daerah Aliran Sungai.
- 6 Sistem dapat mengunduh data pendugaan erosi Daerah Aliran Sungai.

Tabel 2. Kebutuhan Non-Fungsional

No	Non-Fungsional
1	Tampilan sistem yang dibuat <i>user-friendly</i> .
2	Sistem mudah digunakan dan mudah dimengerti.
3	Sistem menggunakan bahasa Indonesia.

Pada tahap *planning* juga dilakukan perencanaan *user acceptance testing* (UAT) yang akan digunakan untuk memverifikasi bahwa sistem telah sesuai dan dapat diterima oleh pengguna. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah dengan kuesioner melalui Google Form untuk mempermudah responden kuesioner dalam melakukan penilaian sistem serta memberikan kritik dan saran. Daftar pernyataan kuesioner dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daftar Pernyataan Kuesioner

No	ID	Pernyataan	Kategori Penilaian				
			SS	S	B	TS	STS
			5	4	3	2	1
1	P01	Sistem Informasi PEDAS mudah digunakan.					
2	P02	Sistem Informasi PEDAS mudah dimengerti.					
No	ID	Pernyataan	SS	S	B	TS	STS
			5	4	3	2	1
3	P03	Sistem Informasi PEDAS memiliki tampilan yang baik dan menarik.					
4	P04	Sistem Informasi PEDAS mempermudah melakukan pendugaan erosi DAS.					

5	P05	Sistem Informasi PEDAS dapat menampilkan langkah pendugaan erosi secara berurutan.
6	P06	Sistem Informasi PEDAS dapat menyimpan data hasil perhitungan.
7	P07	Sistem Informasi PEDAS dapat mengelola data pendugaan erosi.
8	P08	Sistem Informasi PEDAS dapat mengunduh data pendugaan erosi.
9	P09	Keseluruhan tombol pada Sistem Informasi PEDAS dapat berjalan sesuai dengan fungsinya.
10	P10	Menu Data DAS menyediakan informasi terkait DAS yang ada di Provinsi Lampung beserta data pendugaan erosinya.
11	P11	Menu Tentang Sistem menyediakan informasi tentang sistem dan pengembang sistem.
12	P12	Menu Unduh PEDAS App dapat menyediakan <i>file</i> aplikasi PEDAS App yang bisa digunakan untuk <i>smartphone</i> android.
13	P13	Menu Profil Saya menyediakan informasi pengguna dan menyediakan menu untuk mengubah profil dan <i>password</i> .
14	P14	Hasil perhitungan Sistem Informasi PEDAS sudah benar seperti hasil perhitungan yang sudah disediakan.
15	P15	Sistem Informasi PEDAS direkomendasikan untuk perhitungan pendugaan erosi DAS.

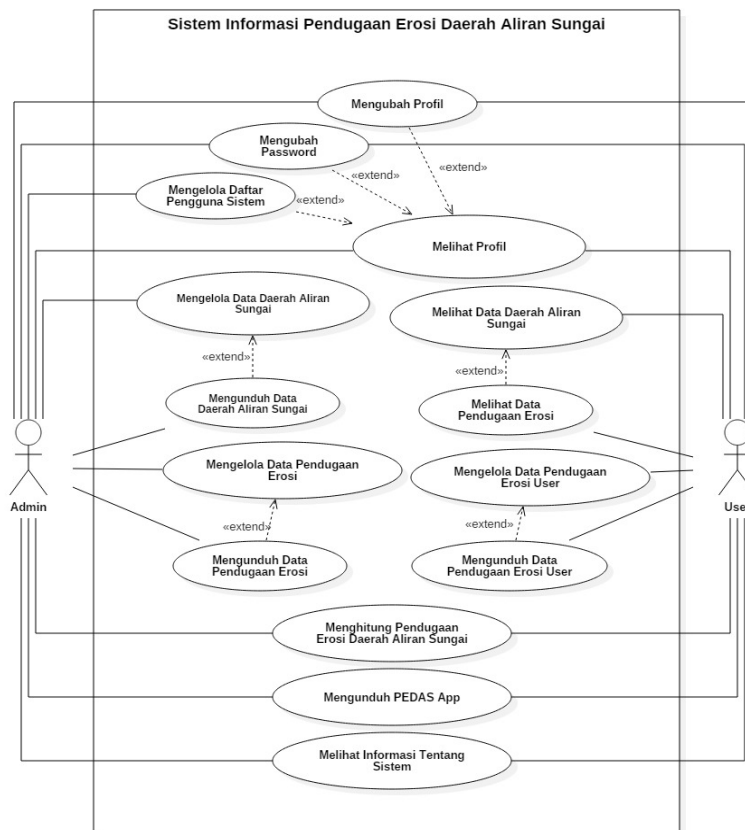
Keterangan:

- SS : Sangat Setuju
S : Setuju
B : Biasa
TS : Tidak Setuju
STS : Sangat Tidak Setuju

2.2. Design

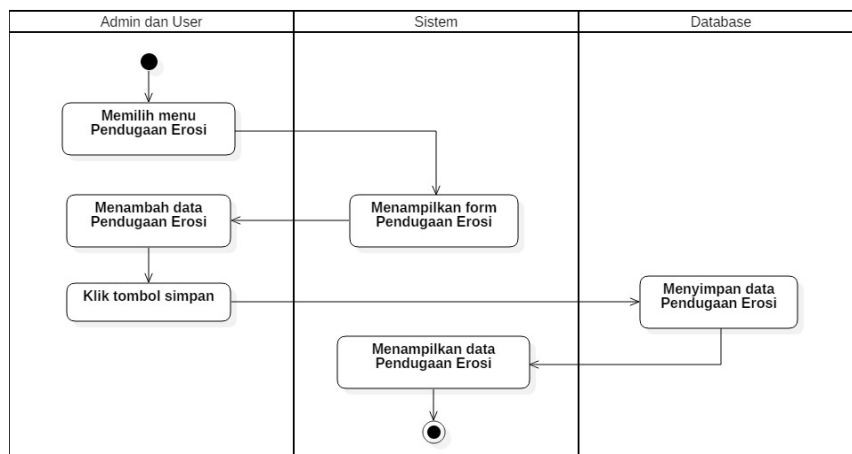
Tahap *design* dilakukan dengan merancang proses bisnis sistem secara sederhana menggunakan UML (*Unified Modelling Language*) dan CRC Card serta merancang tampilan antarmuka sistem (*mockup*).

Perancangan proses bisnis sistem dilakukan dengan membuat *use case diagram*, *activity diagram*, *entity relationship diagram* (ERD) dan CRC Card yang dapat dilihat pada gambar 2 sampai dengan gambar 5. Kemudian dilakukan perancangan tampilan antarmuka sistem (*mockup*) yang dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7.



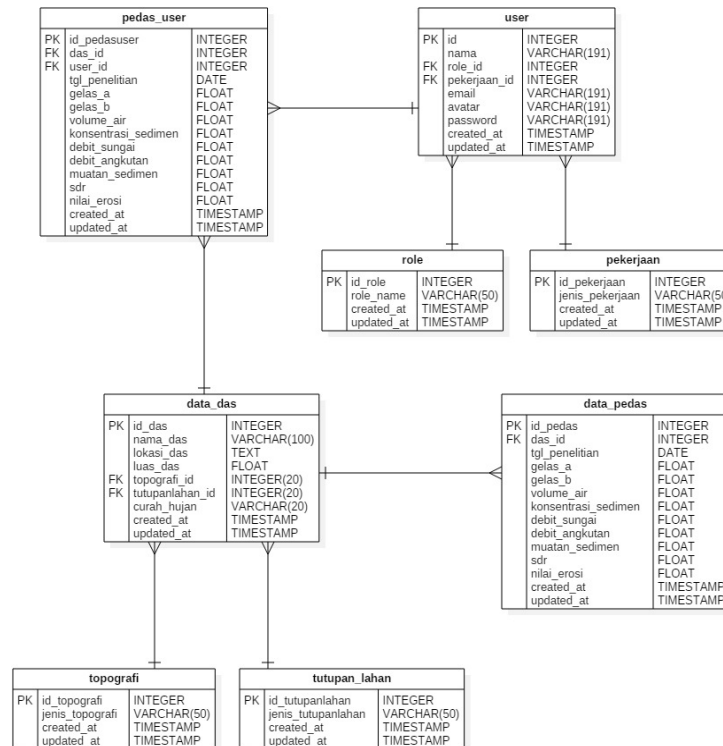
Gambar 2. Use case diagram

Pembuatan *use case diagram* dalam sistem ini difokuskan pada fungsionalitas yang dimiliki oleh sistem. *Use case diagram* yang dirancang dalam penelitian ini menggambarkan sistem dari sudut pandang pengguna sistem yang terdiri dari dua jenis pengguna sistem, yaitu admin dan user.



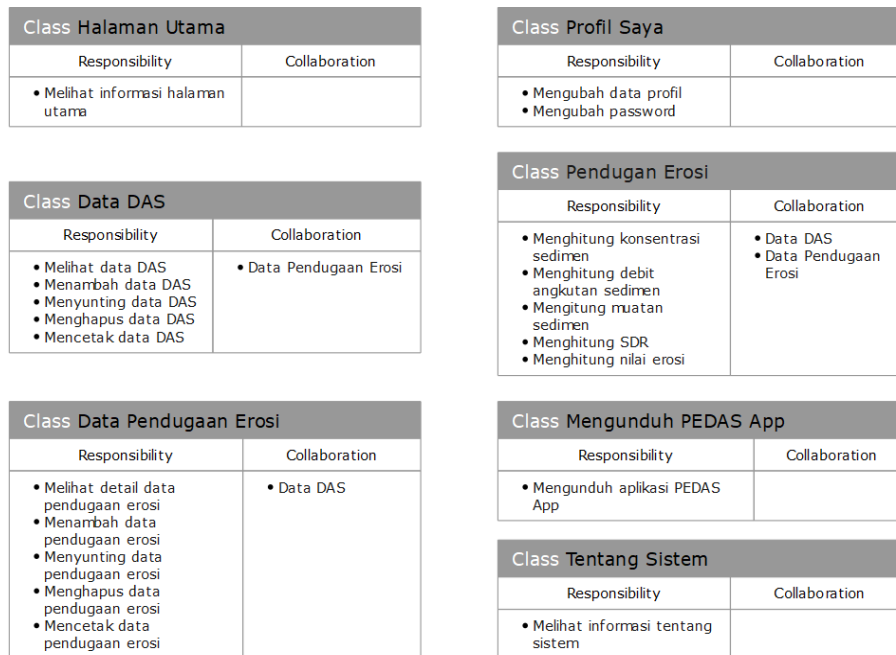
Gambar 3. Activity diagram menghitung pendugaan erosi

Activiy diagram menghitung pendugaan erosi dimulai dengan memilih menu pendugaan erosi. Pengguna akan memasukkan nilai parameter yang diminta dan sistem akan melakukan perhitungan, kemudian data akan disimpan ke dalam *database*.

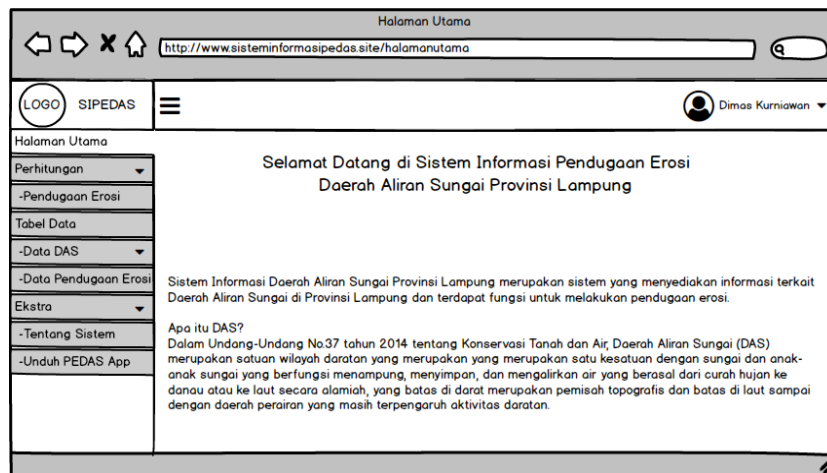


Gambar 4. Entity relationship diagram

Entity Relationship Diagram (ERD) adalah model yang digunakan untuk menyusun *database* agar dapat menggambarkan relasi antara data dengan *database* yang akan didesain.



Gambar 5. CRC Card sistem



Gambar 6. Tampilan antarmuka halaman utama

Gambar 6 merupakan tampilan antarmuka halaman utama. Pada halaman ini menyediakan informasi berupa jumlah data daerah aliran sungai, data pendugaan erosi dan data pengguna yang terdaftar dalam sistem.

Tabel Data	1. Nama DAS & Tanggal Penelitian
-Data DAS	2. Konsentrasi Sedimen (Cs)
-Data Pendugaan Erosi	3. Debit Angkutan Sedimen (Qs)
Ekstra	4. Muatan Sedimen (MS)
-Tentang Sistem	5. Sediment Delivery Ratio (SDR)
-Unduh PEDAS App	6. Nilai Erosi (E)

Gambar 7. Tampilan antarmuka halaman pendugaan erosi

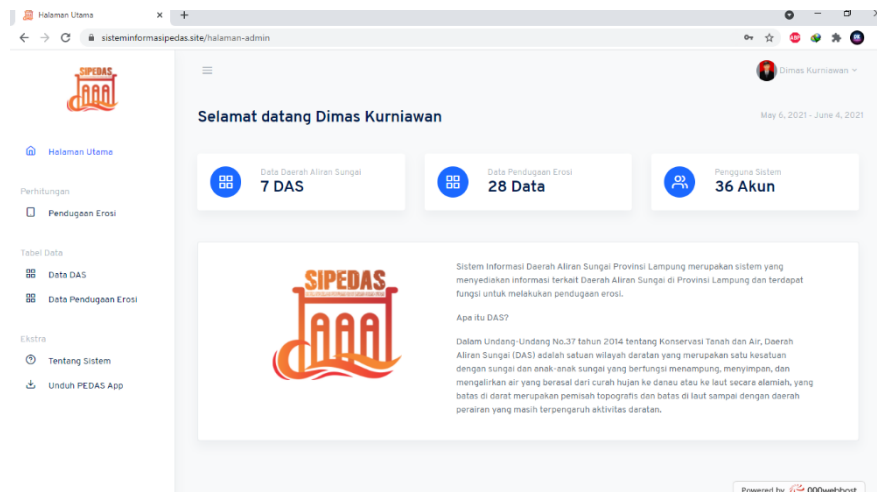
Gambar 7 merupakan tampilan antarmuka halaman pendugaan erosi. Pada halaman ini pengguna akan diminta untuk memasukkan nama DAS dan tanggal penelitian. Kemudian menekan tombol selanjutnya untuk melanjutkan proses pendugaan erosi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Informasi Pendugaan Erosi Daerah Aliran Sungai (SIPEDAS) adalah sistem informasi yang dapat melakukan perhitungan pendugaan erosi pada daerah aliran sungai (DAS) berbasis *web*. Metode yang digunakan untuk melakukan pendugaan erosi pada sistem ini adalah metode *sediment delivery ratio* (SDR).

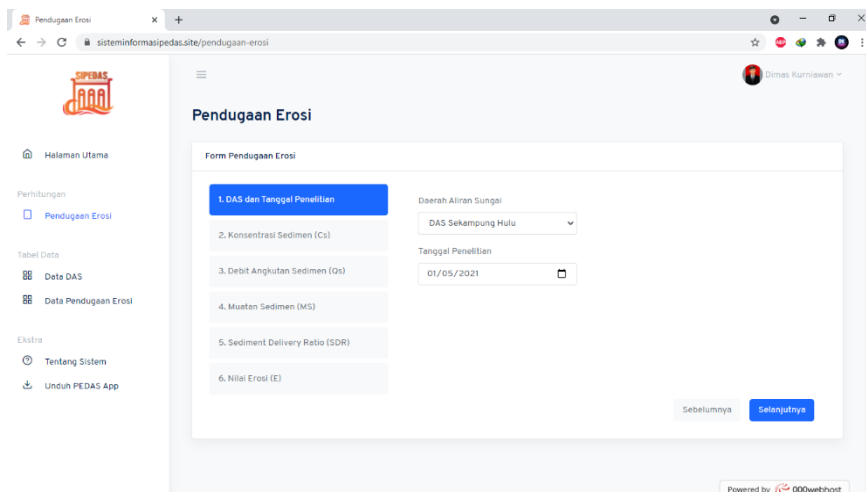
3.1. Coding

Dalam penelitian ini tahap *coding* diawali dengan membangun rangkaian tes untuk sistem. Setelah rangkaian tes dibangun, pengembang berfokus pada implementasi untuk melewati rangkaian tes tersebut. Implementasi *coding* sistem dilakukan menggunakan *software* Atom Text Editor dengan bahasa pemrograman PHP dan menggunakan *framework* Laravel. Berikut ini merupakan tampilan antarmuka Sistem Informasi Pendugaan Erosi Daerah Aliran Sungai (SIPEDAS):



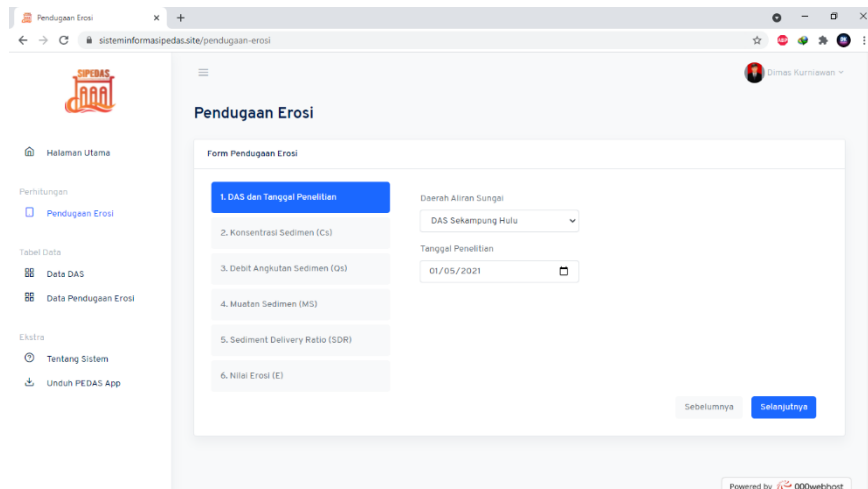
Gambar 8. Tampilan Halaman Utama

Gambar 8 merupakan tampilan halaman utama yang menampilkan informasi berupa jumlah data daerah aliran sungai, data pendugaan erosi dan data pengguna yang telah terdaftar didalam sistem.



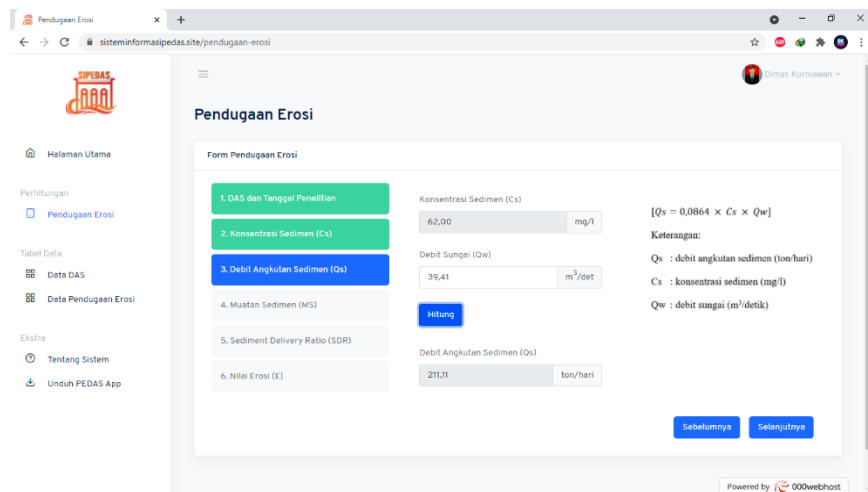
Gambar 9. Tampilan Halaman Pendugaan Erosi – DAS dan Tanggal Penelitian

Gambar 9 merupakan tampilan halaman pendugaan erosi bagian DAS dan tanggal penelitian. Pada bagian ini pengguna diminta untuk memilih DAS dan tanggal penelitiannya.



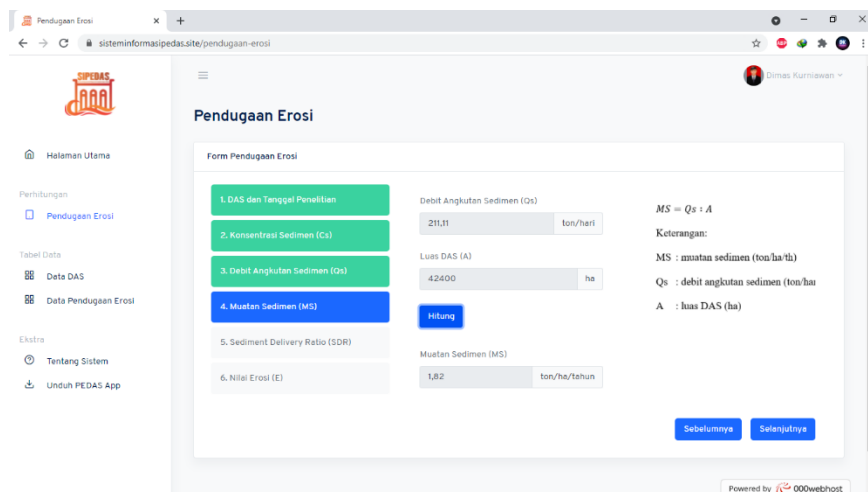
Gambar 10. Tampilan Halaman Pendugaan Erosi – Konsentrasi Sedimen

Gambar 10 merupakan tampilan halaman pendugaan erosi bagian konsentrasi sedimen. Pada bagian ini pengguna diminta memasukkan nilai konsentrasi sedimen yang telah dimilikinya.



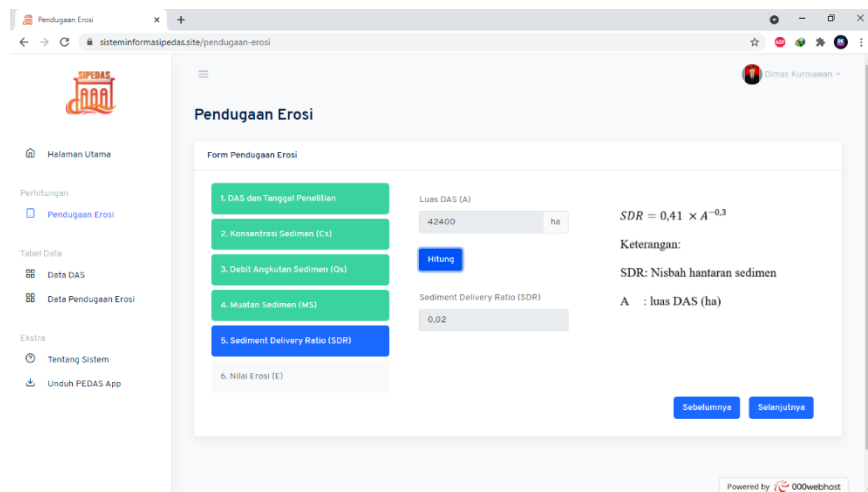
Gambar 11. Tampilan Halaman Pendugaan Erosi – Debit Angkutan Sedimen

Gambar 11 merupakan tampilan halaman pendugaan erosi bagian debit angkutan sedimen. Pada bagian ini pengguna diminta untuk memasukkan nilai debit sungai, kemudian menekan tombol hitung dan sistem akan memberikan nilai debit angkutan sedimen.



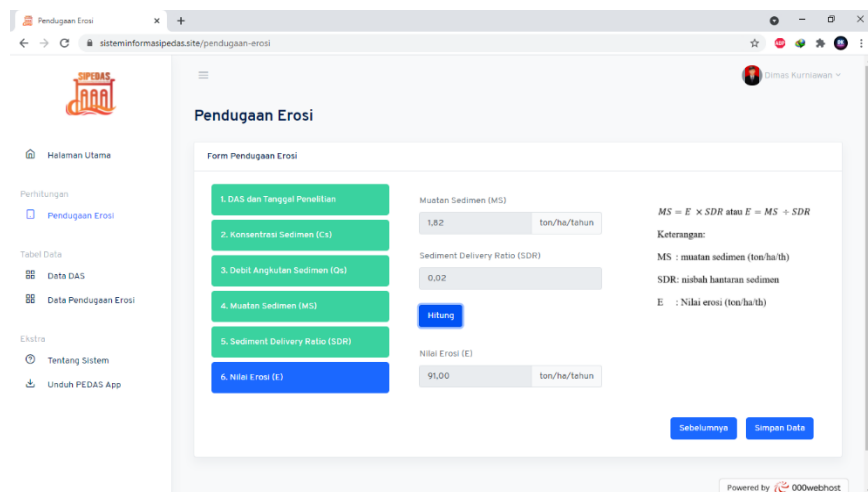
Gambar 12. Tampilan Halaman Pendugaan Erosi – Muatan Sedimen

Gambar 12 merupakan tampilan halaman pendugaan erosi bagian muatan sedimen. Pada bagian ini pengguna diminta untuk menekan tombol hitung, kemudian sistem akan menampilkan nilai muatan sedimen.



Gambar 13. Tampilan Halaman Pendugaan Erosi – *Sediment Delivery Ratio*

Gambar 13 merupakan tampilan halaman pendugaan erosi bagian *sediment delivery ratio*. Pada bagian ini pengguna diminta untuk menekan tombol hitung, kemudian sistem akan menampilkan nilai *sediment delivery ratio*.



Gambar 14. Tampilan Halaman Pendugaan Erosi – Nilai Erosi

Gambar 14 merupakan tampilan halaman pendugaan erosi bagian nilai erosi. Pada bagian ini pengguna diminta untuk menekan tombol hitung, kemudian sistem akan menampilkan nilai erosi. Pengguna menekan tombol Simpan Data untuk menyimpan data ke dalam *database*.

3.2. Testing

Pada penelitian ini tahapan *testing* dilakukan dengan menggunakan dua pengujian, yaitu pengujian fungsional menggunakan *BlackBox Testing* dan pengujian non-fungsional menggunakan *User Acceptance Testing*. Berikut ini merupakan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap sistem:

3.2.1. BlackBox Testing

Pengujian fungsional berfokus pada apakah sistem dapat memenuhi kebutuhan yang ada didalam perencanaan kebutuhan fungsional. Kemampuan sistem untuk memenuhi kebutuhan tersebut dapat diukur dan diketahui kesalahannya dari hasil pengujian. Pengujian dilakukan oleh enam penguji, tiga penguji untuk sistem dengan hak akses admin dan tiga penguji lainnya untuk sistem dengan hak akses *user*. Dalam melakukan pengujian sistem, setiap penguji menggunakan laptop dengan spesifikasi yang berbeda-beda. Hasil dari seluruh pengujian fungsional sistem adalah berhasil untuk setiap skenario uji yang telah diberikan.

3.2.2. User Acceptance Testing

Pengujian non-fungsional melibatkan pengujian sistem berdasarkan kebutuhan non-fungsional yang telah didefinisikan pada tahap *planning*. Pelaksanaan pengujian ini dilakukan oleh responden menggunakan laptop maupun *smartphone* yang mereka miliki dengan mengunjungi situs sisteminformasipedas.site. Setelah itu responden memberikan penilaian dengan mengisi kuesioner pada halaman *Google Form* yang telah diberikan. Pengujian non-fungsional dalam penelitian ini memiliki lima interpretasi penilaian dengan

kriteria, sangat tidak setuju (STS), tidak setuju (TS), biasa (B), setuju (S), dan sangat setuju (SS).

Pengujian non-fungsional dalam penelitian ini melibatkan 30 responden yang terdiri dari mahasiswa jurusan ilmu komputer dan jurusan kehutanan dengan jenis kelamin dan tahun angkatan yang berbeda. Hasil penilaian responden terhadap 15 pernyataan yang diberikan, terdapat beberapa responden yang menyatakan tidak setuju pada pernyataan 7, 9, dan 14. Berdasarkan hal tersebut, pengelolaan data pendugaan erosi, fungsi tombol dan hasil perhitungan masih perlu ditingkatkan lagi agar menjadi lebih baik untuk pengguna dalam menggunakan sistem.

4. SIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil mengimplementasikan metode *sediment delivery ratio* (SDR) dalam Sistem Informasi Pendugaan Erosi Daerah Aliran Sungai (SIPEDas) berbasis web. Sistem ini dikembangkan menggunakan bahasa PHP dengan menggunakan *framework* Laravel. Sistem telah diuji fungsionalitasnya menggunakan *BlackBox Testing* dan telah berhasil melewati semua skenario uji yang telah diberikan dengan sukses. Sistem juga telah dinilai dari segi non-fungsional sistem oleh 30 responden dan berhasil mendapatkan hasil yang memuaskan. Hasil testing menunjukkan bahwa sistem dapat membantu dalam melakukan pendugaan erosi daerah aliran sungai dengan menggunakan metode *sediment delivery ratio*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Tanika, S. Rahayu, N. Khasanah, dan S. Dewi, *Fungsi Hidrologi pada Daerah Aliran Sungai (DAS): Pemahaman, Pemantauan, dan Evaluasi*. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program, 2016.
- [2] S. Baja, M. Ramli, dan S. A. Lias, Spatial-based assessment of land use, soil erosion, and water protection in the Jeneberang valley, Indonesia, *Biologia (Bratisl)*, vol. 64, no. 3, hal. 522-526, 2009.
- [3] A. Susetyaningsih, Pengaturan Penggunaan Lahan di Daerah Hulu DAS Cimanuk sebagai Upaya Optimalisasi Pemanfaatan Sumberdaya Air, *Konstruksi*, vol. 10, no. 01, hal. 1-8, 2012.
- [4] N. M. Trigunasih, T. Kusmawati, dan N. W. Y. Lestari, Erosion Prediction Analysis and Landuse Planning in Gunggung Watershed, Bali, Indonesia, *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, hal. 14, 2018.
- [5] A. Aprisal dan J. Junaidi, Prediction of Erosion and Sedimentation in Various Land Use in Lake Limau Manis Sub Watershed in Padang City Kuranji Watershed, *Blog.Ub.Ac.Id*, vol. VII, no. 1, hal. 61-67, 2010.
- [6] B. Tribiyono, S. B. Yuwono, dan I. S. Banuwa, Estimasi Erosi dan Potensi Sedimen DAM Batutege di DAS Sekampung Hulu dengan Metode SDR (Sediment Delivery Ratio), *Hutan Trop.*, vol. 6, no. 2, hal. 161-169, 2018.
- [7] B. M. Mutua dan A. Klik, Estimating Spatial Sediment Delivery Ratio on a

- Large Rural Catchment, *J. Spat. Hydrol.*, vol. 6, no. 1, hal. 64-80, 2006.
- [8] C. Asdak, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2010.
- [9] J. Falindra, Aplikasi Pendugaan Erosi Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Menggunakan Metode Sediment Delivery Ratio (SDR) Berbasis Android, Universitas Lampung, 2019.
- [10] R. S. Pressman, *Software Engineering A Practitioner's Approach*, 7 ed. New York: McGraw-Hill, 2010.