

# Aplikasi Prediksi Debit Aliran Bulanan Berbasis Web menggunakan Model Regresi Linier

Irfan Ardiansah<sup>1</sup>, Selly Harnesa Putri<sup>2</sup>, Yanti Rubiyanti<sup>3</sup>, Totok Pujiyanto<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran

<sup>3</sup>Departemen Psikologi, Fakultas Psikologi, Universitas Padjadjaran

<sup>1</sup>irfan@unpad.ac.id\*, <sup>2</sup>selly.h.putri@unpad.ac.id, <sup>3</sup>yanti.rubiyanti@unpad.ac.id, <sup>4</sup>totok.pujiyanto@unpad.ac.id

## Abstract

High rainfall is one of the main factors causing flooding in a Watershed. To overcome this problem, we develop internet-based applications to be a potential solution. This study aims to design a web-based application that is able to predict the monthly flow rate, as well as determine the flow rate at each measuring station in a Watershed. The method used in this study is software engineering by applying simple linear regression as a prediction method. In this case, rainfall acts as an independent variable, while flow discharges as a dependent variable. The prediction results showed that the flow rate at several stations that we coded A, B, C, D, and E were 3.37 m<sup>3</sup>/s, 4.49 m<sup>3</sup>/s, 11.96 m<sup>3</sup>/s, 19.79 m<sup>3</sup>/s, and 12.26 m<sup>3</sup>/s, respectively. These results provide an overview of the potential of water flow at various Sub-watershed points to be utilized as a data-based flood mitigation measures.

Keywords: web application, precipitation, flowrate

## Abstrak

Curah hujan yang tinggi merupakan salah satu faktor utama penyebab banjir di daerah aliran sungai. Untuk mengatasi permasalahan ini kami mengembangkan aplikasi berbasis internet untuk menjadi solusi potensial. Penelitian ini bertujuan untuk merancang aplikasi berbasis web yang mampu memprediksi debit aliran bulanan, serta menentukan debit aliran pada masing-masing stasiun pengukuran pada daerah aliran sungai. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah rekayasa perangkat lunak dengan menerapkan regresi linier sederhana sebagai metode prediksi. Dalam hal ini, curah hujan berperan sebagai variabel bebas, sementara debit aliran sebagai variabel terikat. Hasil prediksi menunjukkan bahwa debit aliran di beberapa stasiun yang kami beri kode A, B, C, D, dan E berturut-turut adalah 3.37 m<sup>3</sup>/s, 4.49 m<sup>3</sup>/s, 11.96 m<sup>3</sup>/s, 19.79 m<sup>3</sup>/s, dan 12.26 m<sup>3</sup>/s. Hasil ini memberikan gambaran mengenai potensi aliran air pada berbagai titik Daerah Aliran Sungai untuk dimanfaatkan sebagai langkah mitigasi bencana banjir yang berbasis data.

Kata kunci: aplikasi web, curah hujan, debit aliran

©This work is licensed under a Creative Commons Attribution -ShareAlike 4.0 International License

## 1. Pendahuluan

Banjir merupakan suatu peristiwa di mana air meluap dan menggenangi suatu tempat, melebihi kapasitas pembuangan air di wilayah tersebut, sehingga menimbulkan kerugian fisik, sosial, dan ekonomi [1], [2]. Banjir terjadi akibat meluapnya air di daerah kanan atau kiri sungai karena alur sungai tidak mampu menampung debit air yang lewat [3]. Fenomena banjir dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) sangat kompleks. DAS sebagai satuan wilayah hidrologis terdiri dari berbagai komponen utama yang berperan baik sebagai objek, seperti tanah, vegetasi, dan air, maupun sebagai subjek atau pelaku pendayagunaan komponen tersebut, yaitu manusia. Interaksi antar komponen ini menghasilkan kondisi hidrologis yang mempengaruhi DAS [4], [5].

Banjir di Indonesia merupakan masalah yang serius, mengingat kondisi geografis dan iklimnya, sehingga sebagian besar wilayahnya berada di daerah rawan banjir, terutama di pulau Jawa, Sumatra, dan Kalimantan [6]. Banjir dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik alami maupun manusia, dan dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap

kehidupan masyarakat [7]. Beberapa penyebab banjir diantaranya adalah curah hujan yang tinggi sampai ekstrem yang dapat menyebabkan sungai meluap; penggundulan hutan, di mana penebangan hutan dan pembukaan lahan mengurangi kemampuan tanah untuk menyerap air, sehingga meningkatkan aliran permukaan; perubahan iklim, yang menyebabkan pola cuaca tidak menentu dan meningkatkan frekuensi serta intensitas hujan; urbanisasi, di mana pertumbuhan populasi di kota besar tidak diimbangi dengan pengembangan infrastruktur drainase yang memadai; dan sistem drainase yang buruk, di mana sistem drainase tidak dapat membuang curah hujan yang tinggi [2], [7]. Dampak banjir meliputi kerugian ekonomi, seperti kerusakan infrastruktur dan kehilangan produktivitas pertanian; kerugian sosial, seperti pengungsian massal, kehilangan tempat tinggal, dan dampak psikologis bagi masyarakat; kerusakan lingkungan, mencakup pencemaran air dan kerusakan habitat; peningkatan risiko kesehatan masyarakat, seperti penyakit diare dan kulit akibat kontak dengan air tercemar; serta gangguan pada pendidikan, di mana sekolah-sekolah terpaksa ditutup dan para pelajar kehilangan akses pendidikan [3], [8].

Menurut beberapa penelitian telah terjadi banjir besar yang terjadi pada wilayah Jawa Barat pada tahun 2014 hingga 2016. Pada 28 Maret 2014, banjir di Desa Sindangsari, Garut, mencapai ketinggian limpasan 165 cm. Pada tahun 2015, banjir terjadi selama dua hari berturut-turut pada 15-16 Maret dengan debit aliran mencapai 384 m<sup>3</sup>/s. Pada 20 September 2016, banjir bandang di Desa Sukakarya, Garut, menyebabkan tiga orang hanyut, dengan ketinggian limpasan air antara 50 hingga 200 cm [8], [9].

Salah satu solusi untuk mengantisipasi banjir adalah dengan memprediksi debit aliran sungai. Data curah hujan yang lebih tersedia menjadi alasan utama untuk menggunakannya dalam memprediksi debit aliran sungai, karena curah hujan merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi debit aliran. Dalam beberapa kasus lebih mudah untuk mendapatkan data curah hujan historis dibandingkan dengan data debit aliran karena proses pengukuran yang masih dilakukan secara manual. Dengan memanfaatkan data curah hujan yang sudah ada, peneliti dapat lebih mudah melakukan analisis dan mempersingkat waktu pembangunan model prediksi tanpa harus menunggu atau mengumpulkan data debit aliran yang mungkin tidak tersedia pada lokasi atau periode tertentu, juga karena pada proses prediksi debit aliran, curah hujan dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola dan hubungan antara curah hujan dan debit aliran. Dengan kata lain, data historis curah hujan dapat memberikan dasar untuk melakukan analisis dan peramalan debit aliran, yang pada gilirannya dapat membantu dalam perencanaan dan manajemen risiko banjir, sehingga penting untuk mempelajari hubungan antara kedua variabel ini. Hubungan tersebut dapat dinyatakan dalam model matematika yang digunakan untuk berbagai analisis hidrologi seperti peramalan dan pengisian data kosong [10]. Analisis hubungan antara dua variabel atau lebih disebut regresi. Regresi linier adalah model yang menggambarkan hubungan linier antara variabel bebas dan variabel tak bebas. Regresi linier sederhana digunakan ketika hanya ada satu variabel bebas, sedangkan regresi linier berganda melibatkan lebih dari satu variabel bebas [11].

Dalam upaya mitigasi bencana banjir yang semakin menjadi perhatian global, penelitian mengenai prediksi debit aliran dan pengembangan aplikasi berbasis web telah dilakukan di berbagai belahan dunia. Menurut survei Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII) pada 2016, jumlah pengguna internet di Indonesia mencapai 132,7 juta orang, atau sekitar 51,8% dari total penduduk. Pulau Jawa memiliki konsentrasi pengguna internet tertinggi, dengan sekitar 86,3 juta pengguna, atau 65% dari total pengguna di Indonesia [12]. Pertumbuhan pesat pengguna internet ini membuka peluang untuk mengembangkan solusi berbasis teknologi, seperti aplikasi prediksi debit aliran berbasis web, yang dapat diakses oleh masyarakat luas. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model regresi linier sederhana, di mana curah hujan

berfungsi sebagai variabel bebas dan debit aliran sebagai variabel terikat. Penelitian ini sejalan dengan tren penelitian yang lebih luas, menunjukkan bahwa penggunaan teknologi informasi dapat berkontribusi signifikan dalam mengatasi masalah banjir.

Beberapa penelitian yang relevan memberikan justifikasi bahwa pendekatan ini perlu mendapatkan perhatian. Misalnya, penelitian [13] mengembangkan model prediksi curah hujan harian menggunakan intelegensia buatan, menunjukkan bahwa data iklim mikro dapat digunakan untuk melakukan prediksi. Selanjutnya, [14] mengembangkan media komunikasi berbasis web untuk memberikan informasi risiko banjir secara jangka panjang. Adapun penelitian lainnya oleh [15] mengembangkan aplikasi peramalan dan peringatan banjir berbasis perangkat bergerak yang akan memberi peringatan pada daerah-daerah yang berpotensi mengalami banjir berbasis *Geographical Information System (GIS)*.

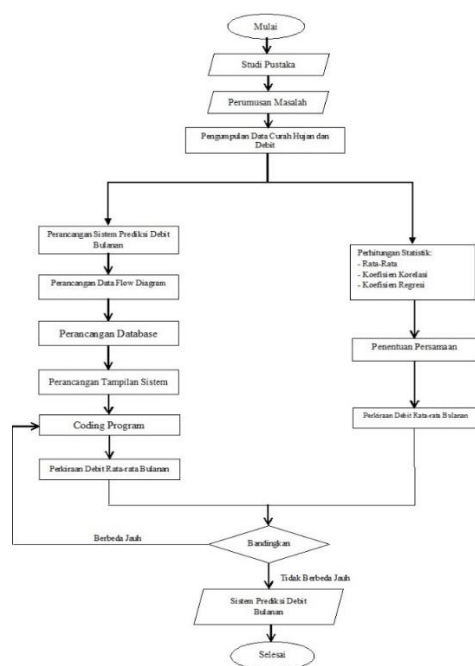
Dengan mengacu pada penelitian-penelitian tersebut, jelas bahwa pengembangan sistem prediksi debit aliran berbasis web yang mengintegrasikan data curah hujan merupakan bagian dari tren penelitian yang lebih luas dalam mitigasi bencana. Penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pengembangan teknologi informasi untuk prediksi banjir, tetapi juga menawarkan kebaruan dalam konteks lokal, khususnya di daerah rawan banjir di Jawa Barat. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat dan mengurangi dampak negatif dari bencana banjir.

Curah hujan memiliki hubungan langsung dengan debit aliran sungai; semakin tinggi curah hujan, semakin besar debit aliran, begitu pula sebaliknya [16]. Mengingat tingginya jumlah pengguna internet di Indonesia dan sering terjadinya banjir di daerah Jawa Barat maka penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem prediksi debit aliran bulanan berbasis web. Platform berbasis web dipilih karena beberapa alasan yang terkait dengan aksesibilitas, kemudahan penggunaan, dan kemampuan untuk menjangkau audiens yang lebih luas [17]. Dengan jumlah pengguna internet yang terus meningkat, terutama di pulau Jawa, platform berbasis *web* dapat diakses oleh banyak orang tanpa memerlukan perangkat keras khusus, selain itu, platform berbasis web memungkinkan pengembang untuk dengan mudah memperbarui dan memelihara sistem, sehingga data dan informasi terbaru mengenai curah hujan dan debit aliran dapat diintegrasikan secara *real-time*. Alasan lainnya adalah pengembangan aplikasi berbasis web biasanya lebih hemat biaya dibandingkan dengan aplikasi mobile multi-platform (iOS dan Android), sehingga pengguna dari berbagai perangkat (desktop, tablet, *smartphone*) dapat mengakses aplikasi tanpa perlu mengunduh atau menginstal perangkat lunak tambahan [18]. Diharapkan sistem ini dapat membantu mengurangi dampak banjir dengan memberikan informasi prediksi debit yang akurat dan mudah diakses.

## 2. Metode Penelitian

Dalam pengembangan sistem prediksi debit aliran bulanan berbasis *web* ini, pendekatan yang digunakan adalah pendekatan rekayasa perangkat lunak yang melibatkan beberapa tahapan sistematis untuk merancang, mengembangkan, dan mengimplementasikan *system* [19]. Tahap awal dimulai dengan analisis kebutuhan untuk memahami spesifikasi sistem yang diinginkan, mencakup identifikasi kebutuhan pengguna, serta tujuan sistem. Selanjutnya adalah perancangan sistem, yang meliputi pembuatan arsitektur sistem, dan desain antarmuka pengguna. Dengan menggunakan data yang telah dikumpulkan, model regresi linier sederhana akan dikembangkan untuk menganalisis hubungan antara curah hujan dan debit aliran, yang menjadi inti dari sistem prediksi. Setelah model dikembangkan, sistem akan diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis web, dan diujikan untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan prediksi kuantitatif [20], [21].

Tahapan penelitian pada Gambar 1 memperlihatkan bahwa penelitian dilakukan melalui beberapa langkah. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari sumber sekunder, yaitu data curah hujan yang mencakup informasi mengenai curah hujan selama 10 tahun, dan laporan banjir dan tanah longsor yang mencakup catatan kejadian banjir dan tanah longsor yang terjadi di wilayah yang diteliti. Seluruh data ini diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dan Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Barat. Pengumpulan data dari sumber sekunder ini sangat penting untuk membangun model yang akurat dalam sistem prediksi debit aliran bulanan, karena data tersebut memberikan informasi historis yang diperlukan untuk analisis dan pemodelan.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

### 2.1. Perancangan Sistem

Pada tahap awal perancangan sistem, pembuatan *site map* menjadi langkah penting untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi utama yang ada dalam sistem. *Site map* ini membantu dalam memahami alur navigasi yang akan diikuti oleh *user* ketika mengakses sistem. Ketika *user* pertama kali mengakses sistem, mereka akan dihadapkan pada tampilan *Home* [22], [23]. Untuk mengakses *database* yang berisi data curah hujan dan debit aliran, *user* diharuskan melakukan *login* terlebih dahulu. Jika *user* belum memiliki akun, tersedia opsi untuk melakukan registrasi.

Setelah *login*, *user* akan diarahkan ke halaman *database*, di mana mereka dapat mencari data curah hujan dan debit aliran berdasarkan tahun dan lokasi stasiun pengukuran. Sebaliknya, untuk mengakses “menu perhitungan debit aliran”, *user* tidak perlu *login*. Pada menu ini, terdapat dua opsi perhitungan debit aliran melalui dua *webpage* berbeda, yaitu (1) Dari *Database*: Pada *webpage* ini, *user* dapat menghitung debit aliran menggunakan data yang tersedia langsung dari *database* sistem. (2) Dari *User*: *Webpage* ini memungkinkan *user* melakukan perhitungan debit aliran menggunakan data yang mereka input sendiri.

Sistem dirancang khusus untuk memberikan prediksi debit aliran dengan mengizinkan *user* untuk mengakses *database* setelah *login*, namun untuk melakukan prediksi debit aliran tidak diperlukan *login*. Tahapan perancangan sistem ini dimulai dengan pembentukan *Data Context Diagram* (DCD) dan *Data Flow Diagram* (DFD), yang menggambarkan alur proses dan hubungan antara komponen dalam *system* [24]. Perancangan ini bertujuan untuk menciptakan sistem yang mudah digunakan, baik dalam mengakses data maupun melakukan perhitungan debit aliran.

*Data Context Diagram* (DCD) memberikan gambaran umum mengenai kerangka sistem prediksi debit aliran bulanan. Diagram ini menunjukkan akses yang dimiliki oleh *user* dalam sistem, terutama dalam hal input data curah hujan dan debit aliran [25]. Pada Gambar 2, dijelaskan bahwa *user* dapat memasukkan data curah hujan dan debit aliran saat mengakses sistem. Setelah data tersebut diinput, sistem akan mengolahnya untuk menghasilkan prediksi debit aliran bulanan yang ditampilkan kepada *user*.

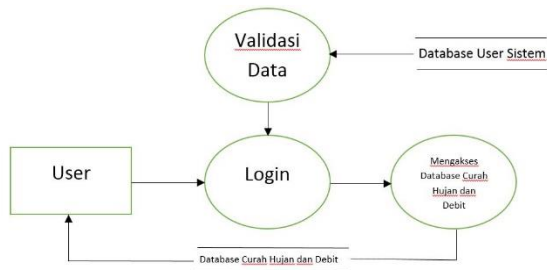


Gambar 2. Data Context Diagram Sistem yang Dirancang

*Data Flow Diagram* (DFD) adalah pengembangan lebih lanjut dari DCD yang menggambarkan proses-proses spesifik yang terjadi dalam *system* [25]. Dalam sistem prediksi debit aliran bulanan, terdapat beberapa jenis DFD, yaitu DFD untuk *database*, DFD untuk

perhitungan debit aliran dari input *user*, dan DFD untuk perhitungan debit aliran dari *database*.

Pada DFD *database* (Gambar 3), *user* harus melakukan *login* dengan memasukkan *username* dan *password* yang telah terdaftar. Setelah *login* berhasil, *user* dapat mengakses *database* debit aliran dan curah hujan yang dapat dicari berdasarkan stasiun dan tahun yang diinginkan. Sistem akan mencocokkan data *login user* dengan data yang telah tersimpan dalam *database* untuk memberikan akses tersebut.



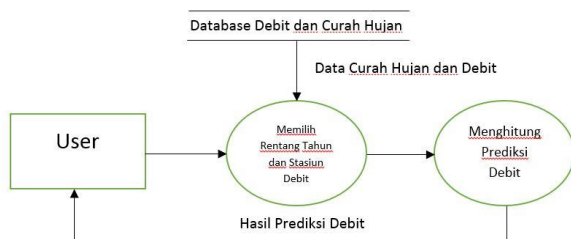
Gambar 3. Data Flow Diagram Proses Login

Sedangkan pada DFD prediksi debit aliran dari input *user* (Gambar 4), *user* mengisi data curah hujan dan debit aliran secara manual pada kolom yang disediakan. Setelah seluruh data terisi, sistem akan memproses data tersebut dan melakukan perhitungan debit aliran. Hasil perhitungan prediksi debit aliran kemudian akan ditampilkan kepada *user*.



Gambar 4. Data Fkiw Diagram Pengisian Data Secara Manual

Pada DFD prediksi debit aliran dari *database* (Gambar 5), sistem mengambil data curah hujan dan debit aliran yang sudah tersimpan dalam *database*. *User* dapat menghitung prediksi debit aliran berdasarkan data dari stasiun tertentu pada Daerah Aliran Sungai (DAS). Setelah proses perhitungan selesai, sistem akan menampilkan hasil prediksi debit aliran kepada *user*.



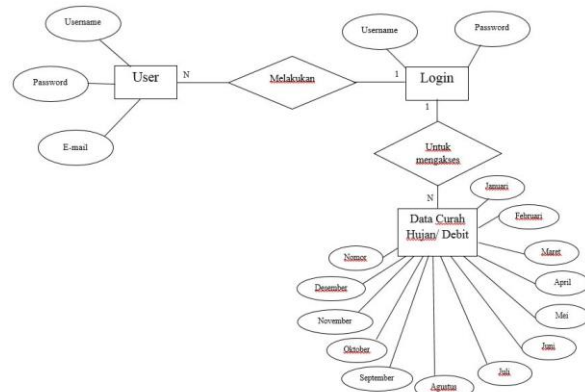
Gambar 5. Data Flow Diagram Prediksi Debit Aliran

## 2.2. Entity Relationship Diagram (ERD)

*Entity Relationship Diagram* (ERD) adalah teknik pemodelan data yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara entitas dalam system [26]. Dalam sistem prediksi debit aliran ini, ERD membantu menggambarkan hubungan antara *user*, data

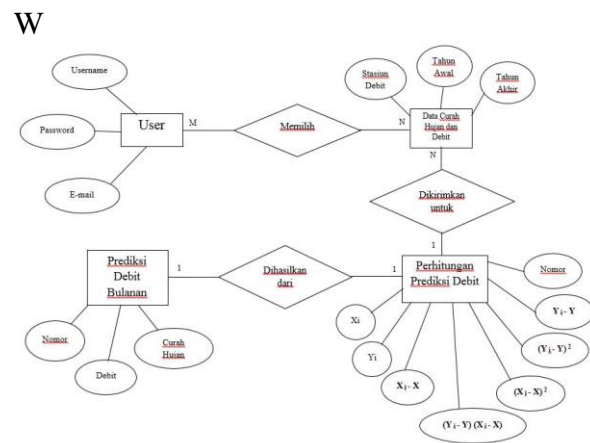
curah hujan, debit aliran, serta proses perhitungan prediksi debit aliran.

Pada ERD *database* (Gambar 6), entitas *user* memiliki atribut seperti *username*, *password*, dan e-mail. Atribut ini digunakan saat proses *login*, dan setelah *login* berhasil, *user* dapat mengakses data curah hujan dan debit aliran yang memiliki atribut bulan dan nomor.



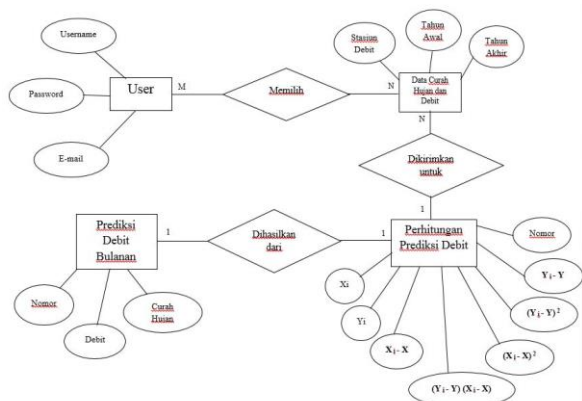
Gambar 6. Relasi User dengan Akun

Pada ERD proses perhitungan debit aliran dari *database* (Gambar 7), *user* memilih stasiun debit aliran, tahun awal, dan tahun akhir dari entitas data curah hujan dan debit aliran. Data ini kemudian digunakan untuk melakukan perhitungan prediksi debit aliran, dengan atribut-atribut statistik seperti  $X_i$  dan  $Y_i$ . Hasil dari perhitungan ini akan membentuk entitas prediksi debit aliran bulanan, yang memiliki atribut data debit aliran, data curah hujan, dan nomor.



Gambar 7. Relasi antara User dengan Sistem Prediksi

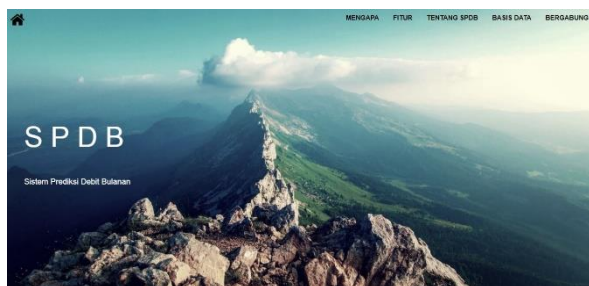
Proses yang terjadi pada ERD perhitungan debit aliran dari input *user* (Gambar 8) serupa dengan proses perhitungan dari *database*, namun perbedaannya adalah data debit aliran dan curah hujan diinput langsung oleh *user*, bukan diambil dari *database*. Data yang diinput tersebut kemudian digunakan untuk melakukan perhitungan prediksi debit aliran, dan hasil prediksinya ditampilkan dalam entitas prediksi debit aliran bulanan.



Gambar 8. Relasi antara User dengan Perhitungan Debit Aliran

### 3. Hasil dan Pembahasan

Akses sistem prediksi debit aliran bulanan akan menampilkan halaman *Home* (Gambar 9), yang mengizinkan *user* untuk melakukan *login* dengan memasukkan *username* dan *password* yang sudah terdaftar. Jika *username* atau *password* yang dimasukkan tidak sesuai, *user* akan tetap berada pada halaman *login*. *User* yang belum terdaftar dapat membuat akun baru dengan mengakses menu bergabung. Setelah berhasil *login*, halaman beranda akan ditampilkan sebagai tanda bahwa *user* telah berhasil mengakses sistem. Pada pojok kiri atas halaman, akan terlihat keterangan *username* yang sedang aktif, dan *user* dapat keluar dari sistem dengan mengklik menu keluar di pojok kanan atas.



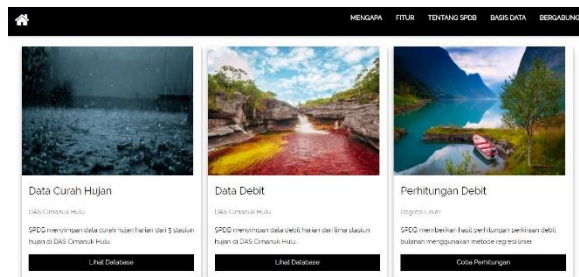
Gambar 9. Halaman Home Sistem Prediksi

#### 3.1. Menu *Database* Curah Hujan dan Debit Aliran

Menu ini dapat diakses setelah *login* dengan membuka menu fitur yang terletak di kanan atas halaman sistem. Tampilan menu ini terdiri dari beberapa pilihan, yaitu data curah hujan, data debit aliran, dan perhitungan debit aliran. Untuk mengakses *database*, *user* harus terlebih dahulu *login* dengan memasukkan *username* dan *password*. Jika *user* lupa *password*, sistem menyediakan fitur untuk mendapatkan *password* baru dengan memasukkan *username*. Sistem kemudian akan mengirimkan *password* baru ke email yang terdaftar. Jika *user* belum memiliki akun, mereka dapat melakukan registrasi pada halaman *login*.

Setelah *login* berhasil, *user* akan diarahkan ke halaman *database* curah hujan (Gambar 10). Di halaman ini, *user* dapat mencari data curah hujan berdasarkan stasiun curah hujan pada Daerah Aliran Sungai (DAS)

dan memilih tahun yang diinginkan. Dari halaman ini, *user* juga dapat mengakses *database* debit aliran, yang memiliki tampilan serupa dengan pilihan stasiun debit aliran dan tahun. Saat mencari data, *user* akan melihat tabel yang menampilkan data curah hujan dari stasiun dan tahun yang dipilih, serta peta kecil yang menunjukkan lokasi stasiun tersebut.



Gambar 10. Menu Dashboard User Setelah Login

#### 3.2. Menu Prediksi Debit Aliran

Menu perhitungan prediksi debit aliran yang terlihat pada Gambar 11 juga tersedia di menu fitur, di bagian kanan atas halaman sistem. Menu ini memiliki dua sub-menu: perhitungan debit aliran dari input *user* dan perhitungan debit aliran dari *database*.



Gambar 11. Menu perhitungan prediksi debit aliran

Pada sub-menu “perhitungan debit aliran dari *user*” (Gambar 12), *user* akan diminta untuk mengisi data curah hujan dan debit aliran secara manual di semua kolom yang disediakan. Setelah semua kolom terisi, *user* dapat menekan tombol “hitung debit”, dan sistem akan memproses prediksi debit aliran berdasarkan data yang diinputkan.



Gambar 12. Halaman Perhitungan Debit Aliran

Pada sub-menu “perhitungan debit aliran dari *database*” (Gambar 13), sistem menggunakan data yang sudah tersimpan dalam *database* curah hujan dan debit aliran.



Gambar 13. Perhitungan Debit Aliran Dari Database

### 3.3. Database Sistem

Sistem prediksi debit aliran bulanan memiliki *database* yang berfungsi untuk menyimpan berbagai data penting seperti curah hujan, debit aliran, dan hasil perhitungan prediksi debit aliran. Struktur *database* ini terdiri dari beberapa tabel, masing-masing dengan fungsinya yang spesifik. Fungsi dari setiap tabel dijelaskan pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Database Sistem Prediksi Debit Aliran Bulanan

Database	Tabel	Fungsi
rainfall_discharge	user	Untuk menyimpan username, email, dan password user sistem.
	ch_(nama stasiun)(tahun)	Untuk menyimpan data curah hujan sesuai nama stasiun dan tahunnya.
	db_(nama stasiun)(tahun)	Untuk menyimpan data debit aliran sesuai nama stasiun dan tahunnya.
	tabel_inputuser	Untuk menyimpan data curah hujan dan debit aliran hasil input user.
	tabel_akhir	Untuk menyimpan data perhitungan debit aliran yang selanjutnya ditampilkan kepada user.

Tabel *user* digunakan untuk menyimpan informasi terkait *user* yang terdaftar dalam sistem. Tabel ini berperan penting saat *user* melakukan proses registrasi maupun *login*. Pada tabel ini tersimpan informasi penting seperti email, *username*, dan *password* dari masing-masing *user*. Jika *user* lupa *password*, sistem akan mengirimkan *password* baru ke email yang telah didaftarkan. Keamanan data *user* dijamin dengan enkripsi *password* menggunakan algoritma hash MD5, sehingga meningkatkan proteksi terhadap data yang disimpan dalam sistem.

Tabel *ch\_(nama stasiun)(tahun)* digunakan untuk menyimpan data curah hujan yang diambil dari berbagai stasiun pengamatan. Setiap tabel memiliki format penamaan yang sesuai dengan nama stasiun dan tahun pengamatan. Sistem ini memiliki data curah hujan dari lima stasiun berbeda selama sepuluh tahun, sehingga terdapat total 50 tabel curah hujan. Setiap tabel terdiri dari 13 kolom yang mencakup nomor (1-31 sebagai representasi hari dalam satu bulan) dan 12 nama bulan dalam satu tahun.

Tabel *db\_(nama stasiun)(tahun)* berfungsi menyimpan data debit aliran dari stasiun tertentu. Sistem ini

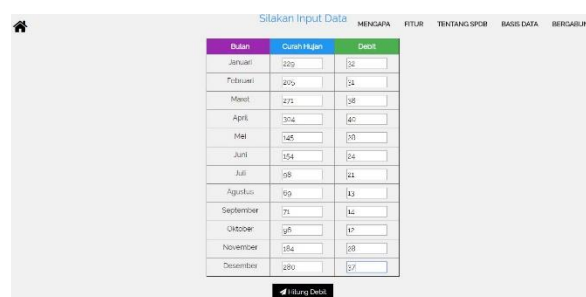
menyimpan data debit aliran dari beberapa stasiun selama sepuluh tahun, menghasilkan total 60 tabel debit aliran. Sama seperti tabel curah hujan, tabel debit aliran memiliki 13 kolom yang terdiri dari nomor dan nama bulan, di mana nomor tersebut mewakili hari dalam satu bulan.

Tabel *tabel\_inputuser* menyimpan data hasil input *user* berupa curah hujan dan debit aliran yang akan digunakan untuk perhitungan debit aliran berdasarkan input langsung dari *user*. Setelah data ini diproses, sistem akan meneruskan informasi ke *tabel\_akhir* untuk melanjutkan perhitungan prediksi debit aliran. Setelah data dipindahkan, tabel ini secara otomatis dikosongkan oleh sistem, sehingga siap untuk menerima input baru dari *user* pada perhitungan berikutnya. Tabel ini terdiri dari tiga kolom, yaitu nomor (yang menunjukkan urutan bulan dari 1-12), curah hujan, dan debit aliran.

Tabel *tabel\_akhir* digunakan untuk menyimpan data perhitungan debit aliran yang nantinya akan ditampilkan kepada *user* sebagai hasil akhir. Setelah perhitungan selesai, data di tabel ini juga akan dihapus oleh sistem untuk digunakan pada perhitungan selanjutnya. Tabel ini memiliki beberapa kolom penting untuk mendukung perhitungan regresi linier sederhana, antara lain nomor,  $X_i$ ,  $Y_i$ ,  $X_i - X$ ,  $Y_i - Y$ ,  $(X_i - X)^2$ ,  $(Y_i - Y)^2$ , dan  $(Y_i - Y)(X_i - X)$ . Data dari kolom-kolom ini digunakan untuk menghitung nilai korelasi  $R$ , koefisien determinasi  $R^2$ , serta persamaan regresi yang nantinya dipakai untuk memprediksi debit aliran.

### 3.4. Evaluasi Sistem

Sistem prediksi debit aliran bulanan telah diuji beberapa kali dengan membandingkan hasil perhitungan dari sistem dengan hasil perhitungan manual. Pengujian dilakukan pada fitur perhitungan debit aliran yang menggunakan data input dari *user*. Gambar 14 menunjukkan bagaimana *user* menginput data curah hujan dan debit aliran yang digunakan untuk perhitungan.



Gambar 14. Input User untuk Perhitungan Debit Aliran

Data ini diinput sebanyak 12 kali, merepresentasikan data bulanan dari curah hujan dan debit aliran yang kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan manual. Setelah input selesai, sistem menampilkan tabel perhitungan akhir yang mencakup data penting untuk perhitungan regresi, koefisien korelasi ( $R$ ), dan koefisien determinasi ( $R^2$ ). Seperti yang terlihat pada Gambar 15, hasil perhitungan sistem menampilkan

batas dua angka di belakang koma, baik untuk nilai rata-rata maupun perhitungan lainnya seperti  $(X_i - X)$ ,  $(Y_i - Y)^2$ , dan  $(Y_i - Y)(X_i - X)$ .

No	$X_i$	$Y_i$	$X_i - X$	$Y_i - Y$	$(X_i - X)^2$	$(Y_i - Y)^2$	$(Y_i - Y)(X_i - X)$
1	240	32	53.5	5.5	2862.25	30.25	494.25
2	205	31	49.5	5.5	2450.25	30.25	332.75
3	271	38	95.5	11.5	9120.25	132.25	1098.25
4	304	40	128.5	13.5	16512.25	182.25	1734.75
5	145	28	-30.5	1.5	930.25	2.25	-45.75
6	154	24	-21.5	-2.5	462.25	6.25	53.75
7	98	21	-77.5	-5.5	6006.25	30.25	426.25
8	159	33	-109.5	-13.5	11990.25	182.25	1437.75
9	71	14	-104.5	-12.5	10920.25	156.25	1306.25
10	96	12	-79.5	-14.5	6320.25	210.25	1152.75
11	184	28	8.5	1.5	72.25	2.25	12.75
12	280	37	104.5	10.5	10920.25	110.25	1097.25
Jumlah	2205.00	280.00	0.00	0.00	76339.00	1065.00	8701.00
Rata-rata	183.75	23.33					

Gambar 15. Tabel Hasil Perhitungan Debit Aliran dari User

Perhitungan manual pada Gambar 16 menunjukkan nilai R yang didapat adalah 0.96499 dan  $R^2$  sebesar 0.9312, dengan persamaan regresi  $y = 0.113978x + 6.496784$ . Tidak adanya batas angka desimal pada hasil perhitungan manual bertujuan untuk menjaga akurasi perhitungan, berbeda dengan hasil sistem yang membatasi hingga dua angka di belakang koma.

no	$X_i$	$Y_i$	$X_i - X$	$Y_i - Y$	$(X_i - X)^2$	$(Y_i - Y)^2$	$(Y_i - Y)(X_i - X)$
1	229	32	53.5	5.5	2862.25	30.25	294.25
2	205	31	29.5	4.5	870.25	20.25	132.75
3	271	38	95.5	11.5	9120.25	132.25	1098.25
4	304	40	128.5	13.5	16512.25	182.25	1734.75
5	145	28	-30.5	1.5	930.25	2.25	-45.75
6	154	24	-21.5	-2.5	462.25	6.25	53.75
7	98	21	-77.5	-5.5	6006.25	30.25	426.25
8	69	13	-106.5	-13.5	11342.25	182.25	1437.75
9	71	14	-104.5	-12.5	10920.25	156.25	1306.25
10	96	12	-79.5	-14.5	6320.25	210.25	1152.75
11	184	28	8.5	1.5	72.25	2.25	12.75
12	280	37	104.5	10.5	10920.25	110.25	1097.25
Jumlah	2106	318	0	0	76339	1065	8701
Rata-Rata	175.5	26.5					
R	0.964999						
$R^2$	0.9312						
$\sigma_y/\sigma_x$	0.11811			20.0032			
$R \cdot (\sigma_y/\sigma_x)$	0.11398			6.49678			
$Y = 175.5 + 0.113978(X - 175.5)$							
$Y = 0.113978x + 6.496784$							

Gambar 16. Hasil Perhitungan Manual

Perhitungan menggunakan sistem prediksi (Gambar 17) menghasilkan nilai koefisien korelasi R sebesar 0.96 dan  $R^2$  sebesar 0.93, dengan persamaan regresi  $y = 0.11x + 6.50$ . Meskipun sistem menampilkan hasil dengan batas dua angka di belakang koma, hal ini tidak mempengaruhi akurasi perhitungan, karena pembatasan tersebut hanya untuk mempermudah pembacaan oleh *user*.

Konstanta  $a$  dan koefisien kemiringan  $b$  pada persamaan regresi linier  $Y = a + bX$  dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$b = \frac{\sum (X_i - X)(Y_i - Y)}{\sum (X_i - X)^2}$$

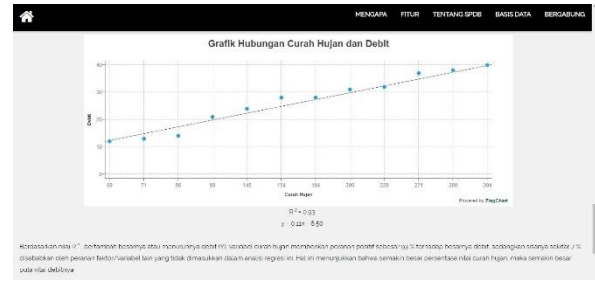
$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

Nilai  $R$  dan  $R^2$  menunjukkan seberapa baik data yang dimasukkan dalam analisis regresi linier ini menunjukkan bahwa semakin besar persentase nilai curah hujan, maka semakin besar pula nilai debitnya.

Gambar 17. Hasil Lanjutan Perhitungan Debit Aliran di Web

Ketika dibandingkan dengan perhitungan manual, tidak ada perbedaan yang signifikan antara data hasil perhitungan dari website dengan perhitungan manual. Grafik pada Gambar 18 menunjukkan bahwa prediksi sistem telah sesuai dengan perhitungan manual, membuktikan akurasi dari sistem prediksi debit aliran ini. Namun, kelemahan sistem ini adalah ketidakmampuannya memberikan rekomendasi kepada

*user* terkait langkah mitigasi banjir. Sistem hanya mampu menampilkan prediksi debit aliran berdasarkan data curah hujan.



Gambar 18. Grafik Hubungan Curah Hujan dan Debit Aliran

Sistem ini juga menampilkan hasil prediksi debit aliran bulanan berdasarkan kalkulasi regresi yang telah dilakukan sebelumnya seperti terlihat pada Gambar 19. Nilai debit aliran diperoleh dengan mensubstitusikan nilai curah hujan ke dalam persamaan regresi  $y = 0.11x + 6.5$ . Sebagai contoh, 10 mm curah hujan menghasilkan debit aliran sebesar 7.6  $m^3/s$ , dan 190 mm curah hujan menghasilkan debit aliran sebesar 27.4  $m^3/s$ .

No	Curah Hujan	Debit
1	30	7.6
2	30	9.8
3	50	12
4	70	14.2
5	90	16.4
6	110	18.6
7	130	20.8
8	150	23
9	170	25.2
10	190	27.4

Gambar 19. Hasil Prediksi Debit Aliran dari Sistem

Dari hasil pengukuran dan prediksi, terlihat pada Tabel 2 dan Gambar 20 bahwa perbedaan terkecil antara nilai  $Q$  ukur dan  $Q$  hitung terjadi pada stasiun A, sedangkan perbedaan terbesar pada stasiun D. Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang tinggi, sebesar 0.91, menunjukkan akurasi prediksi yang baik, walaupun masih ada perbedaan yang diakibatkan oleh variabel lain yang tidak diperhitungkan dalam model regresi.

Tabel 2. Perbandingan Nilai Pengukuran Debit Aliran

Lokasi	$Q$ Ukur ( $m^3/s$ )	$Q$ Hitung ( $m^3/s$ )
A	2.46	3.37
B	3.01	4.49
C	4.14	11.96
D	5.29	19.79
E	4.85	12.26

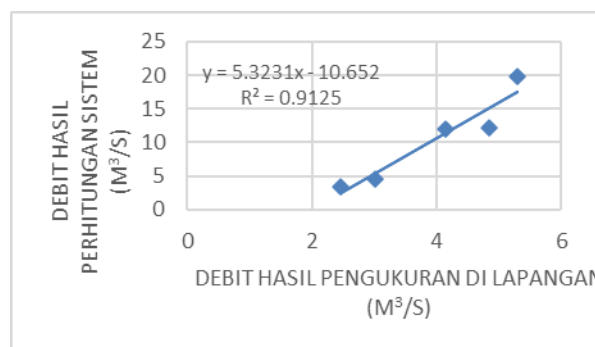
Stasiun A menunjukkan perbedaan terkecil antara debit aliran yang terukur dan yang dihitung, yang disebabkan oleh kondisi topografi yang relatif datar dan homogen, yang memungkinkan model regresi linier untuk memberikan prediksi yang lebih akurat. Selain itu, pola curah hujan yang lebih konsisten meminimalkan variabilitas dalam debit aliran. Stasiun B menunjukkan perbedaan yang lebih besar dibandingkan Stasiun A. Variasi ini bisa disebabkan oleh adanya faktor eksternal seperti perubahan penggunaan lahan atau drainase yang

mempengaruhi aliran air. Selain itu, kontribusi pola curah hujan yang tidak merata berpengaruh. Perbedaan yang signifikan pada Stasiun C menunjukkan bahwa faktor-faktor lain, seperti perubahan topografi, keberadaan vegetasi, atau infrastruktur mungkin berperan besar.

Stasiun D memiliki perbedaan terbesar antara debit aliran yang terukur dan yang dihitung. Ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor:

- Kondisi Topografi: Terdapat kemiringan yang curam di sekitar stasiun D, yang dapat mempercepat aliran air dan menyebabkan debit aliran yang lebih tinggi dari yang diprediksi.
- Variasi Curah Hujan: Jika stasiun ini mengalami curah hujan yang lebih tinggi atau lebih intens dalam periode pengukuran dibandingkan dengan data historis yang digunakan, hal ini dapat menghasilkan debit aliran yang jauh lebih besar.
- Pengaruh Lingkungan: Keberadaan bendungan, saluran drainase, atau perubahan penggunaan lahan di sekitar stasiun D dapat secara signifikan mempengaruhi aliran air, menyebabkan perbedaan yang besar antara nilai yang terukur dan yang dihitung.

Stasiun E juga menunjukkan perbedaan yang signifikan. Seperti pada Stasiun C, faktor-faktor seperti pola curah hujan yang tidak konsisten dan perubahan topografi lokal dapat berkontribusi pada hasil yang kurang akurat.



Gambar 20. Perbandingan Debit Aliran Pengukuran dengan Perhitungan

Secara keseluruhan, sistem ini memberikan hasil prediksi debit aliran yang cukup akurat dan mendekati data nyata di lapangan. *Groundcheck* juga dilakukan untuk memverifikasi hasil prediksi sistem dengan kondisi lapangan sebenarnya.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem prediksi debit aliran bulanan telah berhasil dikembangkan dan dapat diakses oleh *user* untuk melakukan prediksi debit aliran di beberapa stasiun. Sistem ini mampu menghasilkan prediksi debit aliran untuk stasiun-stasiun pada Daerah Aliran Sungai, dengan hasil prediksi debit aliran berturut-turut sebesar 3.37 m<sup>3</sup>/s pada stasiun A, 4.49 m<sup>3</sup>/s pada stasiun B, 11.96 m<sup>3</sup>/s pada stasiun C, 19.79 m<sup>3</sup>/s pada stasiun D,

dan 12.26 m<sup>3</sup>/s pada stasiun E. Meskipun sistem ini telah berfungsi dengan baik, terdapat beberapa saran yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan performa prediksi. Pertama, diperlukan penambahan menu untuk memperbarui dan menambah data curah hujan serta debit aliran pada *database* sistem. Hal ini penting untuk memastikan data yang digunakan selalu *up-to-date* dan representatif. Kedua, penambahan variabel bebas dalam model prediksi diharapkan dapat meningkatkan akurasi hasil prediksi debit aliran, sehingga hasil yang diperoleh lebih mendekati kondisi nyata di lapangan. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini dapat menjadi alat yang lebih andal dalam memprediksi debit aliran bulanan.

#### Daftar Rujukan

- [1] G. U. Tariska Shofia Hazimah, "Evaluasi Kebijakan Penanggulangan Bencana Banjir di Kecamatan Rancaekek," *Eval. Kebijak. Penanggulangan Bencana Banjir di Kec. Rancaekek*, vol. 01, pp. 2023–2024, 2023.
- [2] D. Rahma and F. Yulianti, "Kesiapsiagaan Masyarakat dalam Menghadapi Bencana Banjir di Gampong Cot Bayu Kecamatan Trumon Tengah Kabupaten Aceh Selatan," *J. Pendidik. Geos.*, vol. V, no. 2, pp. 22–31, 2020.
- [3] C. J. Tiwery and A. D. Tiven, "Kajian Kapasitas Tampung Sungai Wai Batu Gajah Terhadap Debit Banjir Maksimum," *Manumata J. Ilmu Tek.*, vol. 3, no. 1, pp. 34–42, 2017, doi: <https://doi.org/10.51135/manumatav3i1p34-42>.
- [4] E. Garau, M. Torralba, and J. Pueyo-Ros, "What is a river basin? Assessing and understanding the sociocultural mental constructs of landscapes from different stakeholders across a river basin," *Landsc. Urban Plan.*, vol. 214, p. 104192, Oct. 2021, doi: [10.1016/j.landurbplan.2021.104192](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104192).
- [5] I'annah, H. Kartodihardjo, J. J. Purwanto, and K. Murti Laksono, "Urban Water Governance Through the Watershed Spatial Institutional Approach," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 477, no. 1, p. 012025, Mar. 2020, doi: [10.1088/1755-1315/477/1/012025](https://doi.org/10.1088/1755-1315/477/1/012025).
- [6] H. A. Sudibiyakto, U. G. M. Press, and G. M. U. Press, *Manajemen Bencana di Indonesia ke Mana? Gajah Mada University Press*, 2018. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=tbtTDwAAQBAJ>
- [7] B. Merz et al., "Causes, impacts and patterns of disastrous river floods," *Nat. Rev. Earth Environ.*, vol. 2, no. 9, pp. 592–609, 2021, doi: [10.1038/s43017-021-00195-3](https://doi.org/10.1038/s43017-021-00195-3).
- [8] R. M. Widayati and U. Lasminto, "Numerical rainfall-runoff model of Cimanuk Watershed before and after the operation of Jatigede Reservoir," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 930, no. 1, p. 012072, Sep. 2020, doi: [10.1088/1757-899X/930/1/012072](https://doi.org/10.1088/1757-899X/930/1/012072).
- [9] S. M. Yusuf, A. K. Wijayanto, and N. F. Sudrajat, "Soil erosion prediction using GeoWEPP model in Cimanuk Hulu sub-watershed," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 950, no. 1, p. 012105, Jan. 2022, doi: [10.1088/1755-1315/950/1/012105](https://doi.org/10.1088/1755-1315/950/1/012105).
- [10] D. F. Welkis, D. Harisuseno, and S. Wahyuni, "Pemodelan Debit dengan Data Curah Hujan dari Rain Gauges dan Data TRMM pada DAS Temef di Pulau Timor - NTT," *J. Tek. Sumber Daya Air*, vol. 2, no. 1, pp. 35–46, Jul. 2022, doi: [10.56860/jtsda.v2i1.30](https://doi.org/10.56860/jtsda.v2i1.30).
- [11] I. Ardiansah, R. G. Calibra, N. Bafdal, A. Bono, E. Suryadi, and S. Nurhasanah, "An IoT-Enabled Design for Real-Time Water Quality Monitoring and Control of Greenhouse Irrigation Systems," *INMATEH Agric. Eng.*, pp. 417–426, Apr. 2023, doi: [10.35633/inmateh-69-39](https://doi.org/10.35633/inmateh-69-39).
- [12] R. Gunawan, S. Aulia, H. Supeno, A. Wijanarko, J. P. Uwiringiyimana, and D. Mahayana, "Adiksi Media Sosial dan Gadget bagi Pengguna Internet di Indonesia," *TECHNO-SOCIO Ekon.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–14, Apr. 2021, doi: [10.32897/techno.2021.14.1.544](https://doi.org/10.32897/techno.2021.14.1.544).
- [13] B. T. Pham et al., "Development of advanced artificial intelligence models for daily rainfall prediction," *Atmos. Res.*,



- vol. 237, p. 104845, Jun. 2020, doi: 10.1016/j.atmosres.2020.104845.
- [14] R. Bin Mostafiz, R. V. Rohli, C. J. Friedland, and Y.-C. Lee, "Actionable Information in Flood Risk Communications and the Potential for New Web-Based Tools for Long-Term Planning for Individuals and Community," *Front. Earth Sci.*, vol. 10, Feb. 2022, doi: 10.3389/feart.2022.840250.
- [15] W. Alsabhan and B. Dudin, "Real-Time Flood Forecasting and Warning: A Comprehensive Approach toward HCI-Centric Mobile App Development," *Multimodal Technol. Interact.*, vol. 7, no. 5, 2023, doi: 10.3390/mti7050044.
- [16] A. Uniqbu, M. F. Sangadji, and A. Abdullah, "Laju Aliran Permukaan dan Erosi Terhadap Penggunaan Lahan Di Desa Batuboy Kabupaten Buru," *Agritrop J. Ilmu-Ilmu Pertan. (Journal Agric. Sci.)*, vol. 19, no. 1, pp. 59–66, Aug. 2021, doi: 10.32528/agritrop.v19i1.4333.
- [17] J. Andry and M. Stefanus, "Pengembangan Aplikasi E-learning Berbasis Web Menggunakan Model Waterfall Pada SMK Strada 2 Jakarta," *J. FASILKOM*, vol. 10, no. 1, pp. 1–10, Apr. 2020, doi: 10.37859/jf.v10i1.1878.
- [18] G. E. Aniegwu, M. O. Onyesolu, I. E. Onyenwe, and D. Ugoh, "A Web-Based Parent-Teacher Collaborative System for Monitoring Students' Academic Performances in Nigerian Schools," *OALib*, vol. 09, no. 06, pp. 1–16, 2022, doi: 10.4236/oalib.1108764.
- [19] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill Education, 2019. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=qNIGxAECAAJ>
- [20] I. Ardiansah, E. Anugrah, I. Setiawan, and Z. Zaida, "IMPLEMENTASI PERANGKAT OTOMASI PADA BROODER LISTRIK AYAM SENTUL DENGAN INFORMASI BERBASIS PUSH NOTIFICATIONS," *J. Teknol. Informasi, Komputer, dan Apl. (JTIKA)*, vol. 5, no. 2, pp. 183–193, Sep. 2023, doi: 10.29303/jtika.v5i2.259.
- [21] O. Oka and F. Sandy, "Korelasi Curah Hujan Dan Luas Tutupan Hutanterhadap Debit Aliran Sungai sub Das Konto ( 19962005 )," no. 19962005, p. 19962005, 2006.
- [22] N. W. Kim, S. C. Joyner, A. Riegelhuth, and Y. Kim, "Accessible Visualization: Design Space, Opportunities, and Challenges," *Comput. Graph. Forum*, vol. 40, no. 3, pp. 173–188, Jun. 2021, doi: 10.1111/cgf.14298.
- [23] S. A. Santosa, T. Amelia, and A. P. Wardhanie, "Perancangan Ulang Website Sekolah untuk Meningkatkan Faktor Learnability dan Memorability," *JRST (Jurnal Ris. Sains dan Teknol.)*, vol. 8, no. 1, p. 97, Apr. 2024, doi: 10.30595/jrst.v8i1.18916.
- [24] A. R. Pabara and J. R. Batmetan, "Data Flow Design of System Sales Beverage Products for Small Medium Enterprises," *Int. J. Inf. Technol. Educ.*, vol. 1, no. 3, pp. 90–97, Jul. 2022, doi: 10.62711/ijite.v1i3.62.
- [25] J. Azizi and S. M. K. Rahmani, "Analysis of the Data Flow Diagram in the Market of Agricultural Products," *SSRN Electron. J.*, 2024, doi: 10.2139/ssrn.4825687.
- [26] Rizki Ridwan, Nunu Kustian, and Erlin Windia Ambarsari, "PERAN DATA STORE DALAM MEMPRESENTASIKAN HUBUNGAN DATA FLOW DIAGRAM SSADM DENGAN ENTITY RELATIONSHIP DIAGRAM," *J. Ilm. Tek. Mesin, Elektro dan Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 83–90, Jul. 2022, doi: 10.51903/juritekn.v2i2.412.