

Implementasi Algoritma D8 untuk Pencarian Titik Terendah pada Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS)

Hafsah Nirwana¹⁾, Ahmad Afrisal²⁾, Nurul Inayah³⁾, Ulfa Maulidia⁴⁾, Nurmadinah⁵⁾

^{1,2,3,4} Fakultas Teknik, Prodi Teknik Informatika, Universitas Sulawesi Barat

⁵ Fakultas Teknik, Prodi Teknik Informatika, Universitas Hasanuddin

¹hanir@poliupg.ac.id, ²ahmadafrisal2002@gmail.com, ³naya.mmj@gmail.com, ⁴ulfamaulidia11@gmail.com,

⁵nurmadinahxki1@gmail.com

Abstrak

Dengan mengetahui aliran air saat terjadinya hujan, maka potensi terjadinya genangan air atau banjir dapat diprediksi sejak dini. Hal ini memungkinkan pengambilan langkah atau antisipasi. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pemodelan arah aliran air permukaan dengan metode SFD dan untuk menentukan area terendah berdasarkan data ketinggian yang diperoleh dari DEMNAS dengan menggunakan Bahasa Pemrograman Java. Jenis penelitian ini merupakan perancangan sistem dalam bentuk pemodelan yang diawali dengan perumusan masalah, studi kepustakaan dan penelitian eksperimental dengan luaran aplikasi pemodelan dan simulasi aliran air permukaan dengan menerapkan algoritma D8 dalam pencarian alirannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi yang dibuat dapat memprediksi arah aliran air dan juga menampilkan area terendah pada data DEM berupa *sink*.

Keywords: DEMNAS, Single flow direction, Algoritma D8

I. PENDAHULUAN

Pemodelan aliran air digunakan untuk mengetahui perkiraan bagaimana air mengalir diatas permukaan tanah [1][2]. Salah satu manfaat dari mempelajari algoritma *water flow direction* yaitu untuk menentukan titik banjir, membuat drainase, membuat saluran DAS (Daerah Aliran Sungai) dan lain sebagainya [3][4][5]. Dengan mengetahui pergerakan air yang mengalir diatas permukaan bumi maka diharapkan dapat dilakukan upaya pencegahan sejak dini. Penentuan arah aliran air diatas permukaan tanah menjadi hal yang menarik untuk dikaji dimana dengan sifat air yang unik membuat penulis menjadi tertarik dalam mempelajarinya.

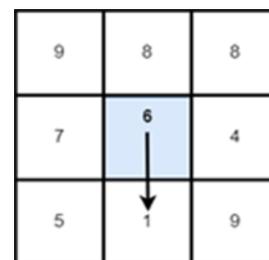
Dengan memanfaatkan peta *Digital Elevation Model Nasional* (DEMNAS) yang dimana data ini dapat memberikan kita informasi ketinggian permukaan tanah khususnya untuk wilayah Indonesia. Data DEMNAS inilah yang digunakan untuk proses simulasi aliran air pada aplikasi yang dibuat. Dengan adanya hal tersebut maka dipastikan akan ada titik dimana air akan tergenang atau biasa disebut dengan *sink* (keadaan air terjebak dalam area tertentu). Manfaat dari hasil pemetaan jalur air ini dapat berguna dalam pembuatan skema pembangunan wilayah perkotaan, perumahan, saluran irigasi, dan lain sebagainya [6].

Banyak para peneliti telah mengembangkan aplikasi terkait pemodelan aliran air dengan menggunakan bahasa pemrograman yang berbeda-beda. Pada penelitian ini penulis menggunakan bahasa pemrograman Java untuk membuat aplikasi pemetaan aliran air. Dalam aplikasi tersebut diterapkan ilmu komputer grafik untuk memberikan visualisasi aliran air yang mengalir diatas permukaan berdasarkan data DEMNAS yang digunakan.

II. KAJIAN LITERATUR

A. Water Flow Direction

Water Flow Direction method merupakan metode untuk menentukan pergerakan arah aliran air diatas permukaan tanah. Konsep kerja dari metode ini adalah dengan memanfaatkan peta *Digital Elevation Model* (DEM). Data DEM inilah yang kemudian digunakan untuk melakukan visualisasi arah aliran air dimana dengan mengambil informasi ketinggian permukaan dari suatu wilayah kemudian dikonversi menjadi arah aliran dengan menganut konsep air mengalir dari tempat tinggi ketempat yang lebih rendah [1].



Gambar 1. Konsep SFD

B. Digital Elevation Model Nasional

DEMNAS (*Digital Elevansi Nasional*) merupakan data DEM khusus menggambarkan bentuk permukaan bumi untuk wilayah Indonesia. Data tersebut merupakan kumpulan peta elevasi untuk wilayah Indonesia. Data tersebut dapat diakses melalui *link* berikut: <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/>. DEM Nasional dibangun dari beberapa sumber data meliputi data IFSAR (resolusi 5m), TERRASAR-X (resolusi 5m) dan ALOS PALSAR (resolusi 11.25m), dengan menambahkan data *Mass Point* hasil *stereoplotting*. Resolusi spasial DEMNAS

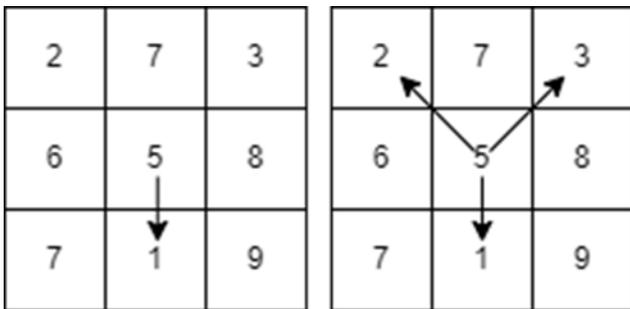
adalah 0.27-arcsecond , dengan menggunakan datum vertikal EGM2008 [7].

C. Bahasa Pemrograman Java

Java dikenal memiliki motto “Write Once, Run Anywhere”. Hal ini menunjukkan bahwa setiap kode program yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman Java, sehingga bisa langsung dijalankan pada platform berbeda-beda tanpa perlu menyusun ulang. Hal ini dikarenakan penulisan kode program Java biasanya disimpan dalam file berekstensi java. Dengan menggunakan *javac compiler*, maka akan memudahkan dalam menyusun file berekstensi java menjadi file berekstensi *class*. File berekstensi *class* inilah yang disebut sebagai bytecode dan bisa dijalankan di seluruh *Java Virtual Machine (JVM)* [9].

D. Single Flow Direction

Algoritma *water flow direction* terbagi menjadi dua berdasarkan prinsip arah aliran yaitu *single flow direction (SFD)* dan *multiple flow direction (MFD)* [1][5]. Adapun ilustrasi dari SFD dan MFD dapat dilihat pada gambar 2.

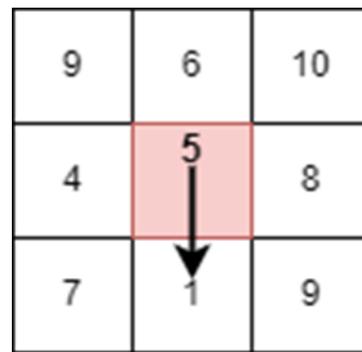


Gambar 2. Perbedaan SFD (kiri) dan MFD (kanan)

Gambar 2 merupakan hasil gambar dari konsep kerja metode SFD dan MFD. Pada metode SFD nilai *origin pixel* akan dibandingkan dengan keseluruhan piksel tetangga dan dipilih satu nilai yang paling kecil untuk selanjutnya dijadikan sebagai arah aliran. Sama halnya dengan SFD, MFD juga membandingkan nilai origin piksel dengan keseluruhan piksel tetangga yang dijadikan sebagai titik tinjauan, akan tetapi untuk memperoleh arah aliran selanjutnya, semua nilai piksel yang lebih kecil dari *origin pixel* akan dijadikan sebagai arah aliran. Hal tersebut memungkinkan terbentuknya lebih dari satu aliran pada metode MFD. Pada penelitian ini penulis fokus dalam penerapan metode pencarian SFD.

E. Algoritma D8

Algoritma D8 merupakan implementasi dari penerapan prinsip SFD. Pada dasarnya algoritma ini melibatkan 8-ketetanggaan piksel dengan menggunakan *window* berukuran 3×3 [6][9][10]. Adapun jarak sudut antara satu arah dengan arah yang lain sebesar 45 derajat, sehingga aliran hanya terbatas pada 8 arah aliran saja. Adapun Gambaran konsep algoritma D8 dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Konsep dari algoritma D8

III. METODE PENELITIAN

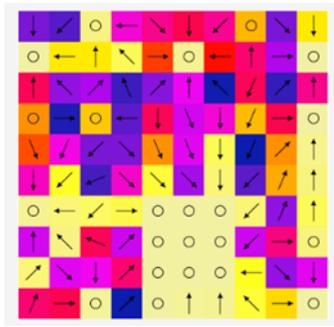
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Dimana dalam penelitian ini akan melakukan uji coba terhadap kinerja algoritma *water flow direction* yaitu algoritma D8 dalam pencarian aliran air diatas permukaan berdasarkan peta DEM. Adapun sumber data yang akan digunakan adalah data DEMNAS yang sebelumnya telah dikonversi menjadi data ketinggian menggunakan *software* pemetaan ArcGIS.

Pada penelitian ini mengeluarkan hasil aplikasi pemodelan aliran air yang dibuat menggunakan bahasa pemrograman Java. Untuk teknik pencarian *dataset* yang digunakan pada penelitian ini diambil dari peta DEMNAS yang dapat diakses melalui link berikut: <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/> [7]. Pemilihan wilayah yang akan dijadikan *dataset* penelitian adalah wilayah Kabupaten Majene, Provinsi Sulawesi Barat, Indonesia.

Pengambilan data pada penelitian ini diperoleh dari data spasial yang berasal dari DEMNAS. Dimana data yang diambil dari DEMNAS dilakukan kriteria pemilihan data. Selesai pengambilan data dari DEMNAS maka tahapan selanjutnya yang penulis lakukan adalah mengolah data tersebut menggunakan aplikasi ArcGIS 8.0, penggunaan aplikasi ArcGIS pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai ketinggian permukaan tanah dari pengolahan citra DEMNAS.

Data yang diperoleh dari aplikasi ArcGIS adalah data ASCII yang dimana data ini berupa data bertipe numerik yang mempunyai informasi ketinggian dari suatu permukaan yang diarsir oleh peta digital yaitu DEM. Data inilah yang akan digunakan untuk proses pencarian aliran dan titik rendah dari sebuah permukaan tanah menggunakan algoritma D8 yang jadikan sebagai metode penyelesaian masalah pada penelitian ini yang berhubungan dengan penentuan arah aliran air permukaan.

Bagian berikutnya yaitu menggambarkan alur kerja dari pengujian aplikasi yang ditunjukkan pada gambar 1 dibawah.

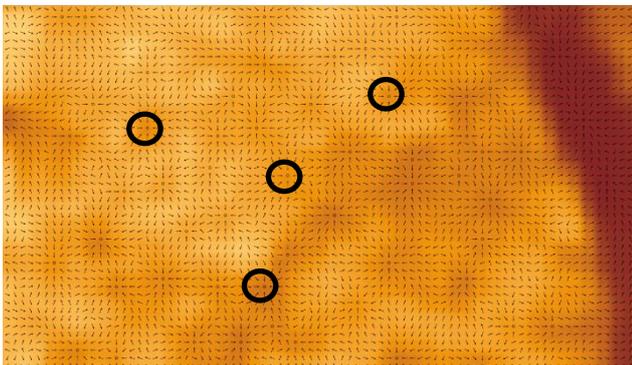


Gambar 7. Visualisasi Aliran Menggunakan D8

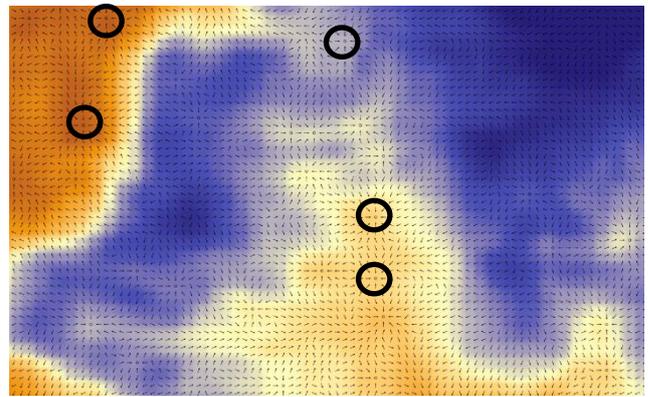
Pada gambar 7 diatas merupakan tampilan visualisasi arah aliran dari aplikasi yang penulis buat untuk menyelesaikan permasalahan pencarian aliran air menggunakan data DEMNAS. Pada aplikasi dapat kita lihat bahwa dibagian visualisasi terdapat gambar kotak-kotak yang dimana divisualisasikan sebagai piksel gambar. Gambar 7 merupakan hasil visualisasi arah aliran yang telah dibuat sebelumnya menggunakan arah yang dibentuk dari D8 yang merepresentasikan 8 arah aliran. *Background* yang digunakan pada gambar tersebut merupakan gambaran citra sedangkan arah tersebut merupakan visualisasi aliran menggunakan metode SFD dengan konsep semua piksel memiliki satu aliran yang ditentukan berdasarkan nilai piksel (nilai ketinggian) yang paling kecil dari *pixel origin*.

C. Pengujian Sistem Dengan Skala Data Besar

Untuk melihat kinerja aplikasi tersebut maka penulis juga melakukan proses validasi hasil menggunakan data besar. Adapun hasil dari algoritma D8 menggunakan data skala besar ini ditunjukkan pada gambar 8 dan 9. Pada gambar tersebut ditandai lingkaran warna hitam yang merupakan penanda area permukaan terendah dari data DEMNAS yang diujikan.



Gambar 8. Pengujian Data 1



Gambar 9. Pengujian data 2

D. Pengujian Blacbox

Untuk memastikan bahwa aplikasi yang penulis buat ini berjalan dengan baik, maka penulis menggunakan pengujian *black box sistem* untuk melihat kinerja dari fitur aplikasi yang penulis buat. Adapun hasil pengujian *black box* dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian *Black Box*

No	Item	Hasil Yang Diharapkan	Output	Validasi
1	Input Data 1	Menampilkan Data pada <i>Text Area</i>	Berhasil Menampilkan Data	<i>Valid</i>
2	Menampilkan Hasil <i>Direction</i> Dalam Bentuk Angka	Menampilkan Arah Aliran Air Dalam Bentuk <i>Digital</i>	Berhasil Menampilkan Data Dalam Bentuk Angka	<i>Valid</i>
3	Visualisasi	Menampilkan Data Aliran Dalam Bentuk Angka Menjadi Gambar	Berhasil Menampilkan Data Dalam Bentuk Gambar	<i>Valid</i>

Dari pengujian *blackbox* ini kita dapat melihat bahwa seluruh pengujian menghasilkan luaran yang sesuai dengan harapan, dimana aplikasi yang penulis buat ini berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang diharapkan dalam penelitian ini. Pengujian aplikasi secara *black box* sendiri dimaksudkan untuk melihat bagaimana fitur-fitur termasuk tombol bekerja dengan baik sesuai dengan harapan dan juga dapat memvisualisasikan arah aliran di atas peta DEMNAS.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari keseluruhan pengujian didapatkan luaran yang baik. Dimana aplikasi yang dibuat pada penelitian ini dapat melakukan kinerja pemodelan aliran air menggunakan data DEMNAS. Kelebihan dari aplikasi yang dibuat pada penelitian ini yaitu dapat memberikan visualisasi aliran dan juga menentukan titik terendah yang dapat dijadikan informasi untuk wilayah yang berpotensi terjadinya genangan air atau banjir. Aplikasi ini bekerja dengan prinsip aliran air yang mengalir dari permukaan yang tinggi ke permukaan yang terendah.

Pada pengujian *blackbox* pada penelitian ini juga menghasilkan luaran pengujian yang memuaskan, dimana dari pengujian tersebut diketahui bahwa aplikasi sudah berjalan dengan baik dari segi fungsi dan fitur yang dibuat dalam aplikasi. Dengan adanya pengujian ini, maka disimpulkan bahwa aplikasi yang penulis buat dapat digunakan dengan baik sesuai dengan kinerja aplikasi *water flow direction* khususnya dalam penerapan algoritma D8. Pada penelitian berikutnya diharapkan dapat melakukan pengujian dengan melakukan validasi hasil pencarian titik terendah yang didapatkan menggunakan algoritma D8.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Fakultas Teknik Universitas Sulawesi Barat yang selalu memberikan support dalam penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- [1] N. Rasyid and Z. Zainuddin, "Simulation of Flow and Distribution of Surface Water using Digital Elevation Model and Cellular Automata with Calculate The Volume and Absorption", Makassar: University of Hasanuddin, 2011.
- [2] M. Wati, "Simulation Surface Flow with Velocity Using Bernoulli Equation," Bahasa Indonesia: Makassar: University of Hasanuddin, 2012.
- [3] B. B. Arianto, "Studi Penentuan Jalur Aliran Lava Metode Steepest Slope Dari Data DEM InSAR Dan Peta Rupa Bumi Indonesia," Tugas Akhir: Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2015.
- [4] Indarto, "Pembuatan Jaringan Sungai Dan Karakteristik Topografi DAS dari DEM Jawa Timur," in MEDIA TEKNIK SIPIL/ JULI 2008/99, 2018.
- [5] I. Muhajir, A. Lawi and A. Ribal, "Surface Water Flow simulation using cellular automata-based flow direction D-infinity algorithm," 2016 International Conference on Computational Intelligence and Cybernetics, 2016, pp. 23-27, doi: 10.1109/CyberneticsCom.2016.7892561.
- [6] Muhd Hairi bin Wan Ab Karim, W., & Ghazali Hashim, M, "New D16 Algorithm for Surface Water Flow Direction" in *Jurnal Teknologi Universiti Teknologi Malaysia* (Vol. 71, Issue 4). www.jurnalteknologi.utm.my. 2014.
- [7] Ina-Geoportal, "Seamless Digital Elevation Model (DEM) dan Batimetri Nasional," Badan Informasi Geospasial RI. <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/>, 2018.
- [8] A. Kadir, "Buku Pertama Belajar Pemrograman Java," Yogyakarta: Mediakom, 2014.
- [9] J. F. O'Callaghan and D. M. Mark, "The Extraction of Drainage Networks from Digital Elevation Data," in *Computer Vision, Graphics and Image Processing*, 28, 328-344. [http://dx.doi.org/10.1016/S0734-189X\(84\)80011-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0734-189X(84)80011-0), 1984.
- [10] Tarboton, D.G. 1997. "A New Method for the Determination of Flow Directions and Upslope Areas in Grid Digital Elevation Models," in *Water Resources Research American Geophysical Union*. 33(2): 309–319.