

PEMETAAN TRASE JARINGAN IRIGASI MELALUI ANALISIS GEOSPASIAL (STUDI KASUS DAERAH IRIGASI CIBULUH, JAWA BARAT)

TRACE IRRIGATION MAPPING THROUGH GEOSPATIAL ANALYSIS (CASE STUDY IN DI CIBULUH, WEST JAVA PROVINCE)

Oleh:

Abu Bakar Sambah¹⁾²⁾, Dwi Agus Kuncoro³⁾, Syaiful Anam⁴⁾

¹⁾ Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya
Jalan Veteran Malang, Jawa Timur, Indonesia

²⁾ Research Group MEXMA, Universitas Brawijaya
Jalan Veteran Malang, Jawa Timur, Indonesia

³⁾ Balai Besar Wilayah Sungai Cimanuk Cisanggarung
Jalan Pemuda Cirebon, Jawa Barat, Indonesia

⁴⁾ Pasca Sarjana Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya
Jalan MT Haryono No 167 Malang, Jawa Timur, Indonesia

Komunikasi Penulis, Telp: +62-81216107225; email: absambah@yahoo.com¹⁾

Naskah ini diterima pada 28 Maret 2017; revisi pada 26 Juli 2017;
disetujui untuk dipublikasikan pada 01 Agustus 2017

ABSTRACT

Planning of irrigation canal has always faced the problems due to the overlapping of different land use. Irrigation planning should consider the irrigation canals surrounding different land use. Optimization of the determination of the irrigation network must be applied through the assumption of the physical condition of topographical as well as the proximity between irrigation canal and area of irrigation. The aims of this study were: (1) Mapping existing condition of irrigation canals in DI Cibuluh related to the land use and topography of the study area; (2) Mapping and determining the optimal trace irrigation networks based on spatial analysis of the existing land use and topographical characteristics; (3) Establish a simulation concepts of re-classification related to irrigation services area based on the elevation of the study area using geospatial analysis. The study was conducted through geospatial analysis methods in Geographic Information Systems. Digital Elevation Models (DEM) were the basic data in simulating irrigation services area. The results showed that there were two overlapping land use type (forests and industrial areas) that should be subtracted from the irrigated areas. Alignment of Irrigation network was planned without overlapping forest and industrial area, so that the planning was more focus on simulation based on the control points by processing adjustments as well as high elevation contour and water height.

Keywords: *Digital Elevation Model, geospatial analysis, irrigation planning, land use, mapping*

ABSTRAK

Perencanaan jalur irigasi seringkali mengalami kendala dengan adanya tumpang tindih antar penggunaan lahan yang berbeda. Perencanaan jalur irigasi harus mempertimbangkan tutupan lahan disekitarnya. Optimalisasi penentuan jaringan irigasi harus dilakukan melalui asumsi kondisi fisik lahan atau topografis kawasan serta kedekatan antar jaringan irigasi dengan daerah irigasi. Kajian optimalisasi penentuan trase jaringan irigasi melalui analisis geospasial di Daerah Irigasi Cibuluh, Provinsi Jawa Barat dengan pendekatan SIG ini bertujuan untuk (1) Memetakan kondisi eksisting rencana jalur irigasi di Daerah Irigasi Cibuluh terkait pertimbangan dengan tutupan lahan dan kondisi topografi di wilayah kajian; (2) Memetakan serta menentukan trase jaringan irigasi yang optimal berdasarkan analisis spasial terhadap tutupan lahan yang ada serta karakteristik topografi; (3) Membangun konsep simulasi berjenjang terkait daerah layanan irigasi berdasarkan ketinggian wilayah kajian melalui analisis geospasial. Kajian ini dilakukan melalui metode analisis geospasial dalam Sistem Informasi Geografis. Model ketinggian digital atau DEM merupakan data awal yang digunakan dalam membuat simulasi area layanan irigasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa pada Daerah Irigasi Cibuluh terdapat dua tumpang tindih tutupan lahan yang harus dikurangkan dari Daerah Irigasi tersebut. Tutupan lahan ini adalah kawasan hutan dan kawasan industri. Trase jaringan irigasi direncanakan tanpa memotong maupun melewati tutupan lahan hutan dan industri, sehingga perencanaan lebih kepada simulasi berdasarkan titik kontrol melalui pemrosesan penyesuaian data kontur ketinggian serta tinggi muka air.

Kata kunci: *analisis geospasial, model ketinggian digital, pemetaan, penggunaan lahan, perencanaan irigasi*

I. PENDAHULUAN

Sumber daya air merupakan sumber daya alam yang sangat penting untuk kelangsungan hidup semua makhluk hidup, termasuk peruntukan untuk berbagai kegiatan seperti industri, perikanan, pertanian dan usaha-usaha lainnya. Pemanfaatan sumber daya air sangat memerlukan upaya untuk menjaga keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan air, sehingga perencanaan aliran irigasi menjadi pekerjaan yang penting. Pemetaan trase jaringan irigasi dapat dilakukan berdasarkan gabungan kriteria kontur ketinggian permukaan bumi dan penggunaan lahan, serta dianalisis melalui perhitungan jarak terpendek. Dewantoro (2013) menyatakan bahwa pemanfaatan data spasial dan Sistem Informasi Geografis (SIG) telah dilakukan untuk mengetahui kesesuaian lahan yang dapat dijadikan prioritas dalam pendistribusian air irigasi. Hasil penelitian tersebut dapat menggambarkan wilayah yang diprioritaskan dalam pendistribusian air irigasi. Hal ini akan sangat berguna dalam melakukan pemodelan dan perencanaan irigasi.

Penentuan jalur dan tata letak irigasi dalam perencanaan jaringan irigasi sebelumnya telah dilakukan dengan pendekatan non-spasial atau pengukuran langsung di lapangan yang banyak menghabiskan waktu, biaya, tenaga, dan dianalisis dengan sistem yang belum terintegrasi serta bereferensi geografis. Pendekatan ini sering kali terdapat beberapa perbedaan saat akan diintegrasikan dengan data spasial lainnya karena penggunaan sistem referensi koordinat bumi yang berbeda. Selain itu, beberapa penentuan tata letak irigasi yang direncanakan dianggap kurang optimal dalam pelaksanaan. Pengolahan data menggunakan SIG akan memudahkan dalam analisis data, pengelompokan data, serta penggabungan dengan data lainnya (Asmaranto, Suhartanto, & Permana, 2010).

Beberapa kendala yang sering dihadapi dalam perencanaan jalur irigasi adalah adanya tumpang tindih dengan penggunaan lahan atau tutupan lahan yang berbeda, di mana perencanaan jalur irigasi harus mempertimbangkan tutupan lahan disekitarnya. Optimalisasi penentuan jaringan irigasi harus dilakukan melalui asumsi kondisi fisik lahan atau topografis kawasan serta kedekatan antar jaringan irigasi dengan daerah irigasi. Banyaknya data fisik geografis yang diperlukan dalam melakukan perencanaan ini mengharuskan adanya sebuah metode yang dapat digunakan dalam melakukan integrasi data tersebut untuk menghasilkan kesesuaian jaringan

irigasi berdasarkan parameter serta asumsi yang telah ditetapkan.

Analisis geospasial melalui aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) membantu untuk melakukan analisis kewilayahan dan penentuan kawasan yang optimal berdasarkan asumsi-asumsi yang dibuat oleh seorang perencana atau peneliti. SIG merupakan sistem yang berkemampuan dalam menjawab pertanyaan spasial maupun non-spasial beserta kombinasinya dalam rangka memberikan solusi permasalahan keruangan. Pendekatan SIG menjadi salah satu pendekatan yang dapat dijadikan alternatif dalam penentuan prioritas kawasan untuk suatu peruntukan, termasuk juga dalam penelitian terkait irigasi (Dewantoro, 2013; Ismail, Ghaffar, & Azzam, 2012).

Kajian optimalisasi penentuan trase jaringan irigasi melalui analisis geospasial di Daerah Irigasi (DI) Cibuluh, Provinsi Jawa Barat dengan pendekatan SIG ini bertujuan untuk:

1. Memetakan kondisi eksisting rencana jalur irigasi di DI Cibuluh terkait pertimbangan dengan tutupan lahan dan kondisi topografi di wilayah kajian.
2. Memetakan serta menentukan trase jaringan irigasi yang optimal (pemberian air irigasi yang paling menguntungkan dari segi jumlah dan waktu) berdasarkan analisis spasial terhadap tutupan lahan yang ada serta karakteristik topografi.
3. Membangun konsep simulasi berjenjang terkait daerah layanan irigasi berdasarkan ketinggian wilayah kajian melalui analisis geospasial.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Kebutuhan air irigasi merupakan volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evaporasi, kehilangan air, dan kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan maupun kontribusi air tanah. Besarnya kebutuhan air irigasi ini sangat bergantung pada pengolahan lahan sekitarnya. Jika besarnya kebutuhan air irigasi dapat diketahui maka perencana dapat melakukan prediksi ketersediaan air apakah dapat memenuhi kebutuhan air irigasi untuk kawasan sekitarnya atau tidak secara temporal. Untuk itu prediksi awal kebutuhan air irigasi secara keseluruhan pada sebuah kawasan atau daerah irigasi dalam perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi sangat diperlukan (Dewantoro, 2013; Asmaranto, *et al.*, 2010).

Pemodelan data spasial yang berhubungan dengan elevasi topografi dapat menggunakan data model ketinggian digital, atau *Digital Elevation Model* (DEM). Analisis DEM dilakukan dengan SIG melalui Analisis Permukaan. Analisis ini meliputi: (1) *Aspect*, dimana berfungsi mencari arah dari penurunan yang paling tajam (*steepest down-slope direction*) dari masing-masing sel ke sel-sel tetangganya. Nilai *output* adalah arah *aspect*: 0° adalah tepat ke utara, dan 90° adalah timur, dan seterusnya. (2) *Slope*, berfungsi menentukan laju perubahan maksimum dari setiap sel dengan tetangganya (Horn, 1981; Smith, Goodchild, & Longley, 2007; Guntur, Sambah, Miura, Fuad, & Arisandi, 2017). Fungsi ini menghasilkan *theme slope grid* berupa nilai *slope* dalam persentasi (contoh: *slope* 20%) atau dalam derajat (contoh: *slope* 70°). (3) Kontur (*Contours*), yaitu untuk menghasilkan sebuah *theme line*. Nilai dari masing-masing garis adalah semua lokasi yang bersebelahan dengan tinggi, besaran atau konsentrasi nilai apapun yang sama pada *theme grid input* (NCGIA, 1997; ArcgisPro, 2000).

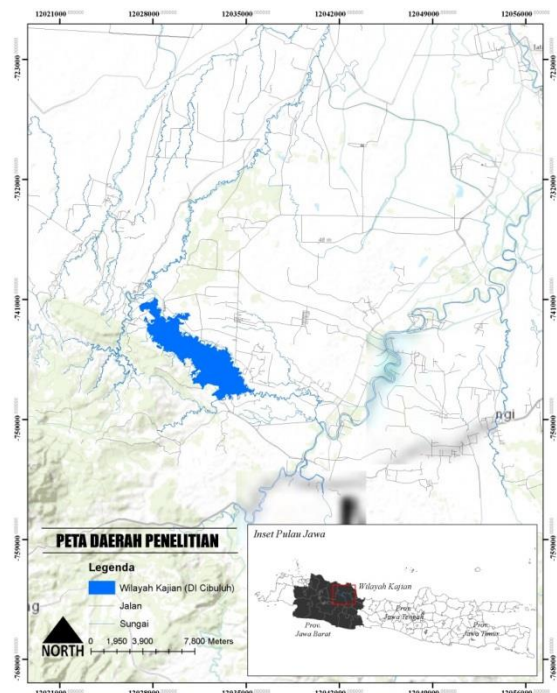
Analisis kriteria dalam pemetaan wilayah dan jaringan irigasi dilakukan melalui pendekatan SIG. Beberapa data spasial dianalisis melalui *Inverse Distance Weighted* (IDW) yang merupakan metode deterministik sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya (Shepard, 1968; NCGIA, 1997). Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh.

III. METODE

3.1. Daerah Penelitian

Kajian optimalisasi penentuan trase jaringan irigasi melalui analisis geospasial ini dilakukan di DI Cibuluh (Gambar 1). DI Cibuluh berada di Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat dan melintasi 1 kecamatan yaitu Kecamatan Ujungjaya dengan area rencana seluas 1.300 Ha. Sawah eksisting di Kecamatan Ujungjaya merupakan sawah tadah hujan dengan luas lahan potensial 1.946,5 Ha.

Komoditas pertanian yang ditanam di Kecamatan Ujungjaya yaitu padi, jagung, ubi kayu, kacang kedelai, kacang hijau, kacang tanah. Jaringan irigasi pada DI Cibuluh akan melayani area persawahan dengan elevasi tertinggi +65,00 m. Daerah irigasi meliputi 2 desa yaitu Desa Cibuluh dan Desa Sakurjaya dengan ujung jaringan irigasi menuju ke Bendung Ujung Jaya.



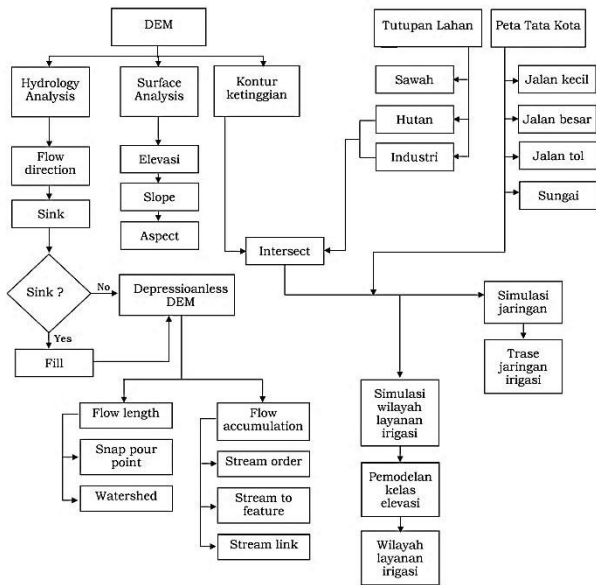
Gambar 1 Peta Daerah Penelitian

Secara umum, kerangka konsep kajian ini dijelaskan pada diagram alir Gambar 2.

Penelitian menggunakan aplikasi berbasis SIG ini terdiri dari tiga tahap. Tahap awal adalah input data untuk membuat area genangan yang kemudian akan ditumpang susun dengan jalan dan sungai-sungai di sekitarnya. Tahap selanjutnya adalah penentuan elevasi genangan ditentukan oleh rencana elevasi *intake* bendung dan area genangannya juga dibatasi hanya pada lokasi Desa Cibuluh dan sungai di sekitarnya. Tahap terakhir yaitu melakukan analisis dan interpretasi hasil.

Pada penelitian ini dibuat tiga skenario permodelan/aplikasi, yaitu:

1. Semua kawasan/zona masuk dalam daerah irigasi tanpa terkecuali dan saluran irigasi bebas melintasi semua kawasan/zona.
2. Semua kawasan/zona masuk dalam daerah irigasi kecuali kawasan/zona hutan produksi maupun hutan lindung tetapi saluran irigasi bebas melintasi semua kawasan/zona.
3. Semua kawasan/zona masuk dalam daerah irigasi kecuali kawasan/zona hutan produksi maupun hutan lindung begitu juga saluran irigasi tidak boleh melintasi kawasan/zona tersebut.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

3.2. Dataset

Analisis geospasial yang dilakukan dalam kajian ini memerlukan data masukan yang terdiri dari data spasial dan data non-spasial. Keseluruhan data yang digunakan adalah data dengan referensi geografis dan dalam sistem koordinat yang sama. Data yang digunakan dalam kajian ini tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1 Data yang Digunakan dalam Penelitian

Data	Spesifikasi Data
1. Tipe Data Raster (Data Spasial)	
Data DEM	a. <i>Contour Interpolated</i> b. <i>Cell size 2 m</i> c. Koordinat UTM Zona 48S d. Aster GDEM dengan resolusi 30 meter
2. Tipe Data Vektor (Data Spasial)	
Vektor kontur	a. Interval 2 meter b. Koordinat UTM Zona 48S
Vektor DI Cibuluh	a. Koordinat UTM Zona 48S b. Garis, titik, dan poligon
Vektor Tata Guna Lahan	a. Koordinat UTM Zona 48S b. Poligon
Vektor Administrasi diperoleh dari RTRW Kabupaten	a. Koordinat UTM Zona 48S b. Garis, titik, dan poligon
Vektor Tata Kota (Jalan, Permukiman, Sungai/drainase)	a. Koordinat UTM Zona 48S b. Garis, titik, dan poligon
3. Data non-Spasial	
Data hasil analisa hidrologi	a. Neraca Air b. Hidrolis Bendung

Data yang digunakan dalam analisis terdiri dari data raster dan data vektor. Data raster merupakan tipe data yang terdiri atau tersusun atas *grid/pixel* sebagai penentu resolusi data. Data raster dalam kajian ini adalah data model ketinggian digital atau DEM yang diperoleh dari hasil interpolasi terhadap data kontur. Untuk keperluan validasi secara umum, digunakan pula DEM yang diperoleh dari Aster GDEM V.2 (produk NASA dan METI Japan).

Data vektor terdiri dari peta dasar rupa bumi Indonesia dari Badan Informasi Geospasial Indonesia yang digunakan dalam pembatasan wilayah kajian. Data vektor juga terdiri dari data kontur berupa garis dengan interval 2 meter sebagai hasil ekstraksi dari data topografi wilayah kajian. Selain itu data spasial berupa peta tutupan lahan, Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), serta peta tata kota merupakan data sekunder hasil kajian terdahulu.

3.3. Analisis Data

Kajian optimalisasi penentuan trase jaringan irigasi melalui analisis geospasial ini dititikberatkan pada penentuan lokasi/tata letak jaringan DI Cibuluh, Kabupaten Sumedang. Sumber air DI ini adalah Sungai Cipanas yang disuplesi oleh Bendungan Cipanas.

1. Analisis Data DEM

Data model ketinggian digital atau DEM merepresentasikan data ketinggian permukaan bumi. DEM dalam penelitian ini diperoleh dari hasil interpolasi titik-titik ketinggian yang diekstrak dari peta topografi. Interpolasi terhadap titik ketinggian dilakukan melalui metode IDW. Bobot (*weight*) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel.

2. Analisis Permukaan

Dengan menggunakan fungsi Analisis Permukaan, informasi tambahan untuk menghasilkan data baru dapat diperoleh dan pola yang ada pada permukaan dapat dikenal. Fungsi ini tidak menghubungkan pusat-pusat sel melainkan menginterpolasi sebuah garis yang menghubungkan lokasi-lokasi dengan besaran yang sama. Garis-garis ini akan dihaluskan sehingga sebuah kontur permukaan yang realistik akan dihasilkan.

3. Pemodelan Hidrologi

Bentuk permukaan menentukan bagaimana air mengalir pada permukaan tersebut. Fungsi Pemodelan Hidrologi di dalam analisis spasial

menyediakan metode untuk mendeskripsikan sifat-sifat fisik dari sebuah permukaan. Dengan menggunakan grid ketinggian atau DEM sebagai input, maka secara otomatis dapat dilakukan deliniasi sebuah Daerah Aliran Sungai (DAS) dan kemudian mengkuantifikasi sifat-sifat dari sistem tersebut. Fungsi Pemodelan Hidrologi dijalankan melalui *interface Spatial Analyst*, yang ada pada perangkat lunak SIG.

Penentuan arah aliran antar *pixel* menurut algoritma ini dilakukan dengan membandingkan ketinggian relatif satu *pixel* terhadap 8 *pixel* disekelilingnya. Selanjutnya, arah aliran ditentukan dari kemiringan tercuram terhadap *pixel* sekelilingnya. Gambar 7 merupakan peta arah aliran yang dianalisis melalui pendekatan Pemodelan Hidrologi di SIG. Perhitungan arah aliran dilakukan menggunakan persamaan:

$$\text{Penurunan maksimum} = \frac{\text{Perubahan Z - Elevasi}}{\text{Jarak}} \times 100$$

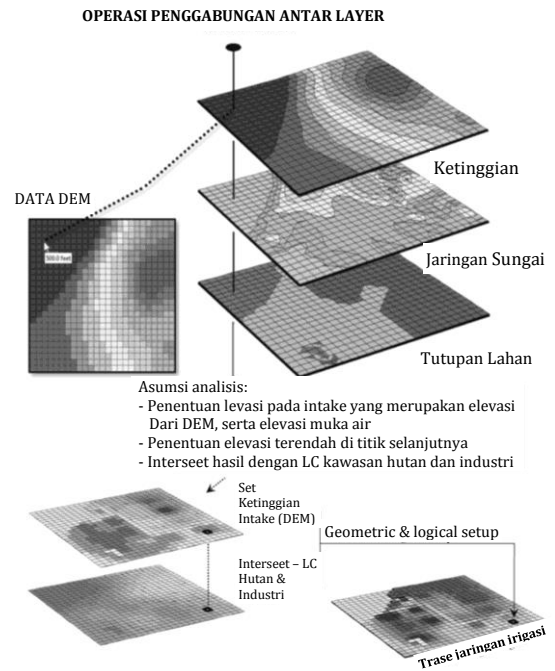
Z merupakan nilai ketinggian topografi. Jarak dihitung antara pusat sel. Sehingga, jika ukuran sel adalah 1, maka jarak antara dua sel ortogonal adalah 1, dan jarak antara dua sel diagonal adalah 1,414 (akar kuadrat dari 2). Jika turunan maksimum untuk beberapa sel adalah sama, maka *pixel* sekelilingnya diperbesar sampai turunan curam diperoleh (ArcgisPro, 2000; Jenson & Domingue, 1988; Maidment, 2002).

4] Analisa Jaringan

Analisa jaringan digunakan untuk memecahkan dan menganalisis persoalan-persoalan penggunaan jaringan geografis. Jaringan adalah bentuk garis-garis yang saling berhubungan. Contoh dari jaringan geografis adalah jaringan jalan, jaringan sungai, jaringan pipa atau jaringan kabel listrik. Adapun contoh masalah yang bisa dipecahkan dengan analisa jaringan adalah pencarian rute atau jalur yang efisien, pembuatan petunjuk perjalanan, pencarian fasilitas terdekat atau pendefinisian area pelayanan berdasarkan pada waktu tempuh. Dalam kajian ini analisis jaringan digunakan untuk memodelkan trase jaringan irigasi yang paling optimal (lihat Gambar 3). Model data jaringan merupakan model konseptual untuk mewakili jaringan dalam analisis SIG. model ini merupakan bentuk data vector yang direpresentasikan oleh tipe *node-arc-area* (Fischer, 2004).

Data jaringan diperoleh dari beberapa sumber di bawah ini:

- Data format *shapefile* dengan tipe garis.
- Cakupan jaringan yang pernah digunakan sebelumnya.
- Cakupan garis yang telah mempunyai *Arc Attribute Table* (AAT).
- Suatu file gambar *Computer Aided Drawing* (CAD) seperti DGN, DWG atau DXF.
- Data-data dari sumber lainnya yang dihasilkan dari proses digitasi.



Gambar 3 Konsep Analisis Penelitian

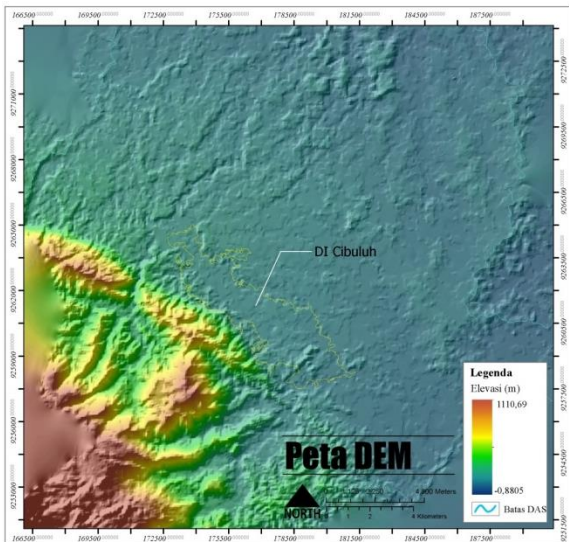
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Permukaan dengan DEM

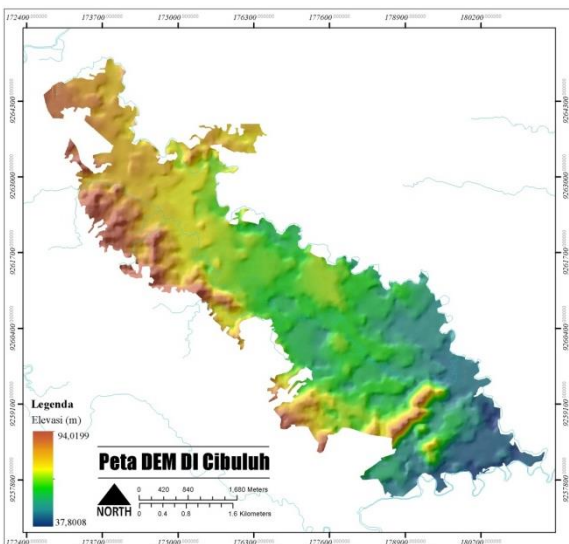
Analisis permukaan telah dilakukan di wilayah kajian. Analisis ini mencakup pemrosesan data raster DEM yang akan menghasilkan salah satunya adalah peta kontur ketinggian. DEM menunjukkan bahwa sebaran ketinggian di sekitar wilayah DI Cibuluh adalah -0,9 m sampai 1110,7 m.

Wilayah dengan elevasi lebih tinggi terdeteksi menyebar di wilayah bagian barat daya hingga bagian barat dari DI Cibuluh. Ketinggian topografi di wilayah ini memungkinkan aliran air alamiah (karena hujan maupun melalui drainase) berpotensi terakumulasi di beberapa wilayah DI Cibuluh. Topografi suatu daerah aliran memberi pengaruh cukup besar bagi aliran permukaan. Kenampakan muka bumi seperti kemiringan lahan berpengaruh terhadap kecepatan aliran dan memainkan peran dalam suatu bentuk hidrograf. Daerah aliran dengan kemiringan curam disertai

dengan parit saluran yang rapat akan menghasilkan laju dan volume aliran permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah aliran yang landai dengan parit yang jarang. Gambar 4 merupakan peta DEM di sekitar wilayah kajian, sedangkan Gambar 5 adalah peta DEM DI Cibuluh. Sebaran ketinggian yang ditampilkan menunjukkan bahwa ketinggian paling rendah di DI Cibuluh adalah 37,8 m, sedangkan wilayah paling tinggi memiliki elevasi 94 m



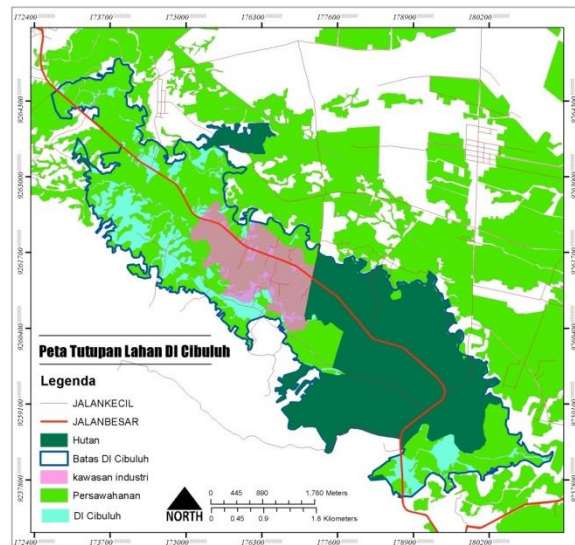
Gambar 4 DEM Wilayah Sekitar DI Cibuluh



Gambar 5 DEM DI Cibuluh

Secara umum wilayah bagian barat DI Cibuluh merupakan wilayah dengan ketinggian lebih tinggi, sehingga kemungkinan perencanaan trase jaringan irigasi dapat melewati bagian ini dengan asumsi aliran air akan melayani daerah irigasi di sebelah timur DI Cibuluh dengan tutupan lahan terbanyak adalah kawasan persawahan.

Peta tutupan lahan (Gambar 6) merupakan hasil tumpang susun beberapa layer tutupan lahan maupun penggunaan lahan yang berbeda di sekitar DI Cibuluh. Secara umum, di DI Cibuluh terdapat lima tutupan lahan yang berbeda yang akan mempengaruhi di dalam perencanaan optimalisasi trase jaringan irigasi nya. Lima jenis tutupan lahan ini meliputi; jalan besar yang memotong wilayah tengah DI Cibuluh, jaringan jalan kecil yang juga ada di dalam DI Cibuluh dan berpotensi dijadikan sebagai jalan inspeksi, wilayah hutan, kawasan persawahan, dan kawasan industri.



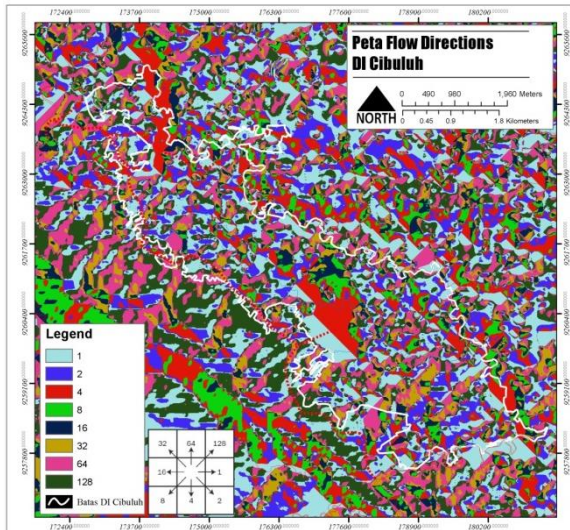
Gambar 6 Tutupan Lahan di Sekitar DI Cibuluh

4.2. Analisis Hidrologi dengan DEM

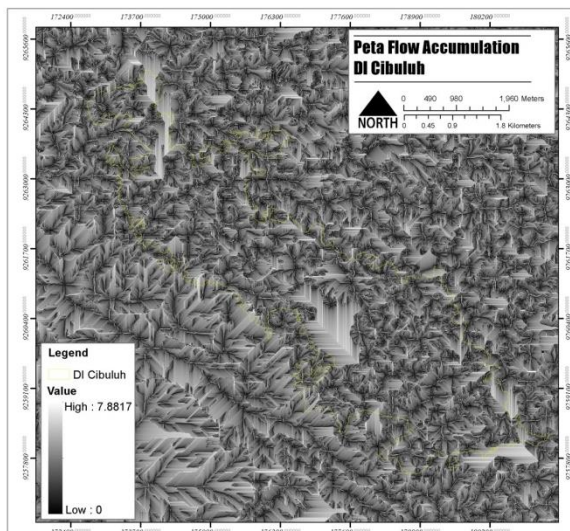
Analisis ini dilakukan berbasis SIG untuk memetakan potensi arah dan akumulasi air. Analisis Hidrologi melalui SIG membantu dalam membuat arah aliran air berdasarkan ketinggian topografi, yang akan berfungsi sebagai informasi dasar dalam pembuatan rencana trase jaringan irigasi. Analisis yang sama juga telah dilakukan dalam pembuatan batas DAS. Penelusuran arah aliran air dapat diterapkan untuk membuat batas sub-DAS, menentukan hubungan antar sub-DAS, serta menghitung karakteristik geofisik DAS. Algoritma yang digunakan adalah penentuan arah aliran adalah metode D-8 (Tarboton, 1989; Tarboton, Bras, & Rodriguez-Iturbe, 1991).

Selanjutnya analisis hidrologi secara geospasial juga menghasilkan ilustrasi arah aliran air (Gambar 7), serta ilustrasi akumulasi aliran air, yaitu lokasi dimana beberapa arah air bergabung menjadi arah aliran baru (Gambar 8). Peta pada Gambar 7 dan Gambar 8 ini membantu dalam interpretasi visual terhadap wilayah penelitian jika terdapat aliran air. Teori dasar gravitasi menjelaskan bahwa yaitu arah aliran air dan

wilayah terkumpulnya air akan mengikuti ketinggian topografi yang berbeda. Sesuai hukum alam, air akan mengalir mengikuti gravitasi, yaitu mengalir dari daerah dengan elevasi tinggi ke rendah (Sukandarrumidi, 2010; Rustiadi, Saefulhakim, & Panuju, 2011).



Gambar 7 Peta Arah Aliran di DI Cibuluh

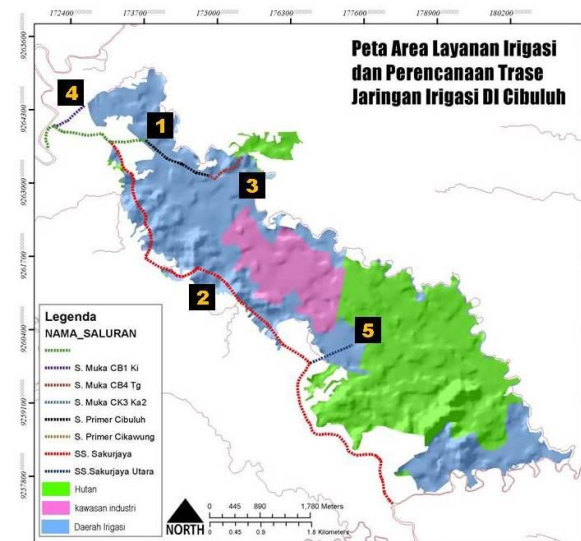


Gambar 8 Peta Akumulasi Aliran di DI Cibuluh

4.3. Penentuan Trase Jaringan Irigasi

Trase jaringan irigasi dibuat dengan asumsi dapat melayani daerah irigasi melalui penentuan 2 titik kontrol sebagai input simulasi. Penentuan 2 titik kontrol ini untuk mengetahui trase jaringan irigasi akan mengalir sesuai kontur ketinggian dari ketinggian tinggi ke rendah. Simulasi trase jaringan irigasi dibuat berdasarkan acuan titik ketinggian pada posisi *intake* beserta tinggi muka air. Asumsi yang dibangun adalah arah aliran akan mengikuti kontur ketinggian. Selain itu penentuan trase jaringan dilakukan dengan asumsi DI

Cibuluh telah dikurangi tutupan lahan hutan dan kawasan industri (Gambar 9).

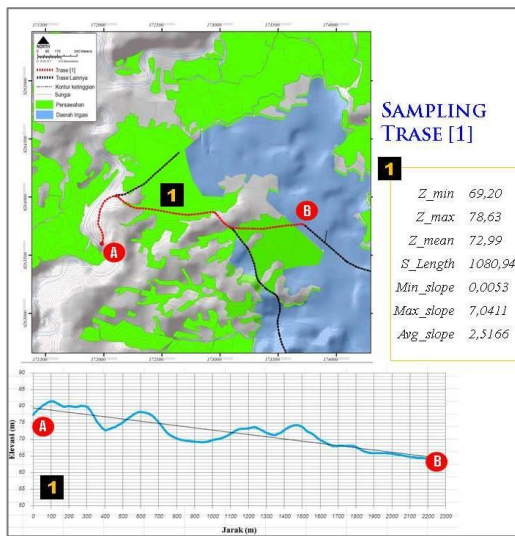


Gambar 9 Peta Area Layanan Irigasi dan Perencanaan Trase Jaringan Irigasi Di Cibuluh

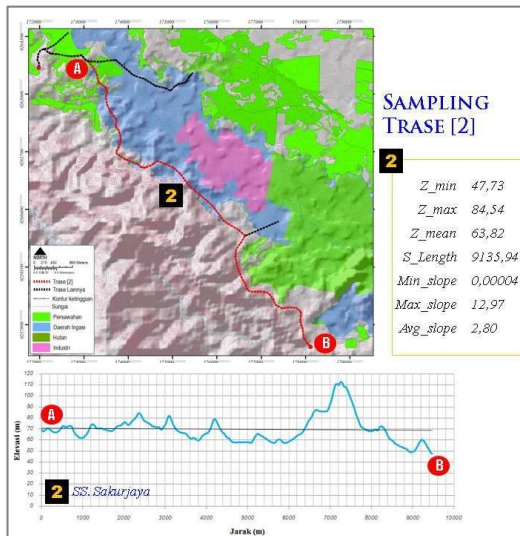
Analisis spasial yang dilakukan menunjukkan bahwa trase jaringan irigasi melalui wilayah dengan kontur yang dikehendaki (mengikuti pola gravitasi normal pergerakan aliran air) dengan batasan pada wilayah rencana industri dan kawasan hutan. Ilustrasi ini digambarkan pada peta di Gambar 10, 11, 12, 13, dan 14. Jalur irigasi berdasarkan analisis SIG sebagaimana digambarkan pada Gambar 10, 11, 12, 13, dan 14 merupakan hasil akhir dari proses tumpang susun beberapa parameter tutupan lahan dan kontur ketinggian sebagaimana dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Penampang melintang yang digambarkan pada Gambar 10, 11, 12, 13, dan 14 mengilustrasikan pola ketinggian serta kemungkinan aliran air akan mengalir. Tidak semua ketinggian yang dihasilkan merupakan jalur yang dimulai dari elevasi tinggi ke rendah. Pada Gambar 11, misalnya, elevasi yang digambarkan bervariasi dengan nilai ketinggian secara umum menurun dari titik pertama ke titik akhir, namun pada jarak 7000 hingga 720 meter dari posisi awal terlihat elevasi yang tinggi jika dibandingkan elevasi awal (70 meter). Trase jaringan irigasi yang dihasilkan dari pemodelan spasial ini merupakan jalur yang paling efisien, sehingga dimungkinkan pada pelaksanaannya ada usaha pengerukan atau pembuatan kanal pada elevasi yang terlalu tinggi, ataupun penimbunan pada elevasi yang terlalu rendah.

Menurut Direktorat Irigasi dan Rawa (2013), peta topografi merupakan dasar untuk memeriksa, menambah dan memperbesar detail-detail topografi yang salah satunya relevan seperti:

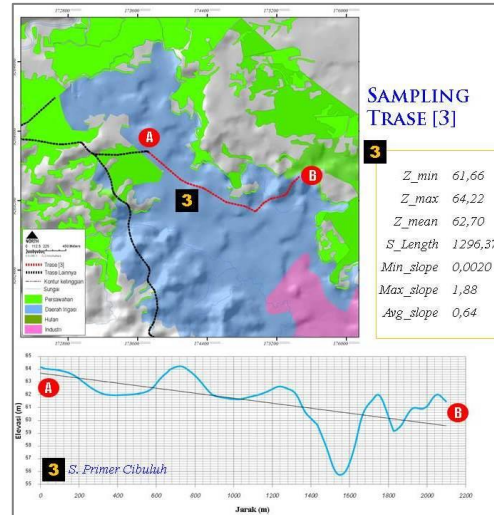
1. Sungai-sungai dan jaringan pembuang alamiah
2. Batas-batas administratif desa, kecamatan, kabupaten
3. Jaringan irigasi yang ada dengan trase saluran; bangunan-bangunan tetap dan daerah-daerah layanan;
4. Jaringan jalan dengan klasifikasinya,
5. Trase, jalan kereta api, ketinggian dan bangunan-bangunan tetapnya; lokasi kuburan, akan dihindari dalam perencanaan trase; daerah-daerah yang dipakai untuk industri dan bangunan-bangunan tetap/permanen serta Daerah-daerah hutan dan perhutanan.



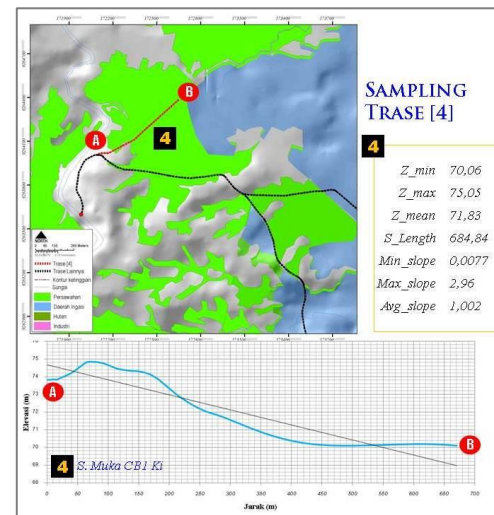
Gambar 10 Peta Sampling Trase 1 dan Penampang Melintang Elevasi



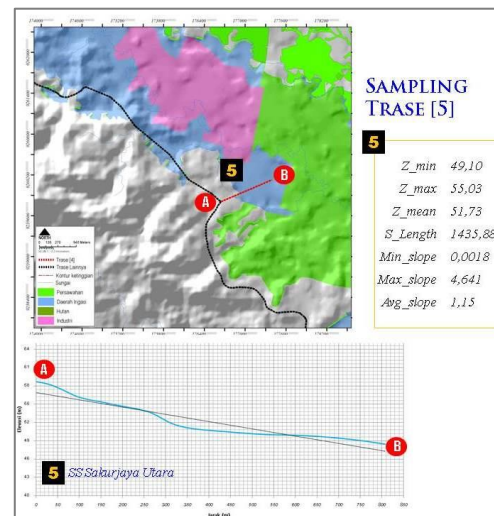
Gambar 11 Peta Sampling Trase 2 dan Penampang Melintang Elevasi



Gambar 12 Peta Sampling Trase 3 dan Penampang Melintang Elevasi



Gambar 13 Peta Sampling Trase 4 dan Penampang Melintang Elevasi



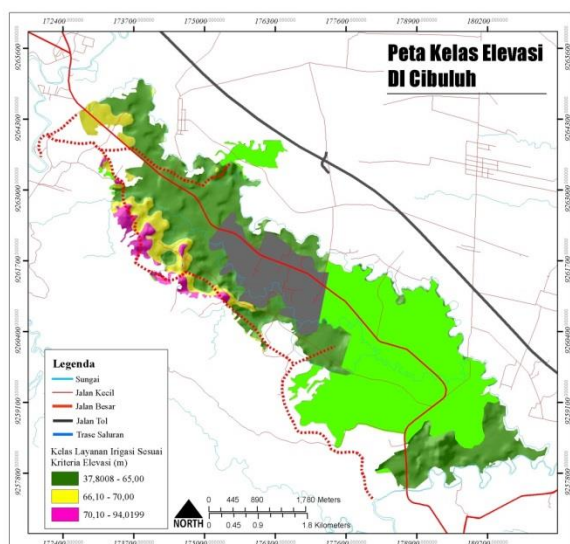
Gambar 14 Peta Sampling Trase 5 dan Penampang Melintang Elevasi

Data topografi dalam studi pemetaan irigasi permukaan dapat memanfaatkan pemindaian tiga dimensi guna melakukan identifikasi terhadap irigasi permukaan dan ketinggian permukaan air (Playán, Zapata, Burguete, Salvador, & Serreta, 2010).

Selain itu, analisis SIG yang telah dilakukan merupakan pendekatan untuk pengaturan dan pengambilan keputusan terkait pemanfaatan sumberdaya air, serta merupakan pendekatan yang tepat dalam pengelolaan irigasi (Acharya, Pandey, & Chaube, 2014).

4.4. Model Spasial Klasifikasi Daerah Layanan Irigasi

Untuk mengetahui daerah layanan irigasi berdasarkan wilayah yang dapat dialiri, maka pembuatan kelas ketinggian dapat dilakukan. *Range* kelas ketinggian ini dapat diubah berdasarkan data kontur ketinggian, baik yang diperoleh di lapangan melalui survei ataupun hasil pengolahan citra satelit digital. Pada kajian ini simulasi daerah layanan irigasi diklasifikasikan ke dalam 3 rentang kelas ketinggian, yaitu 37,8 – 65 meter, 65,1 – 70 meter, dan 70,1 – 94 meter. Klasifikasi spasial ini dilakukan berdasarkan nilai ketinggian per-pixel dari model data ketinggian digital. Peta pada Gambar 15 merupakan hasil simulasi area layanan irigasi sesuai 3 kelas asumsi yang telah dibuat diatas. Berdasarkan peta ini, luasan Daerah Irigasi adalah seluas 898 Ha, dan merupakan luasan tanpa tutupan lahan hutan serta kawasan industri.

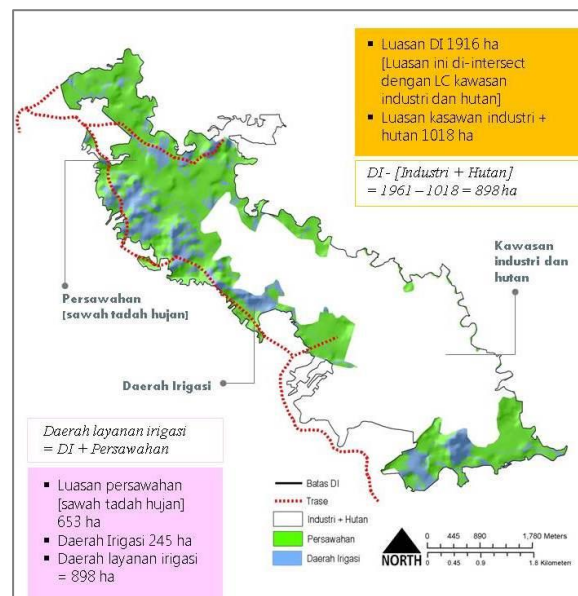


Gambar 15 Peta Klasifikasi Daerah Layanan Irigasi DI Cibuluh

Hasil model klasifikasi daerah layanan irigasi yang dilakukan, beserta analisis jaringan trase berdasarkan kontur ketinggian wilayah serta

proses *overlay* (tumpang susun) dengan tutupan lahan hutan dan rencana kawasan industri di lokasi kajian (Gambar 16), menjelaskan bahwa daerah layanan irigasi merupakan gabungan dari daerah irigasi dan persawahan. Dimana luas daerah irigasi adalah daerah yang telah dikurangi luasan kawasan industri dan hutan (898 ha) dan luas persawahan (sawah tadah hujan) adalah 653 ha.

Selain itu, pentingnya pengetahuan tentang kapasitas penampungan air pada jaringan irigasi yang ada diperlukan dalam penghitungan data dasar untuk studi irigasi maupun kepentingan desain teknik. Ini termasuk kebutuhan air untuk irigasi, frekuensi irigasi, dan durasi pemompaan (Umweni & Ogunkunle, 2014).



Gambar 16 Peta Klasifikasi Daerah Layanan Irigasi DI Cibuluh

V. KESIMPULAN

Kondisi eksisting rencana jalur irigasi di DI Cibuluh terdiri dari beberapa tutupan lahan yang berbeda, yaitu tutupan lahan pertanian/sawah, kawasan hutan, serta kawasan industry, selain itu jaringan jalan utama dan jalan kecil juga teridentifikasi masuk ke dalam DI Cibuluh. Trase jaringan irigasi yang optimal berdasarkan analisis spasial terhadap tutupan lahan yang ada serta karakteristik topografi diperoleh melalui analisis jaringan dan kedekatan antar kontur ketinggian dengan daerah irigasi, dimana trase yang dihasilkan merupakan hasil *intersect* dengan tutupan lahan hutan dan kawasan industri. Luasan daerah layanan irigasi yang dihasilkan adalah 898 Ha. Simulasi berjenjang melalui proses re-klasifikasi berdasarkan ketinggian wilayah kajian melalui analisis geospasial menghasilkan 3

kelas genangan sesuai informasi *range* ketinggian yang digunakan, yaitu 37,8 – 65 meter, 66,1 – 70 meter, dan 70,1 – 94 meter.

Analisis lanjutan berupa simulasi genangan di daerah irigasi secara dinamis merupakan pekerjaan lanjutan dari kajian ini. Selain itu uji akurasi terhadap data geospasial yang ditampilkan perlu dilakukan dengan perbandingan terhadap kondisi di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Besar Wilayah Sungai Cimanuk Cisanggarung, Cirebon, Jawa Barat atas penyediaan data survei lapangan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada penyediaan data model ketinggian topografi lokasi kajian dari Aster GDEM yang merupakan produk NASA-METI Japan, Badan Informasi dan Geospasial (BIG) atas dukungan data peta dasar, dan Laboratorium Eksplorasi FPIK, Universitas Brawijaya atas dukungan analisis pemetaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, S., Pandey, A., & Chaube, U.C. (2014). Use of geographic information systems in irrigation management: A review. *Journal of Indian Water Resources Society*, 34(2), 32–39.
- ArcgisPro. (2000). *How Flow Direction Works*. Diperoleh 12 Januari 2010, dari <http://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/how-flow-direction-works.htm>
- Asmaranto, R., Suhartanto, E., & Permana, B.A. (2010). Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk identifikasi lahan kritis dan arahan fungsi lahan Daerah Aliran Sungai Sampean. *Jurnal Pengairan*, 1(2).
- Dewantoro, M.D.R. (2013). Pendekatan spasial dalam penentuan prioritas area irigasi pada musim kering. *Jurnal Irigasi*, 8(1), 59–71.
- Direktorat Irigasi dan Rawa. (2013). *Standar Perencanaan Irigasi*. Jakarta: Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Fischer, M.M. (2004). GIS and network analysis. Dalam S.P. Hensher, K.J. Button, K.E. Haynes, & P.R. Stopher (Ed.), *Handbook of Transport Geography and Spatial Systems*. Emerald Group Publishing Limited.
- Guntur, Sambah, A.B., Miura, F., Fuad, & Arisandi, D.M. (2017). Assessing tsunami vulnerability areas using satellite imagery and weighted cell-based analysis. *International Journal of GEOMATE*, 12(34), 115–122.
- Horn, B. (1981). Hill shading and the reflectancemap. *Proceedings of IEEE*, 69(1), 14–47.
- Ismail, M., Ghaffar, M.K.A., Azzam, M.A. (2012). GIS application to identify the potential for certain irrigated agriculture uses on some soils in Western Desert, Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 15(1), 39–51.
- Jenson, S.K., & Domingue, J.O. (1988). Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(11), 1593–1600.
- Maidment, D.R. (ed). (2002). *Arc Hydro, GIS for Water Resources*. Redlands California: ESRI Press.
- NCGIA. (1997). *Interpolation: Inverse Distance Weighting*. Diperoleh 2 Februari 2017, dari <http://www.ncgia.ucsb.edu/pubs/spherekit/%0Ainverse.html%0A>
- Playán, E., Zapata, N., Burguete, J., Salvador, R., & Serreta, A. (2010). Application of a topographic 3D scanner to irrigation research. *Irrigation Science*, 28(3), 245–256.
- Rustiadi, E., Saefulhakim, S., & Panuju, D.R. (2011). *Perencanaan dan Pengembangan Wilayah. Edisi kedua*. Jakarta: Kerjasama Crestpent Press dan Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Shepard, D. (1968). A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data. Dalam *Proceedings 23rd National Conference ACM* (pp. 517–524). ACM.
- Smith, M., Goodchild, M.F., & Longley, P.A. (2007). *Geospatial Analysis; a Comprehensive Guide to Principle, Techniques and Software Tools*. Leicester: Matador.
- Sukandarrumidi. (2010). *Bencana Alam dan Bencana Anthropogene*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Tarboton, D.G., Bras, R.L., & Rodriguez-Iturbe, I. (1991). On the extraction of channel networks from digital elevation data. *Hydrologic Processes*, 5(1), 81–100.
- Tarboton, D.G. (1989). *The Analysis of River Basins and Channel Networks using Digital Terrain Data* (Disertasi). Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, USA.
- Umweni, A.S., & Ogunkunle, A.O. (2014). Irrigation capability evaluation of Illushi Floodplain, Edo State, Nigeria. *International Soil and Water Conservation Research*, 2(2), 79–87.