**PROPOSAL SKRIPSI**

**IMPLEMENTASI METODE FUZZY SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING DAN METODE TREND NON LINIER PADA PEMETAAN DAERAH RAWAN BANJIR**

**(Studi Kasus : Sub-DAS Bengkulu Hilir)**



**Oleh :**

**Anosa Putri Ruise (G1A016040)**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS BENGKULU**

**2020**

## JUDUL PENELITIAN

Implementasi Metode *Fuzzy Simple Additive Weighting* dan Metode *Trend Non Linier* Pada Pemetaan Daerah Rawan Banjir (Studi Kasus: Sub-DAS Bengkulu Hilir)

## BIDANG ILMU

Bidang ilmu yang penulis akan teliti adalah Sistem Pendukung Keputusan dan Sistem Informasi Geografis

## LATAR BELAKANG

Banjir dapat berupa genangan pada lahan yang biasanya kering seperti pada lahan pertanian, permukiman, pusat kota. Banjir dapat juga terjadi karena debit/volume air yang mengalir pada suatu sungai atau saluran drainase melebihi atau diatas kapasitas pengalirannya. Luapan air biasanya tidak menjadi persoalan bila tidak menimbulkan kerugian, korban meninggal atau luka-luka, tidak merendam permukiman dalam waktu lama, tidak menimbulkan persoalan lain bagi kehidupan sehari-hari. Bila genangan air terjadi cukup tinggi, dalam waktu lama, dan sering maka hal tersebut akan mengganggu kegiatan manusia. Dalam sepuluh tahun terakhir ini, luas area dan frekuensi banjir semakin bertambah dengan kerugian yang makin besar (BNPB, 2013).

Dampak dari bencana banjir tersebut tidak hanya mengakibatkan kehilangan materi seperti kerusakan rumah, kehilangan harta benda, juga dampak dari banjir yang terjadi telah memakan korban jiwa yang dialami oleh warga Bengkulu. Selain berdampak pada warga Kota Bengkulu, banjir yang terjadi di Kota Bengkulu khususnya di wilayah Sub-DAS Bengkulu Hilir juga mengakibatkan kerusakan fasilitas umum, seperti jalan yang menjadi rusak dan rapuh untuk dilalui, jembatan, dan berbagai fasilitas umum lainnya.

Dalam penelitian ini digunakan metode *Fuzzy Simple Additive Weighting* dan Metode *Trend Non Linier.* Metode *Simple Additive Weighting* digunakan untuk menghitung nilai terbobot. Metode *Simple Additive Weighting* membutuhkan proses normalisasi matriks keputusan (X) ke suatu skala yang dapat diperbandingkan dengan semua rating alternatif yang ada. Metode *Simple Additive Weighting* mengenal adanya dua atribut yaitu kriteria keuntungan (benefit) dan kriteria biaya (cost). Perbedaan mendasar dari kedua kriteria ini adalah dalam pemilihan kriteria ketika mengambil keputusan (Supriyatna & Ekaputra, 2017). Kelebihan dari penggunaan metode ini terletak pada kemampuannya untuk menentukan kriteria yang terjadi pada pengumpulan data dan untuk memberikan nilai terbobot dari masing-masing kriteria (Supriyatna & Ekaputra, 2017). Sehingga dengan teknik dan metode tersebut dapat ditemukan potensi wilayah banjir yang melanda suatu daerah dan selanjutnya di aplikasikan pada suatu pemetaan dalam Sistem Informasi Geografis. Sedangkan metode Trend Non Linier digunakan untuk melakukan peramalan pemetaan daerah rawan banjir tahun berikutnya. Dalam penelitian ini digunakan metode Trend Non Linier karena data yang digunakan merupakan data jangka panjang dan berdasarkan pada plot data historis yang digunakan diketahui bahwa data tidak kontinu dan bersifat non linier.

Penelitian terkait dengan penentuan tingkat kerentanan banjir secara geospasial dilakukan sebelumnya oleh (Wismarini & Sukur, 2015) yang melakukan penelitian tentang Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis dalam penentuan tingkat kerentanan banjir kota Semarang menggunakan metode *Weighted Scorring* yang mampu menampilkan seluruh peta kawasan yang menentukan tingkat kerentanan banjir dan menampilkan peta berdasarkan indikator atau indeks penentu tingkat daerah rawan banjir dari peta per kecamatan terklasifikasi kota Semarang.

Penelitian yang diusulkan berupa Sistem Informasi Geografis (SIG) daerah tingkat rawan banjir di sekitar wilayah Sub-DAS Bengkulu Hilir dengan mengimplementasikan algoritma *Fuzzy Simple Additive Weighting* dan *Trend Non Linier* dengan alternatif-alternatif penentuan tingkat rawan banjir yang menggunakan data-data spasial (peta topografi, peta radius sungai dan peta vegetasi) dan data non-spasial (curah hujan).

## PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penilitan ini adalah:

1. Bagaimana Implementasi metode *Fuzzy Simple Additive Weighting* untuk menentukan tingkat daerah rawan banjir.
2. Bagaimana memetakan tingkat daerah rawan banjir di sekitar wilayah Sub-DAS Bengkulu Hilir.
3. Bagaimana peramalan daerah rawan banjir di sekitar wilayah Sub-DAS Bengkulu Hilir dengan metode Trend Non Linier.

## BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah yang dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan daerah tingkat rawan banjir dengan lima (5) zona kerentanan rawan banjir yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi.
2. Penelitian ini di lakukan di wilayah Sub-Daerah Aliran Sungai Bengkulu Hilir yaitu di kecamatan Sungai Serut dan kecamatan Muara Bangkahulu.
3. Banjir yang diteliti adalah banjir genangan.
4. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data spasial (peta topografi, peta radius sungai dan peta vegetasi) dan data non-spasial (curah hujan) tahun 2014 – 2018.
5. Hasil dari penelitian ini akan menampilkan layout peta daerah banjir dan hasil perhitungan dari metode *fuzzy simple additive weighting* serta metode *Trend Non Linier.*

## TUJUAN PENELITIAN

1. Membangun Sistem Informasi Geografis yang dapat memetakan tingkat daerah rawan banjir di sekitar Sub-DAS Bengkulu hilir.
2. Mengimplementasikan metode *Fuzzy Simple Additive Weighting* dalam penentuan tingkat rawan daerah banjir.
3. Mengimplementasikan metode *Trend Non Linier* dalam menentukan prediksi daerah rawan banjir kedepannya.

## MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diharapkan dari proposal ini adalah sebagai berikut:

1. Secara umum

Secara umum manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi mengenai daerah-daerah terdampak banjir wilayah Sub-DAS Bengkulu Hilir kepada masyarakat umum dan dapat menjadi sumber acuan kebijakan Pemerintah Daerah dalam penataan ruangan khususnya di sepanjang Sub-DAS Bengkulu Hilir.

1. Secara akademis

Secara akademis manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai bahan pertimbangan kepada pembaca yang ingin menggunakan metode *Fuzzy Simple Additive Weighting* dan metode *Trend Non Linier*. Serta manfaat bagi penulis adalah untuk mengasah kemampuan penulisan, dan menambah wawasan pengetahuan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Banjir

Banjir merupakan peristiwa ketika air menggenangi suatu wilayah yang biasanya tidak digenangi air dalam jangka waktu tertentu. Banjir biasanya terjadi karena curah hujan turun terus menerus dan mengakibatkan meluapnya air sungai, danau, laut atau drainase karena jumlah air melebihi daya tampung media penopang air dari curah hujan tadi.Selain disebabkan faktor alami, yaitu curah hujan yang tinggi, banjir juga terjadi karena ulah manusia. Contoh, berkurangnya kawasan resapan air karena alih fungsi lahan, penggundulan hutan yang meningkatkan erosi dan mendangkalkan sungai, serta perilaku tidak bertanggung jawab seperti membuang sampah di sungai dan mendirikan hunian di bantaran sungai (BNPB, 2017).

### Curah Hujan

Presipitasi (hujan) merupakan salah satu komponen hidrologi yang paling penting. Hujan adalah peristiwa jatuhnya cairan (air) dari atmosfer ke permukaan bumi. Hujan merupakan salah satu komponen input dalam suatu proses dan menjdi faktor pengontrol yang mudah diamati dalam siklus hidrologi pada suatu kawasan (DAS).

Hujan yang terjadi secara merata diseluruh kawasan yang luas hanya bersifat setempat. Hujan bersifat setempat artinya ketebalan hujan yang diukur dari suatu pos hujan belum tentu dapat mewakili hujan untuk kawasan yang lebih luas kecuali hanya untuk lokasi disekitar pos hujan. Peluang hujan pada intensitas tertentu dari suatu lokasi yang lain dapat berbeda-beda. Sejauh mana curah hujan yang diukur dari suatu pos hujan dapat mewakili karakteristik hujan untuk daerah yang luas. Hal ini tergantung pada berbagai fungsi yakni jarak pos hujan itu sampai titik tengah kawasan yang dihitung curah hujannya, luas daerah, topografi, dan sifat hujan. Intensitas curah hujan biasanya dinyatakan oleh jumlah curah hujan dalam satuan waktu dan disebut intensitas curah hujan. Biasanya satuan yang digunakan adalah mm/jam. Jadi intensitas curah hujan berarti jumlah presipitasi atau curah hujan dalam waktu relatih singkat (J.L., et al., 2018)

### Penutupan Lahan (Vegetasi)

Penutupan lahan adalah aktivitas manusia atas lahan, yang ditunjukkan dengan adanya bentuk manusia seperti pemukiman dan sebagainya. Penutupan lahan atau pengunaan lahan penting untuk diketahui. Informasi tentang penggunaan lahan dapat digunakan untuk mengetahui penyebab bertambahnya volume banjir dan daerah yang terlanda banjir, dalam hal ini konversi lahan dari pertanian ke non pertanian, khususnya yang kedap air bisa merubah besarnya koefisien run-off. Sedangkan informasi tentang penutupan lahan dapat digunakan untuk mengetahui daerah resapan air sehingga diperoleh penyebab bertambahnya volume banjir dan daerah yang terlanda banjir (J.L., et al., 2018).

### Topografi

Peta topografi adalah peta yang memiliki informasi tentang ketinggian permukaan tanah pada suatu tempat terhadap permukaan laut, yang digambarkan dengan garis-garis kontur. Informasi topografi yang terdapat pada peta topografi dapat digunakan untuk membuat model tiga dimensi dari permukaan tanah pada peta tersebut. Dengan model tiga dimensi maka objek pada peta dilihat lebih hidup seperti pada keadaan sesungguhnya di alam, sehingga untuk menganalisa suatu peta topografi dapat lebih mudah dilakukan (Handoyo, 2004)

Peta topografi menampilkan gambaran permukaan bumi yang dapat diidentifikasi, berupa obyek alami maupun buatan. Peta topografi menyajikan obyek-obyek dipermukaan bumi dengan ketinggian yang dihitung dari permukaan air laut dan digambarkan dalam bentuk garis-garis kontur, dengan setiap satu garis kontur mewakili satu ketinggian. Peta topografi memiliki dua unsur utama yaitu ukuran planimetrik (ukuran permukaan bidang datar) dan ukuran relief (berdasarkan variasi elevasi). Ukuran planimetrik pada peta topografi digambarkan dengan koordinat X dan Y, sedangkan ukuran relief digambarkan dalam koordinat Z. Elevasi pada peta topografi ditampilkan dalam bentuk garis-garis kontur yang menghubungkan titiktitik di permukaan bumi yang memiliki ketinggian yang sama (Afani, et al., 2019).

### Sistem Pendukung Keputusan

SPK (sistem pendukung keputusan) adalah sistem yang dibangun untuk menyelesaikan berbagai masalah yang bersifat manajerial atau organisasi perusahaan yang dirancang untuk mengembangkan efektivitas dan produktivitas para manajer untuk menyelesaikan masalah dengan bantuan teknologi komputer. Hal lainnya yang perlu dipahami adalah bahwa SPK bukan untuk menggantikan tugas manajer akan tetapi hanya sebagai bahan pertimbangan bagi manajer untuk menentukan keputusan akhir.

Pada dasarnya SPK merupakan pengembangan lebih lanjut dari Sistem Informasi Manajemen terkomputerisasi yang dirancang sedemikian rupa sehingga bersifat interaktif dengan pemakainya. Interaktif dengan tujuan untuk memudahkan integrasi antara berbagai komponen dalam proses pengambilan keputusan seperti prosedur, kebijakan, analisis, pengalaman dan wawasan manajer untuk mengambil keputusan yangn lebih baik.

Dalam menentukan suatu keputusan banyak faktor yang mempengaruhi pengambilan keputusan seorang pengambil keputusan, sehingga dipandang perlu untuk mengidentifikasi berbagai faktor yang penting dan mempertimbangkan tingkat pengaruh suatu faktor dengan faktor yang lainnya sebelum mengambil keputusan akhir, oleh karena itu secara spesifik penulis akan membahas salah satu permasalahan pada seleksi penerimaan beasiswa dengan langkah demi langkah dengan menggunakan metode SPK untuk menghasilkan keputusan akhir yang disebut solusi dari suatu masalah (Armiyana & Candra, 2017).

### Sistem Informasi Geografis

Pada dasarnya, istilah sistem informasi geografis merupakan gabungan dari tiga unsur pokok : sistem, informasi, dan geografis. Dengan demikian, pengertian terhadap ketiga unsur-unsur pokok ini akan sangat membantu dalam memahami SIG. Dengan melihat unsur-unsur pokoknya, maka sudah jelas bahwa SIG juga merupakan salah satu tipe sistem informasi sistem informasi seperti yang telah dibahas di muka; tetapi dengan tambahan unsur “Geografis”. Atau, SIG merupakan suatu sistem yang menekankan pada unsur “informasi geografis”.

Istilah “Geografis” merupakan bagian dari spasial (keruangan). Kedua “Geografis” merupakan bagian dari spasial (keruangan). Kedua istilah ini sering digunakan secara bergantian atau bahkan tertukar satu sama lainnya hingga muncullah istilah ketiga, geospasial. Ketiga istilah ini mengandung pengertian yang kurang lebih serupa didalam konteks SIG. Penggunaan kata “Geografis” mengandung pengertian suatu persoalan atau hal mengenai (wilayah di permukaan) bumi: baik permukaan dua dimensi atau tiga dimensi. Dengan demikian, istilah “informasi geografis” mengandung pengertian informasi mengenai tempat-tempat yang terletak di permukaan bumi, pengetahuan mengenai posisi di mana suatu objek terletak di permukaan bumi, atau informasi mengenai keterangan-keterangan (atribut) objek penting yang terdapat di permukaan bumi yang posisinya diberikan atau diketahui.

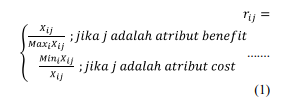
Dengan memperhatikan pengertian sistem informasi diatas, maka SIG juga dapat dikatakan sebagai suatu kesatuan formal yang terdiri dari berbagai sumber daya fisik dan logika yang berkenaan dengan objek-objek penting yang terdapat di permukaan bumi. Jadi, SIG juga merupakan sejenis perangan lunak, perangkat keras (manusia, prosedur, basis data, dan fasilitas jaringan komunikasi) yang dapat digunakan untuk memfasilitasi proses pemasukan, penyimpanan, manipulasi, menampilkan, dan keluaran data/informasi geografis berikut atribut-atribut terkait (Prahasta, 2009).

### Fuzzy Simple Additive Weighting

Menurut (Kusumadewi, 2006) dalam (Lismardiana, 2018) Metode SAW (Simple Additive Weighting) adalah suatu metode yang digunakan untuk mencari alternatif optimal dari sejumlah alternatif dengan kriteria tertentu. Inti dari SAW adalah menentukan nilai bobot untuk setiap atribut, kemudian dilanjutkan dengan proses perolehan nilai tertinggi yang akan menyeleksi alternatif yang sudah diberikan. Pada dasarnya, ada tiga pendekatan untuk mencari nilai bobot atribut, yaitu pendekatan subjektif, pendekatan obyektif dan pendekatan integrasi antara subyektif dan objektif. Masing masing pendekatan memiliki kelebihan dan kelemahan. Pada pendekatan subjektif, nilai bobot ditentukan berdasarkan subjektifitas dari para pengambil keputusan, sehingga beberapa faktor dalam proses perolehan nilai bisa ditentukan secara bebas. Sedangkan pada pendekatan objektif, nilai bobot dihitung secara matematis sehingga mengabaikan subjektifitas dari pengambil keputusan.

Menurut (Kusumadewi, 2006) dalam (Lismardiana, 2018) adapun langkah penyelesaian dalam menggunakan metode SAW adalah:

1. Menentukan alternatif (kandidat), yaitu Ai.
2. Menentukan kriteria yang akan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan, yaitu Cj.
3. Memberikan nilai kecocokan setiap alternatif pada setiap kriteria.
4. Menentukan bobot preferensi atau tingkat kepentingan (W) setiap kriteria. W = [ W1, W2, W3, …. , Wj ]
5. Membuat tabel urutan kecocokan dari setiap alternatif pada setiap kriteria.
6. Membuat matrik keputusan x yang dibentuk dari tabel urutan kecocokan dari setiap alternatif pada setiap kriteria. Nilai x setiap alternatif (Ai) pada setiap kriteria (Cj) yang sudah ditentukan, dimana, i=1,2,…m dan j=1,2,…n.
7. Melakukan normalisasi matriks keputusan x dengan cara menghitung nilai kinerja ternomalisasi (rij) dari alternatif Ai pada kriteria Cj



Gambar 8.G. 1. Persamaan Normalisasi Matriks Keputusan

**Keterangan :**

1. Dikatakan kriteria keuntungan apabila nilai xij memberikan keuntungan bagi pengambil keputusan, sebaliknya kriteria biaya apabila xij menimbulkan biaya bagi pengambil keputusan.
2. Apabila berupa kriteria keuntungan maka nilai xij dibagi dengan nila Maxi (xij) dari setiap kolom, sedangkan untuk kriteria biaya, nilai Mini(xij) dari setiap kolom dibagi dengan nilai xij.
3. Hasil dari nilai kinerja ternomalisasi (rij) membentuk matrik ternormalisasi (R)
4. Hasil akhir nilai preferensi (Vi) diperoleh dari penjumlahan dari perkalian elemen baris matrik ternormalisasi (R) dengan bobot preferensi (W) yang bersesuaian eleman kolom matrik (W).



Gambar 8.G. 2. Persamaan Hasil Akhir Nilai Preferensi

Di mana :

Vi = rangking untuk setiap alternatif

wj = nilai bobot dari setiap criteria

rij = nilai rating kinerja ternormalisasi

Hasil perhitungan nilai Vi yang lebih besar mengindikasikan bahwa alternatif Ai merupakan alternatif terbaik.

1. Menentukan Nilai Indikasi Nilai indikasi dilakukan pada hidden layer, yang berfungsi sebagai nilai pasaran yang menggunakan kriteria.
2. Untuk memperoleh nilai dilakukan dengan cara mengalikan nilai SAW dengan nilai indikasi dan hasil akhir nilai sesuai urutannya maka dihasilkan nilai paling besar sampai yang terkecil.

### Peramalan

Menurut (Makridakis, et al., 1999) dalam (Simamora, 2018), peramalan adalah prediksi nilai-nilai sebuah peubah berdasarkan kepada nilai yang diketahui dari peubah tersebut atau peubah yang berhubungan dengan cara memproyeksikan nilai-nilai di masa lampau (nilai yang diketahui) ke masa yang akan datang dengan cara menggunakan model matematika maupun perkiraan yang subjektif meksipun akan terdapat sedikit kesalahan yang disebabkan oleh adanya keterbatasan kemampuan manusia.

### *Trend*

Menurut (Dajan, 1986) dalam (Simamora, 2018) , trend melukiskan gerak data deret waktu selama jangka waktu yang panjang atau cukup lama dan berkecenderungan menuju satu arah (menaik atau menurun), trend sedemikian itu umumnya meliputi gerakan yang lamanya sekitar 10 periode atau lebih. Gerak ini mencerminkan sifat kontinuitas atau keadaan yang terus menerus dari waktu ke waktu selama kurun waktu tertentu, karena sifat kontinuitas inilah maka trend dianggap gerak yang stabil sehingga dalam menginterpretasikannya dapat digunakan model matematis, sesuai dengan keadaan dan data deret waktunya sendiri. Trend dapat berupa garis lurus (regresi/trend linear) maupun bukan lurus (regresi/trend non linear).

### *Trend Non Linier*

Menurut (Dajan, 1986) dalam (Simamora, 2018), pada asasnya, cara penentuan trend non linier tidak banyak berbeda dari cara penentuan trend linear. Persamaan trend non linier sebagai berikut:

𝑌̂ = 𝑎+ 𝑏𝑡 + 𝑐𝑡2 …(1)

di mana:

𝑌̂ = nilai trend yang ditaksir/nilai ramalan

𝑡= waktu/periode

𝑎,𝑏 merupakan nilai konstanta Bila jumlah observasi ialah sebesar n, maka persamaan normal *trend non linier* dapat diberikan sebagai berikut:

𝑎𝑛 + 𝑏∑𝑋 + 𝑐∑𝑋 2 = ∑𝑌 …(2)

𝑎∑𝑋 + 𝑏∑𝑋 2 + 𝑐∑𝑋 3 = ∑𝑋𝑌 …(3)

𝑎∑𝑋 2 + 𝑏∑𝑋 3 + 𝑐∑𝑋 4 = ∑𝑋 2𝑌 …(4)

di mana:

𝑌 = nilai aktual

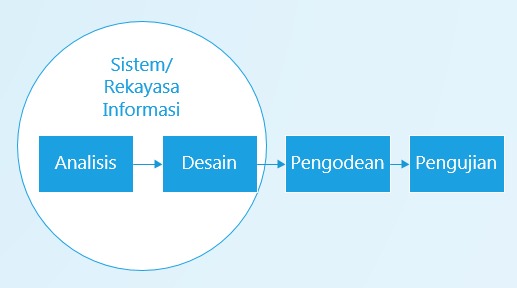
X = waktu/periode

n = banyaknya data/ observasi 𝑎,𝑏 merupakan nilai konstanta

Dengan cara mengeliminasi ketiga persamaan tersebut diatas, maka akan diperoleh nilai konstanta 𝑎,𝑏, dan 𝑐.

### Model Proses *Waterfall*

Model SDLC air terjun (*waterfall*) sering juga disebut model sekuensial linier (*sequential* *linier*) atau alur hidup klasik (*classic life cycle*). Model air terjun menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensual atau terururt dimulai dari analisis, desai, pengkodean, pengjian, dan tahapp pendukung (*support*). Berikut adalah gambar model air terjun :



Gambar 8.K. 1. Ilustrasi Model Waterfall (A.S. & Shalahuddin, 2018)

Penjelasan :

1. Analisis kebutuhan perangkat lunak

Proses pengumpulan kebutuhan dilakukan secara intensif untuk menspesifikasikan kebutuhan perangkat lunak agar dapat dipahami perangkat lunak seperti apa yang dibutuhkan oleh user. Spesifikasi kebutuhan perangkat lunak pada tahap ini perlu untuk didokumentasikan.

1. Desain

Desain perangkat lunak adalah proses multi langkah yang fokus pada desain pembuatan program perangkat lunak termasuk struktur data, arsitektur perangkat lunak, representasi antarmuka, dan prosedur pengodean. Tahap ini mentranslasi kebutuhan perangkat lunak dari tahap analisis kebutuhan ke representasi desain agar dapat diimplementasikan menjadi program pada tahap selanjutnya. Desain perangkat lunak yang dihasilkan pada tahap ini juga pperllu didokumentasikan.

Pada tahap ini, langkah yang dilakukan adalah penetapan struktur data, alur program, dan desain *interface*  dengan menggunakan bantuan *bootstrap*.

1. Pembuatan kode program

Desain harus ditranslasikan ke dalam program perangkat lunak. Hasil dari tahap ini adalah program computer sesuai dengan desain yang telah dibuat pada tahap desain. Dalam hal ini, bahasa pemrograman yang digunakan adalah Bahasa pemrograman PHP(*Hypertext Preprocessor*) dengan bantuan *framework* *codeigniter*

1. Pengujian

Pengujian fokus pada perangkat lunak secara dari segi lojik dan fungsional dan memastikan bahwa semua bagian sudah diuji. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kesalahan (error) dan memastikan keluaran yang dihasilkan sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian program dilakukan menggunakan dua metode, yaitu *black box* dan *white box.* Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah program sudah berjalan sesuai rancangan atau belum.

1. Pendukung (Support) atau pemeliharaan (Maintenance)

Tidak menutup kemungkinan sebuah perangkat lunak mengalami perubahan ketika sudah dikirim ke user. Perubahan bias terjadi karena adanya kesalahan yang muncul dan tidak terdeteksi saat pengujian atau perangkat lunak harus beradaptasi dengan lingkungan baru. Tahapan pendukung atau pemeliharaan dapat mengulangi proses pengembangan mulai dari analisis spesifikasi untuk perubahan perangkat lunak yang sudah ada, tapi tidak untuk membuat perangkat lunak baru (A.S. & Shalahuddin, 2018).

### Landsat

Pada tanggal 23 Desember 2005, makin disadari pentingnya pengembangan tentang LDCM. akhirnya pada bulan April 2008, NASA memilih membangun satelit LDCM *oleh General Dynamics Advanced Information* *Systems, Inc*. satelit tersebut akan dinamakan sebagai Landsat-8. Satelit LDCM (Landsat-8) ini merupakan misi kerjasama dengan pembagian tanggung jawab NASA dan USGS (*U.S. Geological Survey*). pada tahun 2011 Satelit LDCM (Landsat-8) dijadwalkan untuk diluncurkan dari VAFB, CA, dengan pesawat peluncur Atlas-V-401.

Satelit LDCM (Landsat-8) dirancang menggunakan suatu platform dengan pengarahan titik nadir yang distabilkan tiga-sumbu. Satelit LDCM (Landsat-8) ini diorbitkan pada pada ketinggian :705 km, dengan inklinasi : 98.2º, periode : 99 menit, waktu liput ulang (resolusi temporal):16 hari yang mendekati lingkaran sikron matahari. Berikut adalah tabel parameter satelit Landsat 8 (Butler, 2013).

|  |  |
| --- | --- |
| Parameter Satelit LCDM (Satelit lansat-8) | |
| Jenis orbit | Mendekati lingkaran sinkron matahari |
| Ketinggian satelit | 705 km |
| Inklinasi | 98,2˚ |
| Periode | 99 menit |
| Resolusi temporal (waktu liput ulang) | 16 hari |
| Waktu melintasi Garis katulistiwa | Pukul 10.00 – 10.15 pagi |

Tabel 8.L. 1. Parameter Satelit LCDM (Satelit lansat-8)

Sumber: Fungsi Band Landsat 8 (Butler, 2013)

Satelit Landsat-8 juga dilengkapi dengan sensor pencitra yang dinamakan OLI (Operational Land Imager). Sensor pencitra sensor pencitra OLI ini mempunyai kanal-kanal yang baru yaitu : kanal-1: 443 nm untuk aerosol garis pantai dan kanal 9 : 1375 nm untuk deteksi cirrus, tetapi tidak dilengkapi dengan kanal inframerah termal. Baru Pada tahun 2008, program LDCM (Landsat-8) mengalami pengembangan, yaitu Sensor pencitra TIRS (Thermal Infrared Sensor) ditetapkan sebagai pilihan (optional) pada misi LDCM (Landsat-8) yang dapat menghasilkan kontinuitas data untuk kanal-kanal inframerah termal yang tidak dicitrakan oleh OLI (Butler, 2013).

Tabel 8.L. 2. Band-band pada Landsat-8 dan kegunaannya

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Band** | **Wavelength** | **Useful for mapping** |
| Band 1 – aerosol pesisir | 0.43-0.45 | studi pesisir dan aerosol |
| Band 2 – Biru | 0.45-0.51 | Pemetaan batimetrik, membedakan tan ah dari vegetasi dan daun dari vegeta si konifera. |
| Band 3 – Hijau | 0.53-0.59 | Menekankan vegetasi puncak, yang ber guna untuk menilai kekuatan tanaman |
| Band 4 – Merah | 0.64-0.67 | Membedakan lereng vegetasi |
| Band 5 - Near Infrared (NIR) | 085.-0.88 | Menekankan kandungan biomassa dan garis pantai |
| Band 6 - Short-wave Infrared (SWIR) 1 | 1.57-1.65 | Membedakan kadar air tanah dan vege tasi; menembus awan tipis |
| Band 7 - Short-wave Infrared (SWIR) 2 | 2.11-2.29 | Peningkatan kadar air tanah dan vegeta si dan penetrasi awan tipis |
| Band 8 - Panchromatic | .50-.68 | Resolusi 15 meter, definisi gambar lebih tajam |
| Band 9 – Cirrus | 1.36 -1.38 | Peningkatan deteksi kontaminasi awan cirrus |
| Band 10 – TIRS 1 | 10.60 – 11.19 | Resolusi 100 meter, pemetaan termal dan perkiraan kelembaban tanah |
| Band 11 – TIRS 2 | 11.5-12.51 | Resolusi 100 meter, Peningkatan peme taan termal dan perkiraan kelembaban tanah |

Sumber: Fungsi Band Landsat 8 (Butler, 2013)

### Api Google maps

Google Maps API merupakan perkembangan dari google Maps. Dengan menggunakan google Maps API ini, dimungkinkan untuk dapat menggunakan google Maps di dalam website. Meski awalnya hanya JavaScript API, Maps API diperluas untuk menyertakan sebuah API untuk aplikasi Adobe Flash. Keberhasilan google Maps API telah melahirkan sejumlah pesaing antara lain Yahoo! Maps API, Bing Maps Platforn, MapQuest Development Platform dan OpenLayers. Kita bisa mulai menulis program google Map API dengan urutan sebagai berikut (1). Memasukkan Maps API JavaScript ke dalam HTML, (2). Membuat element div dengan nama map\_canvas untuk menampilkan peta, (3). Membuat beberapa objek literal untuk menyimpan properti-properti pada peta, (4). Menuliskan fungsi JavaScript untuk membuat objek peta, (5). Meng-inisiasi peta dalam tag body HTML dengan event onload. Pada google Maps API terdapat 4 jenis pilihan model peta yang disediakan oleh google, diantaranya adalah:

* 1. ROADMAP, ini yang saya pilih, untuk menampilkan peta biasa 2 dimensi.
  2. SATELLITE, untuk menampilkan foto satelit.
  3. TERRAIN, untuk menunjukkan relief fisik permukaan bumi dan menunjukkan seberapa tingginya suatu lokasi, contohnya akan menunjukkan gunung dan sungai.
  4. HYBRID, akan menunjukkan foto satelit yang diatasnya tergambar pula apa yang tampil pada ROADMAP (jalan dan nama kota) (Masykur, 2014 )

## METODE PENELITIAN

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya, metodologi penelitian yang digunakan penulis terdiri dari:

### Metode Pengumupulan Data

Jenis data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah data-data indikator penentuan tingkat rawan banjir Sub-DAS Bengkulu Hilir 5 tahun terakhir, yaitu topografi, vegetasi, peta radius sungai, dan peta curah hujan.

Pada Penelitian berdasarkan data yang akan dikumpulkan akan dilaksanakan dengan metode-metode berikut:

1. Studi Pustaka

Metode studi pustaka dilakukan dengan cara mengumpulkan data parameter yang akan digunakan dari berbagai literatur, seperti jurnal, media buku dan internet yang berhubungan dengan judul penelitian, sehingga dapat membantu proses pengerjaan tugas akhir.

1. Metode Dokumentasi

Metode Dokumentasi dilakukan dengan cara mengumpulkan data yang didapat dari intansi terkait yaitu data peta curah hujan yang didapatkan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) kota Bengkulu dan data peta wilayah kelurahan Muara Bangkahulu dan kelurahan Sungai Serut yang didapatkan dari Badan Pusat Statistika (BPS) kota Bengkulu.

1. Metode Studi Analisis

Metode studi analisis ini dilakukan dengan cara melakukan analisis terhadap masalah yaitu penentuan tingkat rawan banjir berdasarkan pengelompokakan bobot setiap parameter yang digunakan dan pembutan layout peta sebagai tambahan untuk menentukan daerah-daerah yang terkena tingkat rawan banjir pada layout peta dengan bantuan Google Maps.

### Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *waterfall.* Berikut merupakan urutan alur model *waterfall.*

1. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Dalam langkah ini merupakan analisa terhadap kebutuhan sistem. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk menggali informasi sebanyak-banyaknya dari user untuk menciptakan suatu sistem informasi yang dapat melakukan tugas yang diinginkan user. Pada penelitian ini, kebutuhan perangkat lunak meliputi :

1. Kebutuhan Data Masukan

Data masukan yang dibutuhkan adalah peta curah hujan, peta topografi, peta vegetasi dan peta radius sungai yang menjadi indikator penentuan daerah rawan banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bengkulu serta peta wilayah setiap kelurahan yang terdapat di kecamatan Muara Bangkahulu dan kecamatan Sungai Serut.

1. Kebutuhan Data Keluaran

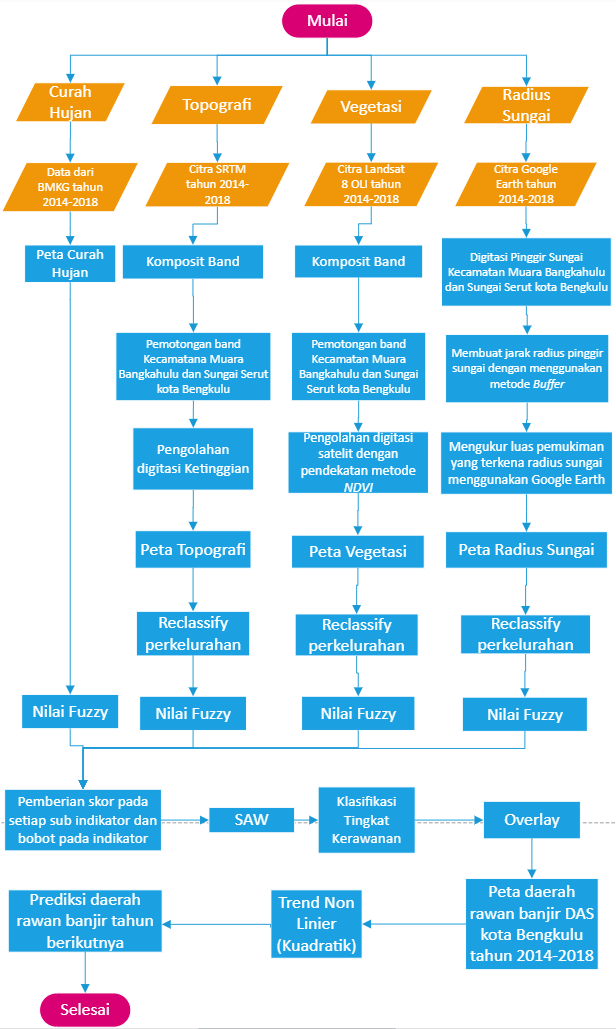
Data keluaran yang dibutuhkan adalah hasil digitasi peta dan hasil pembobotan daerah rawan banjir dengan 4 (Empat) kelas kerawanan.

1. Kebutuhan *Interface*

*Interface* yang dibutuhkan adalah interface yang dapat memberikan kemudahan bagi pengguna untuk berinteraksi dengan sistem informasi ini (*User Friendly*).

1. Desain

Pada tahapan ini akan menerjemahkan syarat kebutuhan kedalam sebuah perancangan perangkat lunak yang dapat memperkirakan alur program sebelum ketahap pembuatan kode program. Perancangan aplikasi yang digunakan adalah dengan menggunakan pemodelan DFD (*Data Flow Diagram*) dan menggunakan Bahasa pemrograman PHP *Hypertext Preprocessor*). Berikut ini merupakan diagram alur penelitian



Gambar 9.B. 1. Diagram Alur Penelitian

Penjelasan :

Berdasarkan Gambar 9.B.1 Diagram Alur Penelitian diatas, alur kerja penelitian ini dimulai dari pengumpulan data indikator banjir berupa data spasial (topografi, vegetasi, dan radius sungai) dan non spasial (curah hujan) data topografi diambil dari citra SRTM selama 5 tahun terakhir yaitu tahun 2014 – 2018 bulan Januari – Desember setiap kelurahan. Untuk data vegetasi diambil dari citra landsat 8 OLI 5 tahun terkahir juga yaitu tahun 2014 – tahun 2018 bulan Januari – Desember. Selanjutnya terdapat data radius sungai yang didapatkan dari citra Google Earth selama 5 tahun terakhir juga bulan Januari – Desember. Sedangkan untuk data curah hujan 5 tahun terakhir tahun 2014 – 2018 Bulan Januari – Desember didapatkan dari kantor BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) kota Bengkulu. Selanjutnya untuk data curah hujan dilakukan langsung pengolahan data menjadi nilai fuzzy, sedangkan untuk data topografi dan vegetasi dilakukan komposit band terlebih dahulu yang kemudian dilakukan pemotongan band kecamatan Muara Bangkahulu dan Sungai serut. Setelah itu akan didapatkan peta topografi dan vegetasi yang kemudian akan di *reclassify* Setiap kelurahannya barulah data tersebut akan diolah menjadi nilai fuzzy. Sedangkan untuk radius sungai dilakukan digitasi pinggir sungai kecamatan Muara Bangkahulu dan Sungai Serut terlebih dahulu yang kemudian dari pinggir sungai akan dibuat 4 sub indikator jarak sungai yaitu, jarak tepi sungai ke pemukiman sejauh 10 m, 20 m, 30 m, dan 40 m. Lalu, setelah dibuat 4 sub indikator tadi langkah selanjutnya adalah mengukur luas pemukiman yang masuk kedalam area radius sungai dengan masing-masing sub indikator tersebut menggunakan Google Earth. Setelah itu akan terbentuk peta radius sungai yang kemudian juga akan di *reclassify* setiap kelurahannya. Kemudian langkah selanjutnya adalah mengubah data kedalam nilai fuzzy. Setelah data keempat indikator tersebut menjadi nilai fuzzy akan dilakukan pemberian skor pada setiap sub indikator dan pemberian bobot pada indikator yang akan diolah kembali dengan metode *Simple Additive Weighting* (SAW). Dari hasil perhitungan SAW akan dihasilkan klasifikasi tingkat kerawanan dengan 5 klasifikasi yaitu zona sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Kemudian dari hasil tersebut akan dilakukan overlay untuk menghasilkan peta daerah rawan banjir DAS kota Bengkulu. Selanjutnya dari hasil peta daerah rawan banjir DAS kota Bengkulu selama 5 tahun terakhir akan dilakukan perhitungan kembali untuk memprediksi daerah-daerah rawan banjir yang akan dating dengan menggunakan metode *Trend Non Linier.*

Berikut kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras yang dapat mendukung untuk menyelesaikan penelitian.

* + - * 1. **Perangkat Lunak**

Xampp versi 3.2.2 (PHP, Apache, MySQL) Berfungsi server untuk uji coba dalam pembuatan aplikasi.

Codeigniter versi 3.1 berfungsi sebagai framework untuk mendukung pembutan aplikasi.

Sublime Text (*Text Editor*) berfungsi sebagai text editor untuk pembuatan coding aplikasi.

Google Chrome (*Browser*) berfungsi sebagai browser untuk menjalankan aplikasi.

Microsoft Office 2018 berfungsi untuk pembuatan laporan.

Microsoft Visio 2018 berfungsi untuk membuat desain perancangan

Arcgis 10.5

* + - * 1. **Perangkat Keras**
  1. Processor Intel(R) Core™ i5-10210U
  2. RAM 8 GB DDR 4
  3. 512 GB PCle (R) NVMeTM M.2 SSD
  4. Printer

1. Pembuatan Kode Program

Langkah selanjutnya adalah proses pembuatan kode program berdasarkan pemodelan yang telah dirancang sebelumnya pada tahap desain. Pada langkah inilah *programmer* akan menerjemahkan keinginan user dalam bentuk sistem.

1. Pengujian

Pada penelitian ini, pengujian sistem yang dilakukan menggunakan *blackbox testing*. Pengujian *black box* adalah menguji perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi, masukan, dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan (A.S. & Shalahuddin, 2018).

## PENELITIAN TERKAIT

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Peneliti | Judul | Tahun | Metode/ Objek | Hasil | Perbedaan |
|  | Annisa Aulia Fitri | Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Wilayah Rawan Banjir Menggunakan Metode *Simple Additive Weighting* (SAW) di Kabupaten Bandung Berbasis Webgis | 2014 | Metode:  *Simple Additive Weighting* (SAW).  Objek:  Kabupaten Bandung. | Terbangunnya Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Dalam Penentuan wilayah rawan banjir kabupaten Bandung dengan menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW). | Metode yang digunakan adalah *Simple Additive Weighting* (SAW) dengan objek Kabupaten Bandung.  Pada penelitian yang akan dilakukan meng gunakan *metode Fuzzy Simple Additive Weighting* (FSAW)  dengan objek yang berbeda yaitu Daerah Aliran Sungai (DAS) sungai kota Bengkulu |
|  | Indah Simamora | Metode Trend Non Linier Untuk Forecasting Komposisi Penduduk Kabupaten Tapanuli Tengah Menurut Jenis Kelamin Tahun 2006-2016 | 2018 | Metode :  *Trend Non Linier*  Objek :  Kabupaten Tapanuli. | Hasil ramalan untuk jumlah komposisi penduduk Kabupaten Tapanuli Tengah dengan berdasarkan jenis kelamin laki-laki tahun 2006 – 2016 mengalami kenaikan yaitu dari tahun 2006 sampai tahun 2012, selanjutnya mengalami penurunan sedamgkan berdasarkan jenis kelamin perempuan mengalami penurunan yaitu dari tahun 2006 sampai tahun 2014, selanjutnya mengalami kenaikan yaitu pada tahun 2015 sampai dengan tahun 2019. | Metode yang digunakan adalah *Trend Non Linier* untuk *Forecasting* komposisi penduduk dengan objek Kabupaten Tapanuli  Pada penelitian yang akan dilakukan meng gunakan *metode Fuzzy Simple Additive Weighting* (FSAW) dan *Trend Non Linier*  untuk pemetaan daerah rawan banjir dengan objek yang berbeda yaitu Daerah Aliran Sungai (DAS) sungai kota Bengkulu |
|  | Alfa Saleh, Ria Eka Sari dan Harris Kurniawan | Metode *Fuzzy Simple Additive Weighting (Saw)* Dalam Menentukan Kualitas Kulit Ular Untuk Kerajinan Tangan | 2014 | Metode:  *Fuzzy Simple Additive Weighting (Saw*)  Objek:  CV. Asia Exotica Medan | 1. Metode *Fuzzy SAW*  dalam menentukan  kualitas kulit ular untuk  kerajinan tangan  mampu memberikan  hasil Perangkingan  dalam menentukan  jenis kulit ular mana  yang terbaik. Penerapan metode Fuzzy SAW dapat mengoptimalkan proses penyeleksian kulit ular sebagai bahan kerajinan tangan di perusahaan tersebut. | Menggunakan metode *Fuzzy SAW* untuk Menentukan kualitas kulit ular untuk kerajinan tangan.  Pada penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy SAW* untuk memetakan daerah rawan banjir DAS sungai Bengkulu |
|  | Muhamad Sholahuddin DS | Sig Untuk Memetakan Daerah Banjir Dengan Metode *Skoring* Dan Pembobotan | - | Metode:  *Skoring* dan Pembobotan  Objek:  Kabupaten Jepara | Kabupaten Jepara tergolong rawan banjir dimana wilayah pesisir pantai Kabupaten Jepara lebih rawan banjir dibandingkan dengan wilayah bagian tengah atau dataran tingginya.    Secara umum Kabupaten Jepara termasuk kedalam kelas rawan banjir dengan karakteristik fisik wilayah rawan, yaitu kelas daerah pesisir pantai, dan juga daerah yang memiliki banyak sungai pada kecamatannya.    Peta kerawanan banjir yang menggunakan parameter kelas curah hujan rata rata bulanan dan tahunan hampir sebagian besar mewakili kejadian nyata di lapangan untuk pemetaan daerah rawan banjir kabupaten Jepara | Metode yang digunakan adalah *Skoring* dan Pembobotan degan objek Kabupaten Jepara  Pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode *Fuzzy SAW* untuk memetakan daerah rawan banjir DAS sungai Bengkulu |
|  | Dwiati Wismarini dan Muji Sukur | Penentuan Tingkat Kerentanan Banjir Secara Geospasial | 2015 | Metode :  *Weighted Scorring*  Objek :  Kota Semarang | Hasil akhir dalam penelitian ini adalah sebuah model klasifikasi tingkat rentan banjir yang dapat menunjukkan interval nilai untuk tiap-tiap klasifikasi dan informasi yang menerangkan maksud dari masing-masing tingkatan rentan banjir tersebut. Disamping itu, di dalam dunia pemrograman, model klasifikasi tingkat rentan banjir dapat secara implementasi ditunjukkan dengan pendesignan tabel model relasional melalui kemunculan dan terciptanya field-field baru yang terkait dengan model tingkat rentan banjir tersebut. | Metode yang digunakan adalah metode *Weighted Scorring* dengan objek kota Semarang  Pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode *Fuzzy SAW* untuk memetakan daerah rawan banjir DAS sungai Bengkulu |

## JADWAL WAKTU PELAKSANAAN

Jadwal dan waktu pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Kegiatan | Bulan | | |
| Jan 2020 | Feb 2020 | Maret 2020 |
| 1 | Studi Kepustakaan |  |  |  |
| 2 | Penerimaan Proposal Skripsi |  |  |  |
| 3 | Pengumpulan dan Analisis *Data* |  |  |  |
| 4 | Pembuatan Sistem/Program |  |  |  |
| 5 | Pengujian Sistem/Program |  |  |  |
| 6 | Penyelesaian Laporan Akhir |  |  |  |

## DAFTAR PUSTAKA

A.S., R. & Shalahuddin, M., 2018. *Rekayasa Perangkat Lunak.* Bandung: Informatika.

Afani, I. Y. N., Yuwono, B. D. & Bashit, N., 2019. OPTIMALISASI PEMBUATAN PETA KONTUR SKALA BESAR MENGGUNAKAN KOMBINASI DATA PENGUKURAN TERESTRIS DAN FOTO UDARA FORMAT KECIL. *Jurnal Geodesi Undip,* p. 181.

Armiyana & Candra, R. M., 2017. Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Sekolah Anak Dengan Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Dan Metode Perbandingan Eksponensial (MPE). *Jurnal CoreIT,* Volume 3, pp. 31-32.

BNPB, 2013. *Bencana di Indonesia 2012.* s.l.:s.n.

BNPB, 2017. *Tanggap Tangkas Tangguh Menghadapi Bencana.* Jakarta Timur: Pusat Data, Informasi dan Humas Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

Butler, k., 2013. *www.academia.edu.* [Online]   
Available at: https://www.academia.edu/16898069/Fungsi\_Band\_Landsat\_8  
[Accessed 9 Januari 2020].

Dajan, A., 1986. Pengantar metode statistik. In: *Jilid I.* Jakarta: LP3ES.

Faisal & Permana, S. D. H., 2015. Sistem Penunjang Keputusan Pemilihan Sekolah Menengah Kejuruan Teknik Komputer dan Jaringan yang Terpavorit dengan Menggunakan Multi-Criteria Decision Making. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer,* Volume 2, p. 12.

Firman, A., Wowor, H. F. & Najoan, X., 2016. Sistem Informasi Perpustakaan Online Berbasis Web. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer,* Volume 5, p. 30.

Handoyo, I., 2004. PEMODELAN PETA TOPOGRAFI KE OBJEK TIGA DIMENSI. *JURNAL INFORMATIKA,* Volume 5, p. 14.

J.L., N., A, T. & W., 2018. PEMETAAN DAERAH RAWAN BANJIR DENGAN PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI KECAMATAN KUPANG TIMUR KABUPATEN KUPANG PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR. *Fisika Sains dan Aplikasinya,* Volume 3, pp. 73-79.

Kusumadewi, S., 2006. *Fuzzy Multi Attribute Decision Making.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Lee, J., 2018. *Point Star.* [Online]   
Available at: https://www.pointstar.co.id/  
[Accessed 9 Januari 2020].

Lismardiana, 2018. FUZZY MULTI-ATRIBUTE DECISION MAKING (FUZZY MADM) DENGAN METODE SAW DALAM PENENTUAN LULUSAN MAHASISWA BERPRESTASI. *Teknologi Informasi dan Komunikasi,* Volume 7, pp. 37- 46.

Makridakis, S., Wheelwright, S. C. & McGEE, V. E., 1999. Metode dan Aplikasi Peramalan . In: *Jilid 1 Edisi Revisi.* Jakarta: Binarupa Aksara.

Mardhia, D. & Abdullah, V., 2018. Studi Analisis Kualitas Air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar. *Jurnal Biologi Tropis,* Volume 2, pp. 182-189.

Masykur, F., 2014 . IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS MENGGUNAKAN GOOGLE MAPS API DALAM PEMETAAN ASAL MAHASISWA. *SIMETRIS,* Volume 5, pp. 181 - 186.

Prahasta, E., 2009. *Sistem Informasi Geografis.* Bandung: Informatika Bandung.

Pratiwi, D., Lestari, J. P. & R, D. A., 2014. Decision Support System to Majoring High School Student Using Simple Additive Weighting Method. *International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT),* Volume 10, pp. 153-159.

Saleh, A., Sari, R. E. & Kurniawan, H., 2014. Metode Fuzzy Simple Additive Weighting (SAW) Dalam Menentukan Kualitas Kulit Ular Untuk Kerajinan Tangan (Studi Kasus : CV. Asia Exotica Medan). *Seminar Nasional Informatika,* pp. 19-20.

Simamora, I., 2018. METODE TREND NON LINEAR UNTUK FORECASTING KOMPOSISI PENDUDUK KABUPATEN TAPANULI TENGAH MENURUT JENIS KELAMIN TAHUN 2006-2016. *Jurnal Curere,* Volume 2, pp. 175-183.

Sitanggang, G., 2010 . KAJIAN PEMANFAATAN SATELIT MASA DEPAN:SISTEM PENGINDERAAN JAUH SATELIT LDCM (LANDSAT-8). *Journal LAPAN.*

Supriyatna, A. & Ekaputra, D., 2017. Metode Fuzzy Simple Additive Weighting (SAW) dalam Pemilihan Ketua Osis. *Jurnal Petir,* Volume 10, pp. 71-76.

Wahabi, F., Ramdani, F. & Wicaksono, S. A., 2018. Pengembangan Sistem Informasi Geografis Pemetaan Lokasi Kecelakaan Berbasis WebGIS (Studi Kasus: Daerah Operasional Polres Kota Batu). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer,* Volume 2, p. 2991.

Wismarini, D. & Sukur, M., 2015. Penentuan Tingkat Kerentanan Banjir Secara Geospasial. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK,* Volume 20, p. 57.